



ЭФФЕКТИВНОСТЬ ЛАЗЕРНОЙ АУТОПЛАСТИКИ ПУЛЬПОЗНОГО ЯДРА МЕЖПОЗВОНКОВОГО ДИСКА ПРИ ДЕГЕНЕРАТИВНО-ДИСТРОФИЧЕСКИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ ПОЗВОНОЧНИКА

А.П. Животенко, С.Н. Ларионов, В.А. Сороковиков, А.И. Вельм

Иркутский научный центр хирургии и травматологии, ул. Борцов Революции, д. 1, г. Иркутск, 664003, Россия

Резюме. *Введение.* Дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника (ДДЗП) являются ведущей причиной хронической боли в спине и потери трудоспособности. Существующие консервативные и хирургические методы часто не устраняют первопричину боли и связаны с рисками. *Целью исследования* была оценка клинической эффективности и безопасности минимально инвазивного метода лазерной аутопластики пульпозного ядра у пациентов с хроническим болевым синдромом. *Материалы и методы.* Проведено проспективное одноцентровое исследование с участием 20 пациентов. Критерии включения: хроническая нерадикалярная боль или радикулопатия в фазе ирритации на фоне дегенерации диска I-III стадии классификации (Pfirrmann). Под рентген-контролем выполнялось лазерное воздействие (диодный лазер, 1061 нм) на три зоны пульпозного ядра. Оценка результатов проводилась до операции, после, а также через 3 и 12 месяцев с использованием шкал ВАШ, ODI, DN4, PainDetect, SF-36, HADS и MPT позвоночника. *Результаты.* Наблюдалось достоверное снижение интенсивности боли в пояснице (ВАШ: с $4,8 \pm 1,2$ до $1,25 \pm 1,11$ через 12 мес., $p < 0,001$) и улучшение функционального статуса (ODI: с $15,15 \pm 4,87$ до $5,88 \pm 4,28$, $p = 0,0056$). Доля пациентов с нейропатической болью сократилась с 30% до 10%. Значительно улучшились показатели качества жизни (SF-36) и снизился уровень тревоги и депрессии (HADS). Осложнений не зафиксировано. *Заключение.* Лазерная аутопластика пульпозного ядра является высокоэффективным и безопасным методом лечения хронического болевого синдрома у пациентов с ДДЗП I-III стадий, обеспечивая значительное и стойкое клиническое улучшение. Метод может рассматриваться как перспективная альтернатива более инвазивным вмешательствам.

Ключевые слова / Keywords [MeSH]: дегенеративно-дистрофические заболевания позвоночника / degenerative disc disease [D055959]; межпозвоночный диск / intervertebral disc [D007403]; пульпозное ядро / nucleus pulposus [D009687]; лазерная хирургия / laser surgery [D007902]; минимально инвазивные вмешательства / minimally invasive surgical procedures [D019060]; хроническая боль в спине / chronic low back pain [D017116]; нейропатическая боль / neuralgia [D009437]; радикулопатия / radiculopathy [D011843]; качество жизни / quality of life [D011788].

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование. Исследование проводилось без спонсорской поддержки.

Соответствие нормам этики. Авторы подтверждают, что соблюдены права людей, принимавших участие в исследовании, включая получение информированного согласия в тех случаях, когда оно необходимо.

Для цитирования: Животенко А.П., Ларионов С.Н., Сороковиков В.А., Вельм А.И. Эффективность лазерной аутопластики пульпозного ядра межпозвоночного диска при дегенеративно-дистрофических заболеваниях позвоночника. *Вестник медицинского института «РЕА-ВИЗ»: Реабилитация, Врач и Здоровье.* 2026;16(1):14-22. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2026.1.CLIN.1>



THE EFFECTIVENESS OF LASER AUTOPLASTY OF THE PULPOUS NUCLEUS OF THE INTERVERTEBRAL DISC IN DEGENERATIVE-DYSTROPHIC DISEASES OF THE SPINE

Aleksandr P. Zhivotenko, Sergey N. Larionov, Vladimir A. Sorokovikov, Andrey I. Vel'm

Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology, 1, Bortsov Revolyutsii str., Irkutsk, 664003, Russia

Abstract. Degenerative spine diseases (DSD) are a leading cause of chronic low back pain and disability. Existing conservative and surgical methods often fail to address the root cause of pain and are associated with risks. This study aimed to evaluate the clinical efficacy and safety of a minimally invasive method of laser autoplasty of the nucleus pulposus in patients with chronic pain syndrome. *Materials and methods.* A prospective single-center study was conducted with 20 patients. Inclusion criteria: chronic non-radicular pain or radiculopathy in the irritation phase due to disc degeneration of stages I-III according to a classification (Pfirrmann). Under X-ray control, laser exposure (diode laser, 1061 nm) was applied to three zones of the nucleus pulposus. Outcomes were assessed before surgery, after, and at 3- and 12-months using VAS, ODI, DN4, PainDetect, SF-36, HADS scales, and MRI of spine. *Results.* A significant reduction in low back pain intensity (VAS: from 4.8 ± 1.2 to 1.25 ± 1.11 at 12 months, $p < 0.001$) and improvement in functional status (ODI: from 15.15 ± 4.87 to 5.88 ± 4.28 , $p = 0.0056$) were observed. The proportion of patients with neuropathic pain decreased from 30% to 10%. Quality of life (SF-36) scores significantly improved, and levels of anxiety and depression (HADS) decreased. No complications were recorded. *Conclusion.* Laser autoplasty of the nucleus pulposus is a highly effective and safe method for treating chronic pain syndrome in patients with stages I-III DSD, providing significant and sustained clinical improvement despite the lack of confirmed long-term structural disc restoration. The method can be considered a promising alternative to more invasive interventions.

Competing interests. The authors declare no competing interests.

Funding. This research received no external funding.

Compliance with ethical principles. The authors confirm that they respect the rights of the people participated in the study, including obtaining informed consent when it necessary.

Cite as: Zhivotenko A.P., Larionov S.N., Sorokovikov V.A., Vel'm A.I. The effectiveness of laser autoplasty of the pulposus nucleus of the intervertebral disc in degenerative-dystrophic diseases of the spine. *Bulletin of the Medical Institute "REAVIZ": Rehabilitation, Doctor and Health.* 2026;16(1):14-22. <https://doi.org/10.20340/vmi-rvz.2026.1.CLIN.1>

ВВЕДЕНИЕ

Дегенеративно-дистрофические заболевания поясничного отдела позвоночника (ДДЗП) представляют собой наиболее распространённую патологию, сопровождающуюся болевым синдромом и приводящую к длительной утрате трудоспособности. Клинические проявления дегенеративных дорсопатий отличаются полиморфизмом, однако основными являются болевые симптомы в спине и нижних конечностях [1-4].

В связи со старением населения хроническая боль в пояснице (ХБП) становится всё более актуальной проблемой. Её основной причиной служит дегенерация межпозвонковых дисков (МПД), обусловленная асептическим воспалением. Консервативная терапия и хирургическое лечение зачастую не устраняют первопричину ХБП при дегенеративных изменениях в дисках. В научной литературе обсуждаются сложные механизмы дегенерации МПД, включая физиолого-биохимические процессы, которые сопровождаются активацией воспалительных и катаболических реакций, с выработкой провоспалительных цитокинов, врастанием нервных окончаний в диск и сенситизацией ноцицепторов в дегенеративно-изменённых структурах [4-6].

Изменения клеточного состава МПД, как снижение их плотности при нарушении пролиферации провоцируют дисбаланс внеклеточного матрикса. Усиленная деградация компонентов матрикса и нарушение синтеза ведёт к уменьшению гидратации и снижению высоты диска [7]. Дегенеративные поражения МПД, как и другие формы дорсопатий, ха-

рактеризуются чередованием периодов обострений и ремиссий.

Для диагностики дегенеративной патологии позвоночника необходима интеграция данных клинико-неврологического обследования, рентгенографии, мультиспиральной компьютерной (МСКТ) и магнитно-резонансной томографии (МРТ), а также электрофизиологических методов. Совершенствование методов визуализации позволило выявить новые диагностические признаки патологии МПД, которые в сочетании с клинической картиной способствуют оптимизации лечебной тактики [6-9]. «Золотым стандартом» диагностики дегенерации МПД является магнитно-резонансная томография. Степень выраженности изменений оценивается по МРТ-классификации Пфиррмана (Pfirrmann), которая использует T2-взвешенные изображения и разделяет патологию на пять категорий (I-V) на основе структурной однородности диска, различий между фиброзным кольцом и пульпозным ядром, интенсивности сигнала и высоты диска [10-13]. Алгические синдромы, возникающая вследствие дегенерации МПД, выделены в отдельную категорию, а выявляемые у больных МРТ изменения свидетельствуют о преимущественно ноцицептивной природе боли [14]. Тем не менее, взаимосвязь между степенью дегенерации МПД и выраженностью болевого синдрома остаётся предметом дискуссий [15-17]. Патофизиология дискогенной боли изучена не до конца и зависит от множества факторов, включая генетическую предрасположенность, возрастные изменения и образ жизни (ожирение, гиподинамия) [5, 13, 18-21].

Для лечения хронической боли в клинической практике всё шире применяются перкутанные малоинвазивные методики, основанные на механическом, термическом, химическом или комбинированном воздействии на межпозвонковые диски и дугоотростчатые суставы [22]. Среди них выделяют лазерные технологии, эффекты которых варьируют в зависимости от длины волны, продолжительности и режима воздействия (импульсный/постоянный). К ключевым механизмам относят термическое, фотобиостимулирующее и кавитационно-лазерное воздействие [5, 8, 23–27]. Результаты лечения также зависят от степени дегенерации МПД: снижение гидратации диска может ограничивать эффективность процедур [28].

Принимая во внимание, что основным патогенетическим звеном болевого синдрома выступает дегенерация межпозвонковых дисков (МПД), сопровождающаяся потерей гидратации, снижением эластичности и компрессией нейрососудистых структур мы использовали способ лазерной аутопластики, направленный на минимизацию инвазивности вмешательства при воздействии на пульпозное ядро МПД с сохранением его гидрофильности [29].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: оценка клинической эффективности и безопасности метода у пациентов с хроническим болевым синдромом на фоне дегенеративных изменений межпозвонкового диска.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования: проспективное одноцентровое исследование включено 20 пациентов (8 мужчин, 12 женщин, средний возраст – $41,2 \pm 9,8$) с болевым синдромом длительностью 3–6 месяцев.

Критерии включения:

- Нерадикулярная боль продолжительностью более 3 мес. при отсутствии эффекта от проводимой

консервативной терапии при дегенеративных изменениях в МПД по шкале Pfirrmann до III стадии включительно. (МКБ 10: M-47; M-54.5).

- Радикулопатия в фазе ирритации вследствие сдавления корешка грыжей МПД с расположением в зонах А и В и градацией 1 степени тяжести по системе классификации Мичиганского государственного университета и без признаков секвестрации (МКБ 10: M-51.1) [30].

Критерии исключения:

- IV-V стадия дегенеративных изменений в МПД по классификации Pfirrmann.

- Радикулопатия в фазе выпадения вследствие сдавления корешка грыжей МПД с расположением в зоне С и градацией 2 и 3 степени тяжести по системе классификации Мичиганского государственного университета и с признаками секвестрации (МКБ 10: M-51.1) [33].

- Аллергические реакции на местные анестетики.
- Инфекционные заболевания кожи в месте манипуляции и признаки воспалительного процесса.
- Беременность.

Оценка результатов включала определение: интенсивности боли в нижних конечностях и позвоночнике по визуальной аналоговой шкале; нейропатического болевого синдрома шкалами Pain Detect, DN4, оценки качества жизни с помощью опросника Освестри; госпитальной шкалы тревоги и депрессии по опроснику HADS; физического и психического благополучия по шкале SF 36; на МРТ-исследования оценивалась степень дегенерации диска по классификации Pfirrmann. Высота диска измерялась в передней, средней и задней точках по центру диска в сагиттальной плоскости с последующим расчетом среднего значения (рис. 1).

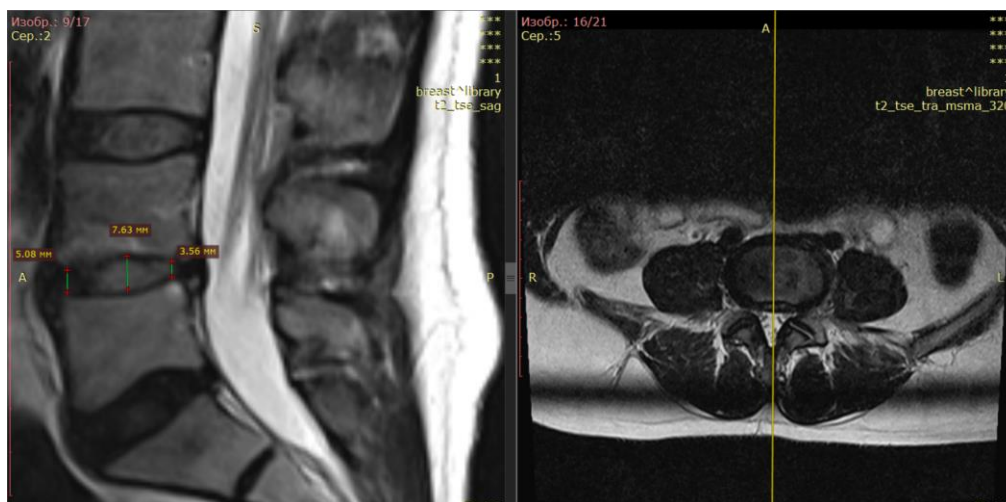


Рисунок 1. МРТ-грамма расчёта высоты диска
Figure 1. MRI scan of disc height calculation

Все измерения проводились до и после операции, а также через 3 и 12 месяцев после вмешательства. Статистический анализ выполнен в программе Statistica v.10.0 (StatSoft Inc., США) с использованием критерия Краскела-Уоллиса, сравнивающий показатели до, после лечения и на 3 и 12 месяцев наблюдения.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Вышеизложенный алгоритм обследования применен у 20 пациентов, которым проводилась лазерная аутопластики пульпозного ядра межпозвонкового диска по предложенной методике, опубликованной ранее [29]. Клиническая эффективность вмешательства и изменения пульпозного ядра до и после минимальноинвазивного вмешательства, на 3 и 12 месяцев наблюдения наглядно показаны в таблице 1 и 2.

Таблица 1. Клинические результаты лазерной аутопластики пульпозного ядра
Table 1. Clinical results of laser autoplasty of the nucleus pulposus

Показатели		До операции 1	После операции 2	3 месяц наблюдения 3	12 месяц наблюдения 4	p
ODI		15,15±4,87 14 [10;16]	10,75±2,62 10 [7;9]	5,39±4,43 4,5 [2;8]	5,88±4,28 5 [2;12]	$P_{K-W}=0,001$
ВАШ поясница		4,8±1,2 5 [4;7,5]	2,15±1,2 2 [0,5;2,5]	2,08±1,55 1 [1;3]	1,25±1,11 1 [1;3]	$P_{K-W}=0,001$
ВАШ конечность		5,95±1,75 5 [5,6; 5]	2,9±1,68 3 [2;3,5]	1,27±2,05 0 [0;2]	2,29±1,05 0 [0;2]	$P_{K-W}=0,054$
DN4		2,40±1,11 2 [2;3,5]	2,1±1,15 1,5 [1;2]	1,80±1,85 2 [0;3]	2,88±1,87 2 [2;4]	$P_{K-W}=0,028$
PainDetect		11,2±5,84 10 [7; 16]	9,1±4,12 10 [6;10]	6,1±5,83 5,5 [1,5;10,5]	8±9,11 9 [7;16]	$P_{K-W}=0,001$
Нейропатическая боль	нет	14 (70%)	15 (75%)	18 (90%)	16 (80%)	$P_{K-W}=0,173$
	да	6 (30%)	5 (25%)	2 (10%)	4 (20%)	
SF 36 физическое благополучие		35,68±10,1 37,45 [29,05;42,43]	40,12±7,56 40,15 [37,25;45,12]	47,11±7,94 46,96 [41,12; 53,55]	52,28±11,30 50,88 [42,40; 55,07]	$P_{K-W}=0,005$
Физ. благополучие	< 50	0 (0%)	2 (10%)	10 (50%)	8(40%)	$P_{K-W}=0,005$
	> 50	20 (100%)	18 (90%)	10 (50%)	12 (60%)	
SF36 психическое благополучие		47,35±10,33 47,20 [33,2;52,12]	49,55±11,21 48,75 [33,25;55,15]	52,92±7,95 55,17 [49,24;57,89]	63,14±17,51 59,70 [56,80;62,96]	$P_{K-W}=0,017$
Псих. благополучие	< 50	9 (45%)	8 (40%)	7 (35%)	5 (25%)	$P_{K-W}=0,005$
	> 50	11 (55%)	12 (60%)	13 (65%)	15 (75%)	
HADS баллы		10,25±3,46 11 [7;16]	7,20±2,89 8 [3;10]	5,89±4,31 4,5 [3;8]	4,5±2,91 4 [2;7,5]	$P_{K-W}=0,005$
HADS депрессия	Нет (0-7 б)	2 (10%)	13 (65%)	12 (60%)	14 (70%)	$P_{K-W}=0,005$
	Субклиническая (8-10 б)	6 (30%)	4 (20%)	4 (20%)	4(20%)	
	Клиническая (>11 б)	12 (60%)	3 (15%)	4 (20%)	2 (10%)	
Шкала Маснав	Отлично	-	1 (5%)	2 (10%)	4 (20%)	$P_{K-W}=0,425$
	Хорошо	-	17 (85%)	14 (70%)	15 (75%)	
	Удовлетворительно	-	2 (10%)	4 (20%)	1 (5%)	
Шкала Nurick	Полный регресс	-	0 (15%)	1 (5%)	3 (15%)	$P_{K-W}=0,761$
	Улучшение	-	18 (90%)	18 (90%)	16 (80%)	
	Состояние без изменений	-	2 (10%)	1 (5%)	1 (5%)	

Примечание: $P_{K-W}^{1,2,3,4}$ - критерий Краскела-Уоллиса сравнивающий показатели до и после лечения, на 3 и 12 месяцев наблюдения.

Таблица 2. Степень дегенерации диска по Pfirrmann и высота диска при проведении аутопластики пульпозного ядра
Table 2. The degree of disc degeneration according to Pfirrmann and the height of the disc during autoplasty of the nucleus pulposus

Показатели		До операции 1	После операции 2	3 месяц наблюдения 3	12 месяц наблюдения 4	p
Pfirrmann	I	2 (10%)	2 (10%)	1 (5%)	1 (5%)	$P_{F}^{1,2,3,4}=0,619$
	II	8 (40%)	8 (40%)	9 (45%)	10 (50%)	
	III	10 (50%)	10 (50%)	10 (50%)	9 (45%)	
Высота диска		89,13±11,47 91[83,33;95]	90,15±13,27 89[77,23;96]	88,13±21,33 89[88,45;95]	89,91±20,15 91[81,23;94]	$P_{F}^{1,2,3,4}=0,445$

Примечание: $P_{F}^{1,2,3}$ - критерий Friedman (динамического наблюдения за степенью дегенерации диска по по Pfirrmann и высотой диска).
 $P_{1,2,3}$ - различия показателей между группами по критерию Вилкоксона.

Результаты исследования оценивали на основании ощущений пациентов и по шкалам. При оценке динамики болевого синдрома и функционального статуса отмечено достоверно снижение интенсивности боли как в поясничной области, так и в нижней конечности. По ВАШ значение боли в пояснице уменьшилось с медианы 5 [4;7,5] до 2 [0,5;2,5] непосредственно после операции и сохранялось на низком уровне 1 [1;3] через 12 месяцев. Боль в конечности снизилась с $5,95 \pm 1,75$ до $2,29 \pm 1,05$ через год, наблюдалось выраженное и стабильное снижение как локальной, так и корешковой боли. В связи с чем функциональное состояние, оцененное по опроснику Освестри (ODI), также значительно улучшилось. Значение ODI снизилось с $15,15 \pm 4,87$ до $5,88 \pm 4,28$ через 12 месяцев ($p=0,001$), что свидетельствует о существенном уменьшении ограничений в повседневной жизни. Однако при выписке из стационара существенные изменения не отмечены в показателях, характеризующих нейропатический компонент боли, а наблюдалось по шкале DN4 достоверное снижение показателей с $2,40 \pm 1,11$ балла до операции до $1,80 \pm 1,85$ через 3 месяца, к 12 месяцам отмечался незначительный рост показателя до $2,88 \pm 1,87$, что, однако оставалось ниже исходного уровня. По шкале PainDetect значения снизились с $11,2 \pm 5,84$ балла до операции до $6,1 \pm 5,83$ через 3 месяца, через 12 месяцев отмечался незначительный рост показателя $8 \pm 9,11$ балла. По оценке распространенности нейропатической боли в исследуемой группе – количество пациентов с диагностированным нейропатическим болевым синдромом сократилось с 6 (30%) до 2 (10%) через 12 месяцев после вмешательства, соответственно, доля пациентов без нейропатического компонента боли увеличилась с 70% до 90%, это указывает на то, что метод эффективно воздействует на один из самых сложных компонентов хронической боли. Качество жизни и психологическое состояние достоверно улучшилось по всем параметрам опросника SF-36. Показатель физического компонента здоровья вырос с $35,68 \pm 10,1$ до $52,28 \pm 11,30$ через 12 месяцев. Количество пациентов с оценкой физического состояния >50 баллов увеличилось с 0% до 60%. Психический компонент здоровья также показал положительную динамику с $47,35 \pm 10,33$ до $63,14 \pm 17,51$. Уровень тревоги и депрессии по госпитальной шкале HADS значимо снизился. Общий балл уменьшился с $10,25 \pm 3,46$ до $4,5 \pm 2,91$. Важно отметить, что доля пациентов с клинически выраженной депрессией сократилась с 60% до 10% в течение года наблюдения, это прямое следствие снижения хронической боли и улучшения функциональности. Оценка эффективности лечения по клиническим шкалам: Нурик у 95% пациентов было отмечено улучшение:

у 15% – полный регресс симптомов, у 80% – значительное улучшение, а состояние без изменений сохранилось лишь у 5% пациентов. По шкале Мак-Наб через 12 месяцев 95% пациентов оценили результат как «отличный» (20%) или «хороший» (75%), и лишь 5% – как «удовлетворительный». Анализируемые клинические данные продемонстрировали статистически значимое улучшение по всем ключевым клиническим параметрам. Проведенное исследование продемонстрировало клиническую эффективность метода лазерной аутопластики пульпозного ядра у 20 пациентов с хроническим болевым синдромом на фоне дегенеративных изменений межпозвонковых дисков.

При данных МРТ не выявлена статистически значимая динамика в структурном состоянии дисков, а также не наблюдалось достоверных изменений ни степени дегенерации по классификации Pfirrmann ($p=0,356$), ни средней высоты диска ($p=0,445$) в течение всего периода наблюдения.

Способ лазерной аутопластики поясняется клиническим примером. Пациент Г., 1988 года рождения, поступил в нейрохирургический стационар 12 мая 2022 года, предъявляя жалобы на боли в пояснице, распространяющиеся в правую нижнюю конечность. Интенсивность боли, измеренная по ВАШ, достигала 4 баллов в спине и 6 баллов в правой ноге. Оценка качества жизни по ODI составила 36 баллов, что свидетельствовало о значительном снижении.

Неврологический статус характеризовался вертеброгенной люмбоишиалгией справа, парезов не выявлено. Отмечалась гипестезия в зоне L5 справа и положительный симптом Лассега справа при угле подъема 70 градусов. Наблюдался выраженный болевой и мышечно-тонический синдромы. На основании клинических данных и МРТ исследования установлен диагноз: Дорсопатия, обусловленная дегенеративно-дистрофическими изменениями поясничного отдела позвоночника. Выявлена срединная грыжа диска на уровне LIV-LV без признаков секвестрации, провоцирующая люмбоишиалгию справа и сопровождающаяся стойким болевым и мышечно-тоническим синдромами (код по МКБ М 51.1).

Хирургическое вмешательство с использованием предложенной методики выполнено 15 мая 2022 года. Пациент располагался в положении на животе с подложенным под таз валиком. После местной анестезии (20 мл 0,5% раствора новокаина) произведена пункция кожи на 10-12 см латеральнее от средней линии остистых отростков на уровне LIV-LV. Под рентгенологическим контролем (С-дуга «Siemens», Германия) в диск была введена игла (диаметр 1,0 мм) с мандреном (длина 20 мм) под углом 50–60°. После достижения дистального отдела межпозвонкового диска через иглу в полость

диска на глубину 1,0 мм за срез иглы введено световодное оптоволокно. Для лазерной аутопластики применялся диодный лазер АЛОД-01 (Россия), генерирующий излучение с длиной волны 1061 нм («Медлаз-Нева», Санкт-Петербург). В дистальном отделе диска проводилось лазерное воздействие мощностью 4,5 Вт, затем игла частично извлекалась до центральной части диска для проведения воздействия мощностью 5,5 Вт. Далее, после дальнейшего извлечения иглы, ее перемещали к периферии диска проксимального отдела и проводили третье воздействие мощностью 4,5 Вт. Каждое воздействие проводилось в три этапа с идентичными параметрами: длительность импульса - 0,5 сек., интервал - 0,3 сек., количество импульсов - 10.

Пациент хорошо перенес манипуляцию. Достигнуто обезболивание паравертебральной зоны поясницы. Продолжительность операции составила 30 минут, кровопотеря отсутствовала. В раннем послеоперационном периоде, через 3-4 часа после завершения процедуры, пациенту разрешили вертикализироваться с использованием полужесткого корсета, а сидеть - через сутки.

Послеоперационный период протекал без осложнений. Болевой синдром в правой нижней конечности у пациента регрессирует. Неврологический статус при выписке: Перкуссия грудного отдела позвоночника безболезненна. Поясничный лордоз сглажен. Движения в пояснично-крестцовом

отделе незначительно болезненны. Симптомы натяжения отсутствуют. Коленные рефлексы D=S живые. Ахилловы рефлексы S=D живые. Патологические симптомы отсутствуют. Мышечный тонус в руках не нарушен, в ногах сохранён. Мышечная сила верхних конечностей - 5 баллов, нижних конечностей - 5 баллов. Нарушения чувствительности на момент осмотра не выявлено. Менингеальных симптомов нет. Координаторные пробы выполняет верно. Комплексная клиническая послеоперационная оценка: уровень болевого синдрома по ВАШ составил 1 балл в позвоночном столбе и 2 балла - правой нижней конечности, уровень качества жизни по ODI - 11 баллов. Пациент выписан под наблюдение невролога по месту жительства с полным регрессом неврологической симптоматики на 2-е сутки после лазерной аутопластики МПД. Рекомендовано в сроки до 2 недель ограничить физические нагрузки. Осмотрен через 2 месяца нейрохирургом: полная социальная и профессиональная реабилитация. Повторные осмотры пациента Г. проводились через 3 и 12 месяцев. На контрольной МРТ-грамме через 12 месяцев после проведенной лазерной аутопластики межпозвоночного диска на уровне L_{IV}-L_V (рис. 2) выявлены изменения, свидетельствующие о сохранении вязкоэластических свойств межпозвоночного диска и высоты диска, что клинически проявилось снижением интенсивности болевого синдрома и его регрессией.

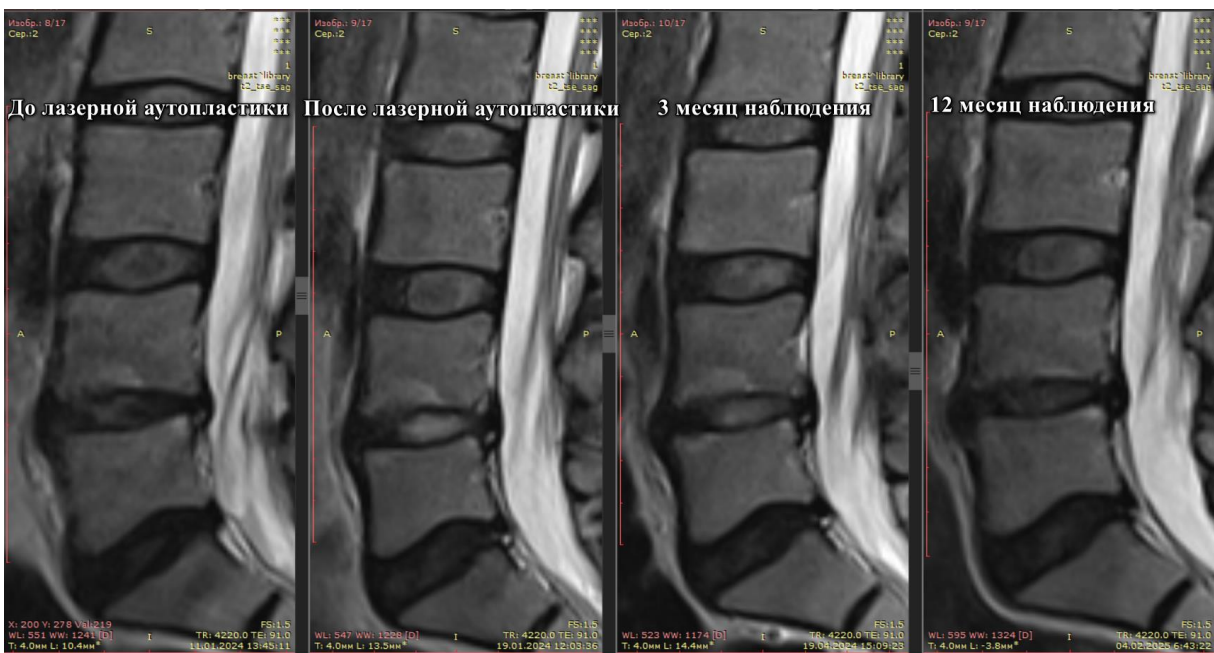


Рисунок 2. МРТ-грамма пациента Г. в динамике наблюдения 12 месяцев после лазерной аутопластики - срединная грыжа межпозвоночного диска на уровне L_{IV}-L_V

Figure 2. MRI of patient G. during 12 months of observation after laser autoplasty - median intervertebral disc herniation at the L_{IV}-L_V level

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследование продемонстрировало высокую безопасность и эффективность лазерной аутопластики, о чём свидетельствует полное отсутствие интра- и послеоперационных осложнений, а также отличная переносимость процедуры пациентами под местной анестезией, сопровождающаяся коротким периодом реабилитации с активизацией в течение 3–4 часов и выпиской на вторые сутки. Полученные результаты указывают на выраженное и долгосрочное (12 месяцев) снижение болевого синдрома, улучшение функционального состояния и качества жизни пациентов, в том числе в отношении нейропатического компонента боли.

Низкоинтенсивная лазерная терапия (НИЛТ) способна модулировать клеточные процессы, уменьшая отёк, купируя боль и стимулируя регенерацию тканей. Её эффекты реализуются через регуляцию апоптоза, ангиогенеза, пролиферации и дифференцировки клеток, а также синтеза коллагена и улучшения микроциркуляции. Биостимулирующее действие НИЛТ связано с усилением продукции АТФ, РНК и ДНК, что улучшает трофику и оксигенацию тканей [25]. Несмотря на преимущества (неинвазивность, безопасность, экономичность), применение лазерных методов требует осторожности: повышение температуры тканей выше 45°C вызывает необратимые повреждения [31]. При этом ключевые механизмы анальгетического и репаративного действия лазеров остаются недостаточно изученными [24, 25, 32, 33].

Необходимо также отметить, что стойкое клиническое улучшение не коррелирует со структурным восстановлением диска, что позволяет предположить, что основной механизм действия заключается в модуляции болевых рецепторов и нервных окончаний, купировании локального асептического воспаления и денервации и изменении патологической импульсации от поражённого диска [34–36]. Таким образом, безопасность и минимальная инвазивность метода делают его предпочтительной альтернативой для пациентов, которым не помогает консервативная терапия.

ВЫВОДЫ

Лазерная аутопластика пульпозного ядра является эффективным методом лечения хронического болевого синдрома у пациентов с дегенеративными изменениями межпозвонковых дисков I–III стадий по МРТ-классификации Пфиррмана.

Метод обеспечивает значительное и стойкое снижение боли, улучшение функционального статуса и качества жизни.

Несмотря на отсутствие структурных изменений на МРТ, клинический эффект сохраняется, что свидетельствует о возможном нейромодуляционном и противовоспалительном механизме действия.

Метод сохраняет биомеханику позвоночника за счет отсутствия резекции тканей.

Метод является минимально инвазивным, безопасным и может рассматриваться как альтернатива открытым хирургическим вмешательствам.

Литература [References]

- Francisco V., et al. A new immunometabolic perspective of intervertebral disc degeneration. *Nature reviews. Rheumatology*. 2022;18(1):47-60. <https://doi.org/10.1038/s41584-021-00713-z>
- Xu, Hao et al. Contribution of immune cells to intervertebral disc degeneration and the potential of immunotherapy. *Connective tissue research*. 2023;64(5):413-427. <https://doi.org/10.1080/03008207.2023.2212051>
- Zhu D., Liang H., Du Z., Liu Q., Li G., Zhang W., Wu D., Zhou X., Song Y., Yang C. Altered Metabolism and Inflammation Driven by Post-translational Modifications in Intervertebral Disc Degeneration. *Research (Washington, D.C.)*. 2024;7:0350. <https://doi.org/10.34133/research.0350>
- Von Forell G.A., Stephens T.K., Samartzis D., Bowden A.E. Low Back Pain: A Biomechanical Rationale Based on “Patterns” of Disc Degeneration. *Spine*. 2015;40:1165-1172. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000000982>
- Мирютова Н.Ф., Минченко Н.Н., Смирнова И.Н., Гамеева Е.В., Степанова А.М. Методы коррекции дегенерации межпозвонкового диска (научный обзор). *Курортная медицина*. 2024;2: 146-155. Miryutova N. F., Minchenko N.N., Smirnova I. N., Gameeva E. V., Stepanova A.M. Methods for correction of intervertebral disc degeneration (scientific review). *Resort medicine*. 2024;2:146-155. (In Russ.). https://doi.org/10.24412/2304-0343-2024_2_146
- El Melhat AM, Youssef ASA, Zebdawi MR, Hafez MA, Khalil LH, Harrison DE. Non-Surgical Approaches to the Management of Lumbar Disc Herniation Associated with Radiculopathy: A Narrative Review. *J Clin Med*. 2024;13(4):974. Published 2024 Feb 8. <https://doi.org/10.3390/jcm13040974>
- Mohd Isa I. L., Teoh S. L., Mohd Nor N.H., Mokhtar S.A. Discogenic Low Back Pain: Anatomy, Pathophysiology and Treatments of Intervertebral Disc Degeneration. *International journal of molecular sciences*. 2022;24(1):208. <https://doi.org/10.3390/ijms24010208>
- Lorio MP, Tate JL, Myers TJ, Block JE, Beall DP. Perspective on Intradiscal Therapies for Lumbar Discogenic Pain: State of the Science, Knowledge Gaps, and Imperatives for Clinical Adoption. *J Pain Res*. 2024 Mar 18;17:1171-1182. <https://doi.org/10.2147/JPR.S441180>. PMID: 38524692; PMCID: PMC10959304.
- Lin LH, Lin TY, Chang KV, Wu WT, Özçakar L. Neural Mobilization for Reducing Pain and Disability in Patients with Lumbar Radiculopathy: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Life (Basel)*. 2023;13(12):2255. Published 2023 Nov 26. <https://doi.org/10.3390/life13122255>
- Pfirrmann CW, Metzdorf A, Zanetti M, Hodler J, Boos N. Magnetic resonance classification of lumbar intervertebral disc degeneration. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2001;26(17):1873-1878. <https://doi.org/10.1097/00007632-200109010-00011>
- Kushchayev SV, Glushko T, Jarraya M, Schuleri KH, Preul MC, Brooks ML, Teytelboym OM. ABCs of the degenerative spine. *Insights Imaging*. 2018 Apr;9(2):253-274. <https://doi.org/10.1007/s13244-017-0584-z>. Epub 2018 Mar 22. PMID: 29569215; PMCID: PMC5893484.

- 12 Rivera Tapia ED, Meakin JR, Holsgrove TP. In-vitro models of disc degeneration - A review of methods and clinical relevance. *J Biomech*. 2022 Sep;142:111260. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2022.111260>. Epub 2022 Aug 17. PMID: 36027637.
- 13 Tripathi G., Guha L., Kumar H. Seeing the unseen: The role of bioimaging techniques for the diagnostic interventions in intervertebral disc degeneration. *Bone reports*. 2024;22:101784. <https://doi.org/10.1016/j.bonr.2024.101784>
- 14 Fujii K., Yamazaki M., Kang J.D., Risbud M.V., Cho S.K., Qureshi S.A., Hecht A.C., Iatridis J.C. Discogenic Back Pain: Literature Review of Definition, Diagnosis, and Treatment. *JBMR plus*. 2019;3(5):e10180. <https://doi.org/10.1002/jbm4.10180>
- 15 Zàaba NF, Ogaili RH, Ahmad F, Mohd Isa IL. Neuroinflammation and nociception in intervertebral disc degeneration: a review of precision medicine perspective. *Spine J*. Published online January 13, 2025. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2024.12.033>
- 16 Kibble MJ, Domingos M, Hoyland JA, Richardson SM. Importance of Matrix Cues on Intervertebral Disc Development, Degeneration, and Regeneration. *Int J Mol Sci*. 2022;23(13):6915. Published 2022 Jun 21. <https://doi.org/10.3390/ijms23136915>
- 17 Liu Y, Dou Y, Sun X, Yang Q. Mechanisms and therapeutic strategies for senescence-associated secretory phenotype in the intervertebral disc degeneration microenvironment. *J Orthop Translat*. 2024;45:56-65. Published 2024 Mar 12. <https://doi.org/10.1016/j.jot.2024.02.003>
- 18 Chou D., Samartzis D., Bellabarba C., Patel A., Luk K.D.K., Kisser J.M.S., Skelly A.C. Degenerative Magnetic Resonance Imaging Changes in Patients with Chronic Low Back Pain. *Spine*. 2011;36:S43-S53. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31822ef700>
- 19 Kim H.S., Wu P.H., Jang I.T. Lumbar Degenerative Disease Part 1: Anatomy and Pathophysiology of Intervertebral Discogenic Pain and Radiofrequency Ablation of Basivertebral and Sinuvertebral Nerve Treatment for Chronic Discogenic Back Pain: A Prospective Case Series and Review of Literature. *International journal of molecular sciences*. 2020;21(4):1483. <https://doi.org/10.3390/ijms21041483>
- 20 Diwan A.D., Melrose J. Intervertebral disc degeneration and how it leads to low back pain. *JOR spine*. 2022;6(1):e1231. <https://doi.org/10.1002/jsp2.1231>
- 21 Tu J, Li W, Hansbro PM, Yan Q, Bai X, Donovan C, Kim RY, Galvao I, Das A, Yang C, Zou J, Diwan A. Smoking and tetramer tryptase accelerate intervertebral disc degeneration by inducing METTL14-mediated DIXDC1 m modification. *Mol Ther*. 2023 Aug 2;31(8):2524-2542. <https://doi.org/10.1016/j.yjmt.2023.06.010>. Epub 2023 Jun 19. PMID: 37340635; PMCID: PMC10422004
- 22 Ларионов С.Н. Сорокоиков В.А. Бывальцев В.А., Животенко А.П. Горбунов А.В. Потапов В.Э. Складенко О.В. Пункционная лазерная абляция медиальной ветви спинномозгового нерва при дегенеративных дорсопатиях. Методические рекомендации по применению новой медицинской технологии. Иркутск. 2022:20. Larionov S.N. Sorokovikov V.A. Byval'tsev V.A., Zhivotenko A.P. Gorbunov A.V. Potapov V.E. Sklyarenko O.V. Punksionnaya lazernaya ablyatsiya medial'noy vetvi spinnomozgovogo nerva pri degenerativnykh dorsopatiyakh. Metodicheskiye rekomendatsii po primeneniyu novoy meditsinskoy tekhnologii. Irkutsk. 2022:20. (In Russ.)
- 23 Liu Z., Zhu J., Liu H., Fu C. Natural products can modulate inflammation in intervertebral disc degeneration. *Frontiers in pharmacology*. 2023; 14:1150835. <https://doi.org/10.3389/fphar.2023.1150835>
- 24 Arjmand B, Khodadost M, Jahani Sherafat S, et al. Low-Level Laser Therapy: Potential and Complications. *J Lasers Med Sci*. 2021;12:e42. Published 2021 Aug 4. <https://doi.org/10.34172/jlms.2021.42>
- 25 Khalkhal E, Razzaghi M, Rostami-Nejad M, Rezaei-Tavirani M, Heidari Beigvand H, Rezaei Tavirani M. Evaluation of Laser Effects on the Human Body After Laser Therapy. *J Lasers Med Sci*. 2020;11(1):91-97. <https://doi.org/10.15171/jlms.2020.15>
- 26 de Freitas LF, Hamblin MR. Proposed Mechanisms of Photobiomodulation or Low-Level Light Therapy. *IEEE J Sel Top Quantum Electron*. 2016;22(3):7000417. <https://doi.org/10.1109/JSTQE.2016.2561201>
- 27 Kim C., Choi W. J., Ng Y., Kang W. Mechanically Induced Cavitation in Biological Systems. *Life (Basel, Switzerland)*. 2021;11(6):546. <https://doi.org/10.3390/life11060546>
- 28 Shiwen L., Zhuan Z., Jiayuan X., Yang L., Wenyu W., Qi L., Quan Q. The Impact of Intervertebral Disc Hydration on the Photothermal Responses and Carbonization Properties in Low-Energy Laser Therapy. 2025.
- 29 Способ лазерной аутопластики пульпозного ядра межпозвонкового диска. № 2 829 696 С1 Рос. Федерация; МПК А61В 18/20 (2006.01) А61Н 5/067 (2006.01) / Ларионов С.Н, Сорокоиков В.А., Животенко А.П., Потапов В.Э., Горбунов А.В., Кикина Е.И.; Федеральное государственное бюджетное научное учреждение Иркутский научный центр хирургии и травматологии (ФГБНУ ИНЦХТ). № 2024101893; заявл. 25.01.2024; опубл. 05.11.2024. Бюл. № 31. Sposob lazernoye avtoplastiki pul'pozного yadra mezhpozvonkovogo diska. № 2 829 696 С1 Рос. Федерация; МПК А61В 18/20 (2006.01) А61Н 5/067 (2006.01) / Larionov S.N, Sorokovikov V.A., Zhivotenko A.P., Potapov V.E., Gorbunov A.V., Kikina E.I.; Federal'noye gosudarstvennoye byudzhethnoye nauchnoye uchrezhdeniye Irkutskiy nauchnyy tsentr khirurgii i travmatologii (FGBNU INTSKHT). № 2024101893; yayavl. 25.01.2024; opubl. 05.11.2024. Byul. № 31. (In Russ.)
- 30 d'Ercole M, Innocenzi G, Ricciardi F, Bistazzoni S. Prognostic Value of Michigan State University (MSU) Classification for Lumbar Disc Herniation: Is It Suitable for Surgical Selection? *Int J Spine Surg*. 2021;15(3):466-470. <https://doi.org/10.14444/8068>
- 31 Durmuş H.O., Gün N., Karaböce B., Seyidov M.Y. Investigation of temperature effects of a low-level laser source within the muscle phantom. *Int J Adv Appl Sci*. 2021;10(4):373-377. <https://doi.org/10.11591/ijaas.v10.i4.pp373-377>
- 32 Juybari A.G., Frouzani M., Abdollahi A., Pahnabi A. Comparing Nucleotomy and Percutaneous Laser Disc Decompression for Lumbar Disc Herniation: A Review Article. *Humanist Stud Soc Res*. 2025;1(1):6.
- 33 Saghebdoost S., Shafagh S.G., Pak N., Fekrazad R., Khadivi M., Faghhi Jouibari M., Boustani M.R. Role of Percutaneous Laser Disc Decompression in Patients with Lumbar Disc Herniation on Pain Relief: A Quasi-Experimental Pilot Study. *Galen medical journal*. 2022;11:e2382. <https://doi.org/10.31661/gmj.v11i.2382>
- 34 Schenk B, Brouwer PA, van Buchem. Experimental basis of percutaneous laser disc decompression (PLDD): a review of literature. *Lasers in medical science*. 2006;4(21):245-9. <https://doi.org/10.1007/s10103-006-0393-y>
- 35 Momenzadeh S, Koosha A, Kazempoor Monfared M, Bairami J, Zali A, Ommi D, Hosseini B, Hashemi M, Sayadi S, Aryani R, Nematollahi F, Nematollahi L, Barati M. The Effect of Percutaneous Laser Disc Decompression on Reducing Pain and Disability in Patients With Lumbar Disc Herniation. *J Lasers Med Sci*. 2019 Winter;10(1):29-32. <https://doi.org/10.15171/jlms.2019.04>. Epub 2018 Dec 15. PMID: 31360365; PMCID: PMC6499585
- 36 Lorio MP, Tate JL, Myers TJ, Block JE, Beall DP. Perspective on Intradiscal Therapies for Lumbar Discogenic Pain: State of the Science, Knowledge Gaps, and Imperatives for Clinical Adoption. *J Pain Res*. 2024;17:1171-1182. Published 2024 Mar 18. <https://doi.org/10.2147/JPR.S441180>

Авторская справка**Животенко Александр Петрович**

Научный сотрудник научно-клинического отдела нейрохирургии, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.

ORCID 0000-0002-4032-8575; zhivotenko1976@mail.ru

Вклад автора: анализ амбулаторных карт, обобщение результатов лечения.

Ларионов Сергей Николаевич

Д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник, заведующий научно-клинического отдела нейрохирургии, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.

ORCID 0000-0001-9189-3323; snlar@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, анализ данных, написание статьи.

Сороковиков Владимир Алексеевич

Д-р мед. наук, профессор, директор, Иркутский научный центр хирургии и травматологии; заведующий кафедрой травматологии, ортопедии и нейрохирургии Иркутской государственной медицинской академии последипломного образования – филиал ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России.

ORCID 0000-0002-9008-6383; vasorokovikov@mail.ru

Вклад автора: разработка концепции исследования, анализ данных.

Вельм Андрей Иванович

Канд. мед. наук, врач рентгенолог, Иркутский научный центр хирургии и травматологии.

ORCID 0009-0001-9419-105X; wellem11@yandex.ru

Вклад автора: подбор литературы, анализ амбулаторных карт.

Author's reference**Aleksandr P. Zhivotenko**

Researcher, Scientific and Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology.

ORCID 0000-0002-4032-8575; zhivotenko1976@mail.ru

Author's contribution: analysis of outpatient cards, summarizing treatment results.

Sergey N. Larionov

Dr. Sci. (Med.), Leading Researcher, Head of the Scientific and Clinical Department of Neurosurgery, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology.

ORCID 0000-0001-9189-3323; snlar@mail.ru

Author's contribution: developing a research concept, analyzing data, writing an article.

Vladimir A. Sorokovikov

Dr. Sci. (Med.), Professor, Director, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology; Head of the Department of Traumatology, Orthopedics, and Neurosurgery, Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – branch of the Russian Medical Academy of Continuous Professional Education of the Ministry of Health of the Russian Federation.

ORCID 0000-0002-9008-6383; vasorokovikov@mail.ru

Author's contribution: research concept development, data analysis.

Andrey I. Vel'm

Cand. Sci. (Med.), radiologist, Irkutsk Scientific Center of Surgery and Traumatology.

ORCID 0009-0001-9419-105X; wellem11@yandex.ru

Author's contribution: literature selection, outpatient cards analysis.