

© БЫВАЛЬЦЕВ В. А., КАЛИНИН А. А., АЛИЕВ М. А., ЮСУПОВ Б. Р.

УДК 616.711.6/7-08-053.9

DOI: 10.20333/2500136-2019-5-52-58

## РЕЗУЛЬТАТЫ ЛАМИНЭКТОМИИ С ФИКСАЦИЕЙ ЗА БОКОВЫЕ МАССЫ ПРИ ЛЕЧЕНИИ МНОГОУРОВНЕВЫХ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ШЕЙНОГО ОТДЕЛА

В. А. Бывальцев<sup>1,2,3,4</sup>, А. А. Калинин<sup>1,2</sup>, М. А. Алиев<sup>1</sup>, Б. Р. Юсупов<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Иркутский государственный медицинский университет, Иркутск 664003, Российская Федерация

<sup>2</sup>Дорожная Клиническая Больница на ст. Иркутск-Пассажи́рский ОАО «РЖД», Иркутск 664005, Российская Федерация

<sup>3</sup>Иркутский научный центр хирургии и травматологии, Иркутск 664003, Российская Федерация

<sup>4</sup>Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования, Иркутск 664049, Российская Федерация

**Цель исследования.** Провести анализ результатов применения ламинэктомии с фиксацией за боковые массы при лечении пациентов с многоуровневыми дегенеративными заболеваниями шейного отдела позвоночника.

**Материал и методы.** В проспективное исследование включено 57 пациентов, которым в период с 2013 по 2016 гг. выполнены декомпрессионно-стабилизирующие нейрохирургические вмешательства в сегментах CIII-CVII. Анализировались: гендерные характеристики, антропометрические данные, технические параметры вмешательства, специфичность послеоперационного ведения, наличие периоперационных осложнений. Кроме того, до операции, при выписке, через 12 и 24 месяца исследовались: уровень болевого синдрома в шейном отделе позвоночника и верхних конечностях по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), функциональный статус по Neck disability index (NDI), результат хирургического лечения по субъективной шкале Macnab.

**Результаты.** Отмечено существенное уменьшение интенсивности болевого синдрома как в шейном отделе позвоночника с 71 (67;78) мм до 23 (21;33) мм ( $p < 0,001$ ), так и в верхних конечностях с 84 (80;87) мм до 18 (10;29) мм ( $p > 0,001$ ); выявлена положительная динамика функционального статуса с 47 (42;48) до 21 (18;26) ( $p > 0,001$ ). По субъективной шкале Macnab в отдаленном периоде получены отличные и хорошие исходы в 75,4 %. Общее количество периоперационных осложнений составило 10,5 %.

**Заключение.** Выполнение ламинэктомии с винтовой фиксацией за боковые массы шейных позвонков по методике Anderson-Sekhon обладает высокой клинической эффективностью и низким риском развития неблагоприятных последствий при выполнении многоуровневых декомпрессионно-стабилизирующих вмешательств у пациентов с дегенеративными заболеваниями шейного отдела позвоночника.

**Ключевые слова:** шейный отдел позвоночника, многоуровневые дегенеративные заболевания, стеноз позвоночного канала, дорзальные оперативные вмешательства, ламинэктомия, винтовая фиксация за боковые массы.

**Конфликт интересов.** Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

**Для цитирования:** Бывальцев ВА, Калинин АА, Алиев МА, Юсупов БР. Результаты ламинэктомии с фиксацией за боковые массы при лечении многоуровневых дегенеративных заболеваний шейного отдела. *Сибирское медицинское обозрение*. 2019;(5):52-58. DOI: 10.20333/2500136-2019-5-52-58

## RESULTS OF LAMINECTOMY WITH LATERAL MASSES FIXATION IN TREATMENT OF MULTILEVEL CERVICAL DEGENERATIVE DISEASES

V. A. Byvaltsev<sup>1,2,3,4</sup>, A. A. Kalinin<sup>1,2</sup>, M. A. Aliev<sup>1</sup>, B. R. Yusupov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Irkutsk State Medical University, Irkutsk 664003, Russian Federation

<sup>2</sup>Road clinical hospital, Irkutsk-Passenger station, Irkutsk 664005, Russian Federation

<sup>3</sup>Irkutsk Research Center Surgery and Traumatology, Irkutsk 664003, Russian Federation

<sup>4</sup>Irkutsk state medical academy of postgraduate education, Irkutsk 664049, Russian Federation

**The aim of the research** is to analyze the results of laminectomy with lateral masses fixation in treatment of patients with multilevel cervical spine degenerative diseases.

**Material and methods.** A prospective study included 57 patients who underwent decompression-stabilizing neurosurgical interventions in CIII-CVII segments in the period from 2013 to 2016. Gender characteristics, anthropometric data, technical parameters of intervention, specificity of postoperative management, presence of perioperative complications were analyzed. Furthermore, pain level in cervical spine and in upper extremities according to visual analogue scale (VAS), functional status according to Neck disability index (NDI), result of surgical treatment according to subjective Macnab scale were studied before surgery, at the discharge from hospital, in 12 and 24 months.

**Results.** A significant decrease in pain intensity was observed both in cervical spine from 71 (67; 78) mm to 23 (21; 33) mm ( $p < 0.001$ ) and in the upper extremities from 84 (80; 87) mm to 18 (10; 29) mm ( $p > 0.001$ ); positive dynamics of functional status from 47 (42; 48) to 21 (18; 26) ( $p > 0.001$ ) was revealed. Due to subjective Macnab scale, excellent and good outcomes of 75.4% were obtained in the long-term period. The total number of perioperative complications was 10.5 %.

**Conclusion.** Performing cervical vertebrae laminectomy with lateral masses screw fixation according to Anderson - Sekhon method has high clinical efficacy and a low risk of adverse effects development when performing multilevel decompression-stabilizing interventions in patients with cervical spine degenerative diseases.

**Key words:** cervical spine, multilevel degenerative diseases, spinal stenosis, dorsal surgical interventions, laminectomy, lateral masses screw fixation.

**Conflict of interest.** The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

**Citation:** Byvaltsev VA, Kalinin AA, Aliev MA, Yusupov BR. Results of laminectomy with lateral masses fixation in treatment of multilevel cervical degenerative diseases. *Siberian Medical Review*. 2019;(5):52-58. DOI: 10.20333/2500136-2019-5-52-58

## Введение

Дегенеративные изменения межпозвоночных дисков, дугоотростчатых суставов, задней продольной и желтой связок сопровождаются развитием необратимых неврологических нарушений, таких как радикулопатия и миелопатия [1, 2]. Многоуровневый стенозирующий характер поражения является доминирующим в большинстве случаев дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника [3, 4].

Считается, что ламинэктомия и ламинопластика способствуют эффективному расширению позвоночного канала и сопровождаются удовлетворительными клиническими исходами в послеоперационном периоде [5, 6]. Но при этом существует высокая вероятность развития сегментарной нестабильности, потери шейного лордоза и ухудшения неврологической симптоматики [7, 8]. В связи с чем дорзальная шейная декомпрессия и установка винтов в латеральные массы является методом выбора при лечении субаксиальных дегенеративных заболеваний шейного отдела позвоночника [9].

Задняя шейная фиксация за боковые массы впервые была использована Roy Camille в 1979 году и в настоящее время широко применяется при лечении пациентов с дегенеративными заболеваниями шейного отдела позвоночника [10]. В последующем для лучшей стабильности и большей безопасности положение винтовой конструкции модифицировалось Magerl, Anderson, An и Sekhon [11]. Установлено, что такая фиксация способна противостоять высоким биомеханическим нагрузкам и предотвращает развитие послеоперационной кифотизации [12]. Но при этом, высокие риски развития компрессии спинномозговых корешков и повреждения позвоночной артерии являются сдерживающими факторами широкого использования указанной методики [13, 14].

В центре нейрохирургии НУЗ Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД» с 2013 года применяется ламинэктомия с фиксацией шейных позвонков за боковые массы по методике Anderson–Sekhon [14]. Недостаточная информация о клинической эффективности вышеописанного метода лечения явились побудительным моментом для проведения этого научного проекта.

Целью исследования явилось проведение анализа результатов применения ламинэктомии с фиксацией за боковые массы при лечении пациентов с многоуровневыми дегенеративными заболеваниями шейного отдела позвоночника.

## Материал и методы

В период с января 2013 года по декабрь 2016 года на базе центра Нейрохирургии НУЗ Дорожной клинической больницы на ст. Иркутск-Пассажирский ОАО «РЖД» проведено продольное проспективное одноцентровое исследование, оценены результаты

дооперационного обследования и послеоперационного периода 57 пациентов с многоуровневыми дегенеративными заболеваниями шейного отдела позвоночника, которым в условиях общей анестезии с искусственной вентиляцией легких выполнены декомпрессивно-стабилизирующие нейрохирургические вмешательства в сегментах C<sub>III</sub>-C<sub>VII</sub>. Исследование одобрено этическим комитетом Иркутского ГМУ (протокол № 2 от 16.11.2012 г.).

*Критерии включения:* симптоматичный дегенеративный стеноз позвоночного канала; многоуровневый характер поражения (2 и более смежных позвоночно-двигательных сегмента); неэффективность консервативного лечения в течение 8 недель.

*Критерии исключения:* ранее выполненные хирургические вмешательства на шейном отделе позвоночника, одноуровневое дегенеративное заболевание шейного сегмента, значимый остеопороз, сопутствующая патология в стадии декомпенсации, воспалительные или опухолевые заболевания, травматические повреждения шейного отдела позвоночника.

Хирургические вмешательства выполнялись из традиционного заднего срединного доступа, по общепринятой нейрохирургической методике билатерального скелетирования паравертебральной мускулатуры (рис. 1 а), реконструкции позвоночного канала в объеме ламинэктомии и фораминотомии под оптическим увеличением операционного микроскопа OPMI Pentero (Carl Zeiss, Германия) с использованием специализированного силового оборудования (высокоскоростная дрель Anspach Effort, США) и последующей имплантацией погружных винтовых систем Mountaineer (Synthes, Switzerland) и Neon-3 (Ulrich, Germany) в боковые массы шейных позвонков (рис. 1б). Все пациенты оперированы с помощью оригинального инструментария одной хирургической бригадой без социальной и экономической заинтересованности в результате оперативного вмешательства.

Пациентам, включенным в исследования, осуществлялся комплексный клинический и инструментальный подход, с обязательным неврологическим обследованием, использованием шейной спондилографии в 2х проекциях и с функциональными пробами, магнитно-резонансной (1,5 T Magnetom Siemens Essenzal, Germany) и мультиспиральной компьютерной (Bright Speed Edge, General Electric (USA) томографии.

Для анализа использовались: гендерные характеристики и антропометрические данные (пол, возраст, индекс массы тела), технические параметры вмешательства (продолжительность операции, объем кровопотери, длительность интраоперационной флюороскопии), время активизации и длительность стационарного лечения после оперативного вмешательства, наличие периоперационных осложнений.

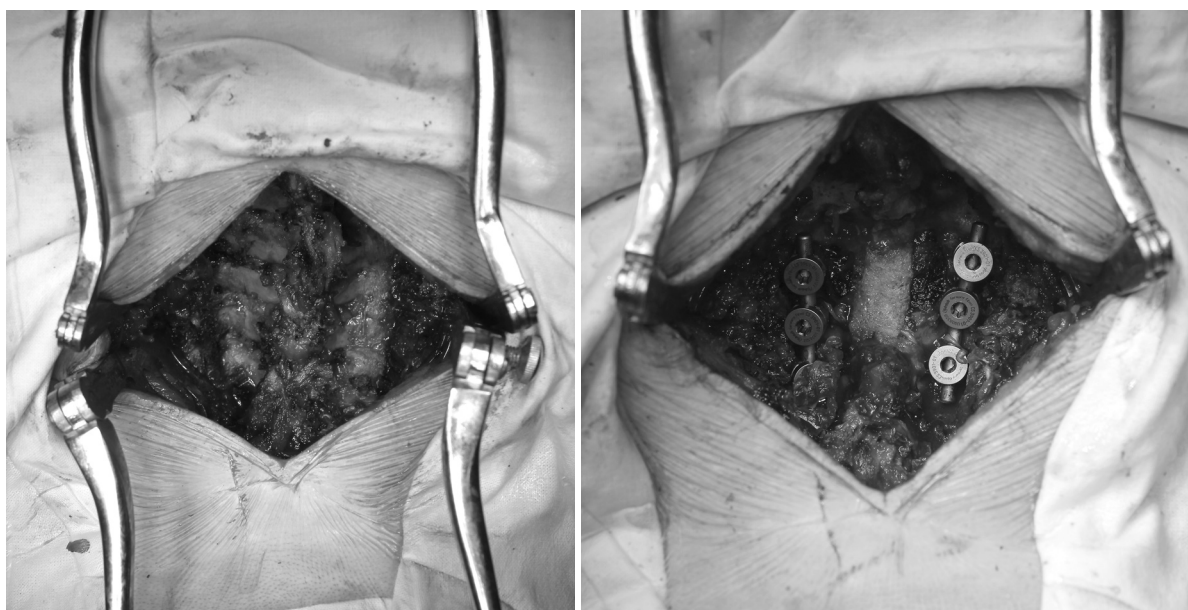


Рисунок 1. Интраоперационные фотографии этапов выполнения ламинэктомии с фиксацией за боковые массы шейных позвонков: а) доступ к пораженным шейным сегментам; б) окончательный вид после декомпрессии и установленной металлоконструкции.

Figure 1. Intraoperative photographs of stages for cervical vertebrae laminectomy with lateral masses fixation: a) access to the affected cervical segments; b) final view after decompression and metalwork installation.

Исследование клинической эффективности осуществляли в отмеченные протоколом исследования временными промежутками до операции, при выписке, через 12 и 24 месяца. Для этого изучали выраженность болевого синдрома в шейном отделе позвоночника и верхних конечностях по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), функциональный статус по Neck disability index (NDI), результат хирургического лечения по субъективной шкале Masgab.

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 и 3 квартилей – Me ( $Q_{25}; Q_{75}$ ). Использованы критерии непараметрической статистики: критерий Вилкоксона (W) для зависимых выборок.

#### Результаты и обсуждение

Сводные данные о исследуемой группе отражены в таблице 1. Установлено, что преобладали пациенты мужского пола зрелого возраста с преимущественной локализацией патологического процесса в сегментах  $C_{IV}-C_{V}$ ,  $C_{V}-C_{VI}$ .

Таблица 1

#### Исходные данные о пациентах исследуемых групп

Table 1

#### Initial data on patients from the studied groups

Критерии Criterion	Исследуемая группа Study group (n = 57)
Возраст Age (лет years), Me (25; 75)	54 (42;63)
Пол Sex [(жен/ муж) fem/mal, % жен fem]	19/38 (66,1)
Индекс массы тела Body mass index (кг/м <sup>2</sup> )	24,8 (23,6;26,7)
Локализация оперированных сегментов Localization of the operated segments (n, %)	
$C_{III}-C_{IV}-C_{V}$	12 (21)
$C_{IV}-C_{V}-C_{VI}$	26 (45,6)
$C_{III}-C_{IV}-C_{V}-C_{VI}$	14 (24,6)
$C_{V}-C_{VI}-C_{VII}$	5 (8,8)

При анализе основных периоперационных характеристик проведенных операций выяснено, что продолжительность операции составила в среднем 112 (82;124) мин., объем кровопотери – 105 (88;120) мл, длительность интраоперационной флюороскопии – 19 (13;25) сек. Все пациенты активизировались на следующие сутки после хирургического вмешательства. Длительность стационарного лечения после оперативного вмешательства зарегистрирована в среднем 10 (9;11) дней.



После операции у всех пациентов отмечено существенное уменьшение интенсивности болевого синдрома как в шейном отделе позвоночника с 71 (67;78) мм до 30 (28;31) мм при выписке и до 23 (21;33) мм через 24 мес после операции ( $p < 0,001$ ), так и в верхних конечностях с 84 (80;87) мм до 19 (18;21) мм при выписке и до 18 (10;29) мм через 24 мес после операции ( $p < 0,001$ ) (рис. 2).

Исследование уровня дееспособности по NDI позволило выявить положительную динамику функционального статуса после операции по сравнению с дооперационным уровнем – с 47 (42;48) до 25 (23;26) при выписке и 21 (18;26) в отдаленном послеоперационном периоде ( $p < 0,001$ ) (рис. 3).

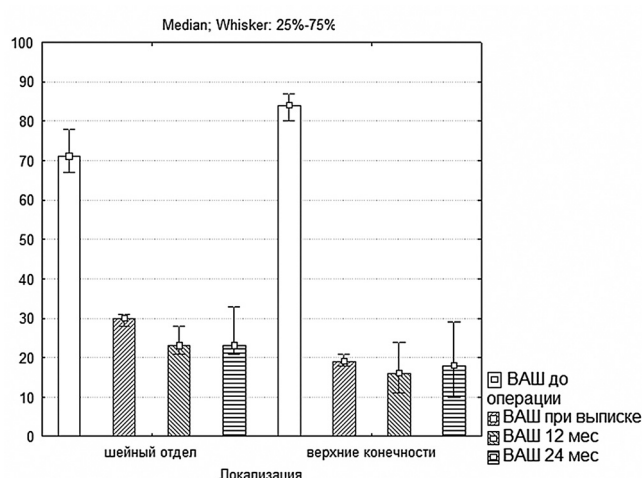


Рисунок 2. Динамическая оценка уровня болевого синдрома по ВАШ в шейном отделе позвоночника и верхних конечностях у пациентов исследуемой группы.

Figure 2. Dynamic assessment of pain level in cervical spine and upper extremities due to VAS in patients of the study group.

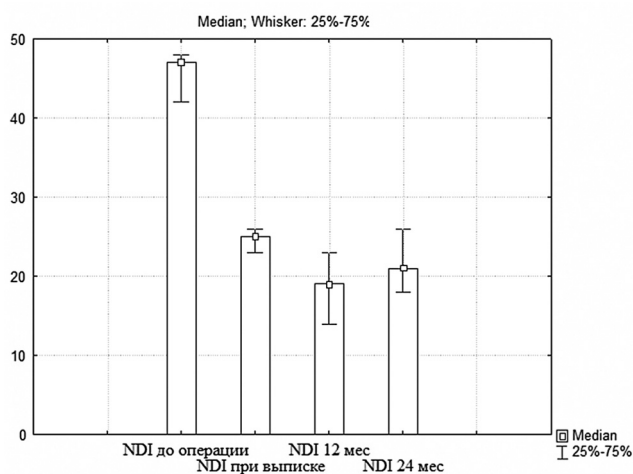


Рисунок 3. Динамическая оценка функционального состояния по NDI у пациентов исследуемой группы.

Figure 3: Dynamic assessment of functional status due to NDI in patients of the study group.

При оценке исхода хирургического лечения по субъективной шкале Маснаб через 24 месяца после операции верифицированы преимущественно отличные ( $n = 15, 26,3 \%$ ) и хорошие ( $n = 28, 49,1 \%$ ) послеоперационные исходы, неудовлетворительных результатов не отмечено.

Выявленные периоперационные осложнения представлены в табл. 2.

Таблица 2

**Характеристика осложнений у исследуемой группы пациентов**

Table 2

**Characteristics of complications in the studied group of patients**

Вид осложнения	Исследуемая группа Study group (n = 57)
Общее число Total number, n (%)	6 (10,5 %)
Повреждение ТМО дурального мешка Dural tears, n	1
Межмышечная гематома Intermuscular hematoma, n	2
Инфекция области оперативного вмешательства Infection area of surgical intervention, n	1
Заболевание смежного сегмента Adjacent segment disease, n	1
Нестабильность фиксирующей конструкции Instability fixing construction, n	1

Общее число неблагоприятных последствий в исследуемой группе составило 6 (10,5 %): при повреждении ТМО производили её микрохирургическое ушивание, при формировании межмышечной гематомы осуществляли её дренирование, при регистрации инфекции области хирургического вмешательства проводили дополнительную антибактериальную терапию, в случае симптоматичной дегенерации смежного сегмента применяли одномоментную декомпрессию с продлением стабилизирующей конструкции, зарегистрированная резорбция и миграция винта в 1 случае послужила причиной ревизионного декомпрессионно-стабилизирующего вмешательства с переустановкой конструкции транспедикулярно.

Клинический пример использования ламинэктомии с фиксацией за боковые массы шейных позвонков на рис. 4.

Современные способы винтовой стабилизации шейного отдела позвоночника включают в себя фиксацию за боковые массы, педикулы позвонков и дугоотростчатые суставы [12, 14, 15, 16]. Отмечено, что траектория введения винта, риски повреждения сосудисто-нервных образований и первичная стабильность фиксации наиболее безопасна и эффективна при установке конструкции в боковые массы шейных позвонков [9, 10, 17].



Рисунок 4. Пациент К., 58 лет. Грыжи МПД CIV-CV, CV-CVI, CVI-CVII со стенозом позвоночного канала: а – шейная спондилография в боковой проекции до операции; б – сагиттальная МРТ-грамма шейного отдела позвоночника до операции; в – шейная спондилография в боковой проекции после операции фиксации за боковые массы на уровне CV-CVI-CVII позвонков, положение элементов конструкции правильное; г – сагиттальная МРТ-грамма шейного отдела позвоночника после операции, визуализируется дефект дужек CV, CVI позвонков, данных за компрессию невралных структур не получено.

Figure 4. Patient K., 58 years old. HIVD CIV-CV, CV-CVI, CVI-CVII with spinal stenosis: a – cervical spine radiography in lateral projection before surgery; b – sagittal MRI of cervical spine before surgery; c – cervical spine radiography in lateral projection after surgery for lateral masses fixation at the level of CV-CVI-CVII vertebrae, the position of structural elements is correct; d – sagittal MRI of cervical spine after surgery, visualization of defect in CV, CVI vertebrae arch, there is no data on neural structures compression.

Такая фиксация в процессе своего развития имела ряд преобразований, так Roy-Camille указывал на точку введения в центре боковой массы, винт располагался перпендикулярно задним опорным элементам и устанавливался на  $10^{\circ}$  кнаружи [18], Magerl считал оптимальным точку введения на 2-3 мм медиально и выше средней точки боковой массы, винт вводился под углом  $30^{\circ}$  кверху и  $25^{\circ}$  кнаружи [19], Anderson рекомендовал использовать точку введения на 1 мм

медиальнее от средней точки боковой массы, при этом винт устанавливался под углом  $30^{\circ}$ - $40^{\circ}$  кверху и  $10^{\circ}$  кнаружи [15], Ap использовал аналогичную точку входа, но траектория винта имела ангуляцию  $15$ - $18^{\circ}$  кверху и  $30$ - $33^{\circ}$  латерально [20]. Pait с соавт. разделил боковую массу на 4 квадранта и отметил, что расположение винта в верхнем наружном квадранте обеспечивает минимальные риски повреждения сосудисто-нервных образований [21]. Наиболее безопасной и технически менее сложной считается модификация Sekhon, которая предусматривает начальную точку введения аналогичную Anderson и ангуляцией винта на  $25^{\circ}$  латерально и кверху [14].

Основными факторами, влияющими на клинический исход после ламинэктомии и винтовой фиксации за боковые массы, являются: эффективная декомпрессия спинного мозга и его корешков, плотная фиксация винта в боковой массе и отсутствие его миграции в полость межпозвоночного диска и/или позвоночный канал [22].

Многие исследования подтверждают достаточную клиническую эффективность ламинэктомии и винтовой фиксации за латеральные массы при многоуровневых дегенеративных заболеваниях шейного отдела позвоночника. Так, Kumar et al. указывают на хороший клинический исход в 80 % случаев, отсутствие ухудшения неврологических проявлений, нестабильности конструкции и развития послеоперационного кифоза [23].

При анализе хирургического лечения 58 пациентов Chang et al. отметили улучшение показателя mJOA в 85,5 % случаев, эффективный спондилодез в среднем через 11,9 мес. Зарегистри-

ровали в 4 случаях парез C5 спинномозгового нерва и поверхностную инфекцию раны [24].

В исследовании Huang et al. показали значительное улучшение по шкале Nurick в 22 случаях из 32, без признаков ухудшения у остальных пациентов [25]. У 6 респондентов зарегистрированы осложнения в виде: псевдоартроза (1), инфекции области хирургического вмешательства (3) и паралича C5 спинно-мозгового корешка (2).

Houten et al. отметили в 38 случаях клинически значимое улучшение в 97 %, динамику по шкале mJOA с 12,9 до 15,8, изменения по шкале Cooper с 1,8 до 0,7 для верхних конечностей и с 1,0 до 0,4 для нижних конечностей, выполненная спондилография в среднем через 5,9 мес не выявила изменений сагиттального профиля шейного отдела позвоночника [26].

По данным Singrakhia et al. [22], среднее улучшение по шкале mJOA составило с 8,56 до 13,57, по шкале Nurick с 2,59 до 0,66, изменения по шкале Cooper с 1,75 до 0,31 для верхних конечностей и с 2,14 до 0,56 для нижних конечностей.

В проведенном исследовании также достигнуто значимое клиническое улучшение во всех случаях в виде снижения интенсивности болевого синдрома как в шейном отделе позвоночника, так и в верхних конечностях, улучшение показателя функционального статуса по NDI и достигнут высокий уровень удовлетворенности проведенной операцией по шкале Masнаb.

Инструментальная фиксация за боковые массы шейных позвонков после выполнения декомпрессионной ламинэктомии является частой операцией при субаксиальных дегенеративных заболеваниях. Наиболее частые периоперационные осложнения связаны с разрушением боковой массы винтом, повреждением позвоночной артерии и спинномозговых корешков погружными имплантатами [27]. Вышеупомянутые неблагоприятные последствия зависят преимущественно от способа введения винта в боковую массу и опыта спинального хирурга выполнения оперативных вмешательств. В проведенном исследовании нами не выявлено осложнений, связанных с непосредственной установкой металлоконструкции. Общее низкое число неблагоприятных исходов в указанной серии также связано с адекватной декомпрессией спинного мозга, эффективного гемостаза и восстановления пространственных взаимоотношений в оперированных сегментах позвоночника.

Существенным ограничением настоящего исследования является отсутствие контрольной группы декомпрессионно-стабилизирующих оперативных вмешательств как дорзального, так и вентрального типов. А также группы сравнения с пациентами, которым выполнялась изолированная декомпрессия.

#### Заключение

Исследование результатов операции ламинэктомии с винтовой фиксацией за боковые массы шейных позвонков по методике Anderson–Sekhon продемонстрировало её безопасность и эффективность. Значимый регресс болевого синдрома и восстановление функционального статуса при низком уровне развития осложнений делает возможность использования указанной дорзальной декомпрессионно-стабилизирующей технологии при лечении пациентов с многоуровневыми дегенеративными заболеваниями шейного отдела позвоночника.

#### Литература/References

1. Бывальцев ВА, Сороковиков ВА, Калинин АА, Белых ЕГ. Анализ результатов переднего шейного спондилодеза с использованием гибридного кейджа PCB Evolution за двухлетний период. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2013; (1): 37-45. [Byvaltsev VA, Sorokovikov VA, Kalinin AA, Belukh EG. Analysis of the results of anterior cervical spinal fusion using a PCB Evolution hybrid cage for a two-year period. *Burdenko's Journal of Neurosurgery*. 2013; (1): 37-45. (In Russian)]
2. Peng B, DePalma MJ. Cervical disc degeneration and neck pain. *Journal of Pain Research*. 2018;(11):2853-2857. DOI: 10.2147/JPR.S180018
3. Бывальцев ВА, Шепелев ВВ, Никифоров СБ, Калинин АА. Изолированные и сочетанные дегенеративные тандем-стенозы позвоночного канала шейного и поясничного отделов позвоночника: обзор литературы. *Хирургия позвоночника*. 2016; 13(2):52-61. [Byvaltsev VA Shepelev VV, Nikiforov SB, Kalinin AA. Isolated and combined degenerative tandem stenosis of the spinal canal of the cervical and lumbar spine: a review of the literature. *Journal of Spine Surgery*. 2016; 13 (2): 52-61. (In Russian)]
4. Du W, Wang L, Shen Y, Zhang Y, Ding W, Ren L. Long-term impacts of different posterior operations on curvature, neurological recovery and axial symptoms for multilevel cervical degenerative myelopathy. *European Spine Journal*. 2013;22(7):1594-1602. DOI: 10.1007/s00586-013-2741-5
5. Бывальцев ВА, Калинин АА, Алиев МА, Аглаков БМ, Юсупов БР, Шепелев ВВ. Клиническая эффективность ламинопластики при лечении пациентов с многоуровневыми дегенеративными заболеваниями шейного отдела позвоночника. *Практическая медицина*. 2018; 16(9): 82-86. [Byvaltsev VA, Kalinin AA, Aliyev MA, Aglakov BM, Yusupov BR, Shepelev VV. Clinical efficacy of laminoplasty in the treatment of patients with multilevel degenerative diseases of the cervical spine. *Practical Medicine*. 2018; 16 (9): 82-86. (In Russian)]
6. Hale JJ, Gruson KI, Spivak JM. Laminoplasty: a review of its role in compressive cervical myelopathy. *The Spine Journal*. 2006;(6):289-298. DOI: 10.1016/j.spinee.2005.12.032
7. Hyun SJ, Rhim SC, Roh SW, Kang SH, Riew KD. The time course of range of motion loss after cervical laminoplasty: a prospective study with minimum two-year follow-up. *Spine*. 2009;34(11):1134-1139. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31819c389b
8. Nurboja B, Kachramanoglou C, Choi D. Cervical laminectomy vs laminoplasty: is there a difference in outcome and postoperative pain? *Neurosurgery*. 2012;70(4):965-970. DOI: 10.1227/NEU.0b013e31823cf16b
9. Joaquim AF, Mudo ML, Tan LA, Riew KD. Posterior Subaxial Cervical Spine Screw Fixation: A Review of Techniques. *Global Spine Journal*. 2018;8(7):751-760. DOI: 10.1177/2192568218759940



10. Al Barbarawi MM, Allouh MZ. Cervical lateral mass screw-rod fixation: Surgical experience with 2500 consecutive screws, an analytical review, and long-term outcomes. *British Journal of Neurosurgery*. 2015;29(5):699-704. DOI: 10.3109/02688697.2015.1026798
11. Zhang D, Gao X, Jiang J, Kong F, Shen Y, Ding W, Hao X, Cui H. Safe placement of lateral mass screw in the subaxial cervical spine: a case series. *International Orthopaedics*. 2017;41(4):781-788. DOI: 10.1007/s00264-017-3423-4
12. Ulrich C, Arand M, Nothwang J. Internal fixation on the lower cervical spine-biomechanics and clinical practice of procedures and implants. *European Spine Journal*. 2001;10:88-100.
13. Al Barbarawi MM, Audat ZA, Obeidat MM, Qudsieh TM, Dabbas WF, Obaidat MH, Malkawi AA. Decompressive cervical laminectomy and lateral mass screw-rod arthrodesis. Surgical analysis and outcome. *Scoliosis*. 2011;(6):10. DOI: 10.1186/1748-7161-6-10
14. Sekhon LH. Posterior cervical lateral mass screw fixation: analysis of 1026 consecutive screws in 143 patients. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*. 2005;(18):297-303.
15. Anderson PA, Henley MB, Grady MS, Montesano PX, Winn HR. Posterior cervical arthrodesis with AO reconstruction plates and bone graft. *Spine*. 1991;(16):S72-S79.
16. Shapiro S, Snyder W, Kaufman K, Abel T. Outcome of 51 cases of unilateral locked cervical facets: interspinous braided cable for lateral mass plate fusion compared with interspinous wire and facet wiring with iliac crest. *Journal of Neurosurgery*. 1999;(91):19-24.
17. Hedequist D, Proctor M, Hresko T. Lateral mass screw fixation in children. *Journal of Children's Orthopaedics*. 2010;(4):197-201. DOI: 10.1007/s11832-010-0251-0
18. Roy-Camille R, Saillant G, Laville C, Benazet JP. Treatment of lower cervical spinal injuries-C3 to C7. *Spine*. 1992;17(10):442-446.
19. Jeanneret B, Magerl F, Ward EH, Ward JC: Posterior stabilization of the cervical spine with hook plates. *Spine*. 1991;(16):56-63.
20. An HS, Gordin R, Renner K. Anatomic considerations for plate-screw fixation of the cervical spine. *Spine*. 1991;(16):548-551.
21. Pait TG, McAllister PV, Kaufman HH: Quadrant anatomy of the articular pillars (lateral cervical mass) of the cervical spine. *Journal of Neurosurgery*. 1995;(82):1011-1014.
22. Singrakhia MD, Malewar NR, Singrakhia SM, Deshmukh SS. Cervical Laminectomy with Lateral Mass Screw Fixation in Cervical Spondylotic Myelopathy: Neurological and Sagittal Alignment Outcome: Do We Need Lateral Mass Screws at each Segment? *Indian Journal of Orthopaedics*. 2017;51(6):658-665. DOI: 10.4103/ortho.IJOrtho\_266\_16
23. Kumar VG, Rea GL, Mervis LJ, McGregor JM. Cervical spondylotic myelopathy: Functional and

radiographic long term outcome after laminectomy and posterior fusion. *Neurosurgery*. 1999;(44):771-777.

24. Chang V, Lu DC, Hoffman H, Buchanan C, Holly LT. Clinical results of cervical laminectomy and fusion for the treatment of cervical spondylotic myelopathy in 58 consecutive patients. *Surgical Neurology International*. 2014;5(3):133-S137. DOI: 10.4103/2152-7806.130670

25. Huang RC, Girardi FP, Poynton AR, Cammisa FP. Treatment of multilevel cervical spondylotic myelopathy with posterior decompression and fusion with lateral mass plate fixation and local bone graft. *Journal of Spinal Disorders and Techniques*. 2003;(16):123-129.

26. Houten JK, Cooper PR. Laminectomy and posterior cervical plating for multilevel cervical spondylotic myelopathy and ossification of the posterior longitudinal ligament: Effects on cervical alignment, spinal cord compression, and neurological outcome. *Neurosurgery*. 2003;(52):1081-1087.

27. Song M, Zhang Z, Lu M, Zong J, Dong C, Ma K, Wang S. Four lateral mass screw fixation techniques in lower cervical spine following laminectomy: a finite element analysis study of stress distribution. *BioMedical Engineering OnLine*. 2014;(13):115. DOI: 10.1186/1475-925X-13-115.

#### Сведения об авторах

Бывальцев Вадим Анатольевич, д.м.н., профессор, Иркутский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1; главный нейрохирург, руководитель центра нейрохирургии Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский; адрес: Российская Федерация, 664005, г. Иркутск, ул. Боткина, д. 10; Иркутский научный центр хирургии и травматологии; адрес: Российская Федерация, 664003, г. Иркутск, ул. Борцов Революции, д. 1; Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования; адрес: Российская Федерация, 664079, г. Иркутск, ул. Юбилейный микрорайон, д. 100; тел.: +7(395)2638528; e-mail: byval75vadim@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4349-7101>

Калинин Андрей Андреевич, к.м.н., доцент, Иркутский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1; врач-нейрохирург, Дорожная клиническая больница на ст. Иркутск-Пассажирский; адрес: 664005, г. Иркутск, ул. Боткина, д. 10; тел.: +7(983)6920498; e-mail: andrei\_doc\_v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6059-4344>

Алиев Марат Амангелдиевич, к.м.н., Иркутский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1; тел.: +7(701)5551757; e-mail: a.marat.a0903@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7676-1127>

Юсупов Бобур Рузбаевич, аспирант, Иркутский государственный медицинский университет; адрес: Российская Федерация, 664003, г. Иркутск, ул. Красного Восстания, д. 1; тел.: +7(777)6290044; e-mail: yusupov\_babur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9175-6871>

#### Author information

Vadim A. Byvaltsev, Dr.Med.Sci., Professor, Irkutsk State Medical University; Address: 1, Krasnogo vostaniya Str., Irkutsk, Russian Federation 664003; Road Clinical Hospital at St. Irkutsk-Passenger; Address: 10, Botkina Str., Irkutsk, Russian Federation 664005; Irkutsk Scientific Center for Surgery and Traumatology; Address: 1, Borcov Revolyutsii Str., Irkutsk, Russian Federation 664003; Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education; Address: 100, Yubileyniy mikrodistr, Irkutsk, Russian Federation 664079; Phone: +7 (395) 2638528; e-mail: byval75vadim@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4349-7101>

Andrey A. Kalinin, Cand.Med.Sci., Associate Professor, Irkutsk State Medical University; Address: 1, Krasnogo vostaniya Str., Irkutsk, Russian Federation 664003; neurosurgeon, Road Clinical Hospital at St. Irkutsk-Passenger; Address: 10, Botkina Str., Irkutsk, Russian Federation 664005; Phone: +7(983)6920498; e-mail: andrei\_doc\_v@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6059-4344>

Marat A. Aliyev, Cand.Med.Sci, Irkutsk State Medical University; Address: 1, Krasnogo vostaniya Str., Irkutsk, Russian Federation 664003; Phone: +7 (701) 5551757; e-mail: a.marat.a0903@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-7676-1127>

Bobur R. Yusupov, graduate student, Irkutsk State Medical University; Address: 1, Krasnogo vostaniya Str., Irkutsk, Russian Federation 664003; Phone: +7 (777) 6290044; e-mail: yusupov\_babur@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0001-9175-6871>

Поступила 21.01.2019 г.  
Принята к печати 04.09.2019 г.  
Received 21 January 2019  
Accepted for publication 04 September 2019