

МЕЖФАСЕТОЧНАЯ ФИКСАЦИЯ – АЛЬТЕРНАТИВА ЗАДНЕЙ МАЛОИНВАЗИВНОЙ СТАБИЛИЗАЦИИ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА?

Д.С. Епифанов, В.Б. Лебедев, С.К. Ощепков, А.А. Зуев

ФГБУ «Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова» Минздрава России;
Россия, 105203 Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70

Контакты: Дмитрий Сергеевич Епифанов doc.neuros@gmail.com

Цель исследования — провести анализ научной литературы и на основе полученных данных оценить эффективность декомпрессии нервных структур с использованием различных методик межфасеточной фиксации.

Материалы и методы. Систематический обзор выполнен согласно рекомендациям Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA). Критерии включения: наличие полного текста статьи на английском языке, возраст пациентов 19 и более лет, наличие оценки результатов межфасеточной фиксации, наличие у пациентов дегенеративно-дистрофического заболевания позвоночника на поясничном уровне.

Результаты. По данной тематике в PubMed первично были найдены 198 статей. Из них критериям включения соответствовали 38 статей, из которых 33 статьи не содержали полных данных об исходах лечения пациентов с использованием исследуемых методик стабилизации. Отобранные 5 статей содержали данные о результатах лечения, частоте спондилодезов и осложнений. Многие авторы отмечают получение хорошего клинического эффекта и снижение частоты интра- и послеоперационных осложнений после межфасеточной фиксации в сравнении с таковой после декомпрессии с транспедикулярной фиксацией.

Ограничения исследования. Отсутствие систематических обзоров, а также наличие только 1 публикации о каждой методике межфасеточной фиксации. Малый размер выборки пациентов и короткий катамнез.

Заключение. Декомпрессия и межфасеточная фиксация в одном позвоночно-двигательном сегменте при сочетании с передним поясничным, трансфораминальным и боковым поясничным межтеловым спондилодезом, в том числе с применением малоинвазивных технологий и других методик, во многих случаях позволяет добиться хорошего клинического эффекта и надежной стабилизации.

Ключевые слова: межфасеточная фиксация, трансламинарный винт, задний поясничный межтеловой спондилодез, передний поясничный межтеловой спондилодез, боковой поясничный межтеловой спондилодез, трансфораминальный поясничный межтеловой спондилодез

Для цитирования: Епифанов Д.С., Лебедев В.Б., Ощепков С.К., Зуев А.А. Межфасеточная фиксация — альтернатива задней малоинвазивной стабилизации поясничного отдела позвоночника? Нейрохирургия 2020;22(1):103–10.

DOI: 10.17650/1683-3295-2020-22-1-103-110



Facet fixation: an alternative to minimally-invasive posterior lumbar stabilization?

D.S. Epifanov, V.B. Lebedev, S.K. Oshchepkov, A.A. Zuev

N.I. Pirogov National Medical and Surgical Center, Ministry of Health of Russia; 70 Nizhnyaya Pervomayskaya St.,
Moscow 105203, Russia

The study objective is to analyze literature and evaluate based on the obtained data the effectiveness of decompression of neural structures using different methods of facet fixation.

Materials and methods. A systematic review was performed in accordance with the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. The following inclusion criteria were used: full-text article in English, patient age above 19 years, presence of evaluation of the results of facet fixation, degenerative disease of the lumbar spine in patients.

Results. First search in the PubMed database returned 198 results. Among them, 38 articles complied with the inclusion criteria, and 33 articles didn't contain full data on patient outcomes in the context of the studied stabilization methods. The selected 5 articles contained data on treatment results, rates of fixation and complications. Many authors note good clinical effect and decreased rate of intra- and postoperative complications for facet fixation compared to transpedicular fixation.

Study limitations. Absence of systematic reviews and availability of only 1 article for each method of facet fixation. Small patient samples and short follow-up.

Conclusion. Decompression and facet fixation in a single spinal motion segment in combination with posterior lumbar, transforaminal and lateral lumbar interbody fixation including use of minimally invasive technologies and other methods in many cases allows to achieve good clinical effect and firm stabilization.

Key words: *facet wedge, translaminar screw, posterior lumbar interbody fixation, anterior lumbar interbody fixation, lateral lumbar interbody fixation, transforaminal lumbar interbody fixation*

For citation: *Epifanov D.S., Lebedev V.B., Oshchepkov S.K., Zuev A.A. Facet fixation: an alternative to minimally-invasive posterior lumbar stabilization? Neyrokhirurgiya = Russian Journal of Neurosurgery 2020;22(1):103–10. (In Russ.).*

ВВЕДЕНИЕ

С 40-х годов XX в. набирают популярность операции с использованием различных металлоконструкций для фиксации позвонков. Основными преимуществами данных методик считаются возможность надежной иммобилизации позвонков, отсутствие необходимости в приспособлениях для внешней фиксации и сокращение сроков постельного режима у прооперированных пациентов.

В 1944 г. D. King впервые описал методику трансфасеточной фиксации [1], суть которой заключалась в проведении короткого винта параллельно нижней границе дужки и перпендикулярно плоскости межфасеточного сустава, фиксируя обе фасетки. В 1959 г. Н. Bouchet модифицировал данный метод, используя более длинный винт и другую траекторию его введения [2]. В дальнейшем межфасеточная фиксация неоднократно модернизировалась, однако желаемого результата — надежной иммобилизации позвоночно-двигательных сегментов — достигнуть не удавалось. Учитывая большую частоту развития псевдоартрозов, предпочтения хирургов стали смещаться в сторону транспедикулярной фиксации (ТПФ), которая, по данным разных авторов, позволяла достигнуть лучших результатов при проведении спондилодеза [3, 4]. Со временем данные операции стали «золотым стандартом» задней стабилизации поясничного отдела позвоночника после декомпрессии. Однако осложнения, связанные с применением металлоимплантатов, такие как парapedикулярное положение винтов, поломка частей металлоконструкции, возрастание нагрузки на смежный сегмент, а также травматичная диссекция мягких тканей и мышц при установке транспедикулярной системы стимулировали разработку альтернативных, менее травматичных технологий [5–7].

Цель исследования — провести систематический обзор научной литературы и на основе полученных данных оценить эффективность декомпрессии нервных структур с использованием различных методик межфасеточной фиксации.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Систематический обзор выполнен согласно рекомендациям Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA).

Поиск проводили среди англоязычных статей в PubMed по ключевым словам (“facet” or “translaminar” or “transfacet”) AND (“wedge” or “fixation” or “screw” or “stabilisation”) AND (“lumbar spine”) с использованием фильтров English, Humans, Full text.

Критерии включения в обзор: 1) наличие полного текста статьи на английском языке; 2) возраст пациентов 19 и более лет; 3) наличие оценки результатов межфасеточной фиксации; 4) наличие дегенеративно-дистрофического заболевания позвоночника у пациентов на поясничном уровне.

Все статьи, не соответствовавшие данным критериям, были исключены из обзора (рис. 1). Полученные из каждой статьи данные заносили в таблицу, распределяя их по следующим графам: авторы, год публикации, методика фиксации, число пациентов в группе до и после операции, индекс Освестри (Oswestry Disability Index) до/после операции, частота выполнения спондилодеза, частота осложнений, длительность сбора катмнеза, дополнительная информация. При отсутствии какой-либо информации в соответствующую ячейку заносили: «н. д.» («нет данных»).

РЕЗУЛЬТАТЫ

При введении запроса в PubMed первично нами были выявлены 198 статей. Среди выявленных источников нет ни одного систематического обзора по данной проблеме. После применения фильтров и критериев включения осталось 38 статей. При более детальном анализе оказалось, что 33 из 38 статей не содержат полных данных об исходах лечения с использованием исследуемых методик стабилизации (см. рис. 1).

В результате мы отобрали 5 статей, которые соответствовали требованиям нашей работы и содержали информацию об оценке результатов лечения, частоте спондилодезов и осложнений (см. рис. 1).

В работе T. Humke и соавт. были проанализированы результаты хирургического лечения 173 пациентов с использованием методики трансляминарной фиксации (рис. 2). Катмнез данной группы собран в течение 68 мес. В 94 % случаев по данными рентгенологических методов исследования была достигнута иммобилизация позвоночно-двигательных сегментов. Оценка болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в послеоперационном периоде снизилась с 7,6 до 2,9 балла. Результаты лечения по данным опросника Stauffer and Coventry у 99 пациентов оценены как хорошие, у 70 — как удовлетворительные и только у 4 как плохие [8].

При трансляминарной фиксации частота послеоперационных осложнений оказалась ниже, чем при «классическом» трансфораминальном поясничном межтеловом спондилодезе (transforaminal lumbar interbody fixation, TLIF) [8, 9]. Однако у данной методики выявлен ряд недостатков. Объем диссекции

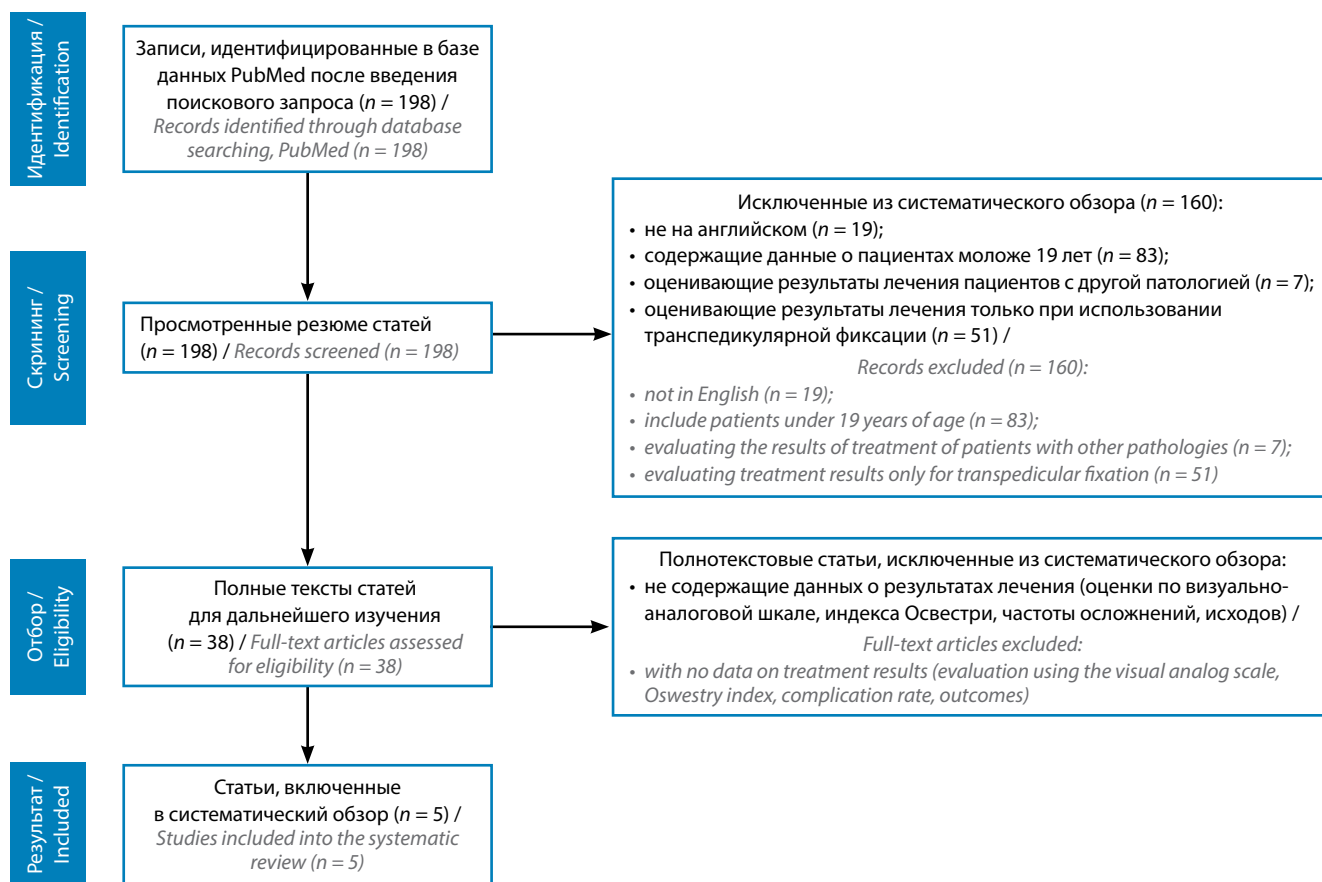


Рис. 1. Алгоритм поиска и отбора статей в соответствии с Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)

Fig. 1. Algorithm of search and selection of articles according to the Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analysis (PRISMA)

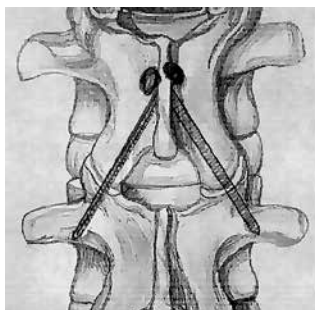


Рис. 2. Трансламинарная фиксация

Fig. 2. Translaminar fixation

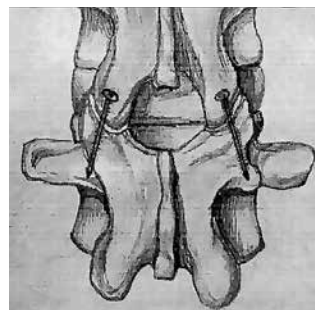
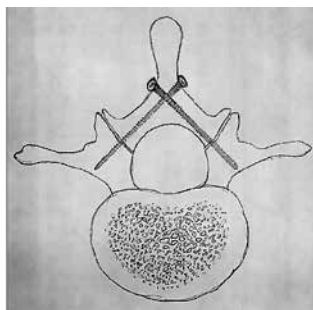


Рис. 3. Трансфасеточная фиксация

Fig. 3. Transfacet screw fixation

мышц при выполнении открытой двусторонней трансламинарной фиксации немногим отличается от такового при использовании хирургического доступа для постановки транспедикулярных винтов, а также повышен риск некорректного положения интраламинарного винта в дужке позвонка и, как следствие, повреждения нервных образований [10, 11].

Р. Luo и соавт. провели сравнительный анализ эффективности «классического» 4-винтового TLIF и комбинации унилатерального TLIF с контралатеральной трансфасеточной фиксацией (рис. 3). Длительность операции, объем кровопотери и срок госпитализации

были больше после «классического» TLIF. Оценка боли по ВАШ и индекс Освестри, частота достижения иммобилизации позвоночно-двигательных сегментов, частота послеоперационных осложнений в группах статистически значимо не различались через 18 мес [12]. Схожие клинические данные были получены R.X. Нео и соавт. в исследовании 46 пациентов с периодом наблюдения 22 мес [13].

Оба метода межфасеточной стабилизации направлены на фиксацию истинных синовиальных межпозвоночных суставов путем их прямого соединения винтом. Однако получение надежного костного блока между

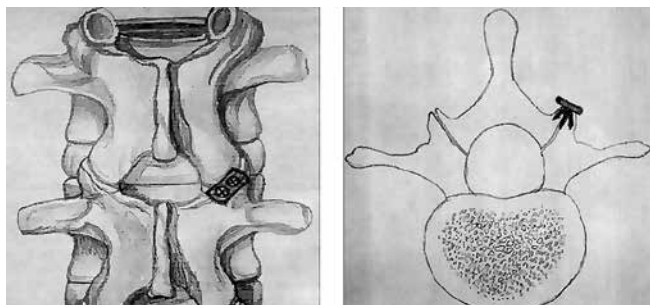


Рис. 4. Система для внутрифасеточной фиксации (facet wedge)

Fig. 4. System for intrafacet fixation (Facet Wedge)

двумя суставами возможно только после вскрытия капсулы сустава, удаления хрящевой ткани с получением «кровоной росы» из обработанных суставных поверхностей и последующей иммобилизации сустава [14]. Это по своему принципу схоже с выполнением корпородеза при имплантации кейджа во время переднего поясничного межтелового спондилодеза (anterior lumbar interbody fixation, ALIF), TLIF, заднего поясничного межтелового спондилодеза (posterior lumbar interbody fixation, PLIF) и т. д.

Методика внутрифасеточной фиксации позволяет добиться поставленных целей (рис. 4). Преимущества данного метода заключаются в том, что формируются оптимальные условия для создания дополнительной точки спондилодеза, а имплантация системы проходит вдали от нервных структур и крупных сосудистых образований.

В настоящее время в научной литературе имеются единичные публикации, в которых оценена клиническая эффективность различных методов декомпрессии в сочетании с внутрифасеточной фиксацией. Так, Е. Belykh и соавт. сделали вывод о том, что состояние пациентов в послеоперационном периоде улучшилось: индекс Освестри и оценка интенсивности боли по ВАШ значительно снизились в сравнении с дооперационным уровнем. Оценка по шкале MacNab через 12 мес была отличной или хорошей у 93,8 % пациентов и удовлетворительной у 6,2 %. В течение 2 мес 66 (82,5 %) прооперированных пациентов вернулись на прежнюю работу, 14 (17,5 %) — перешли на более легкую [15]. N. Francaviglia и соавт. установили, что состояние всех 38 (100 %) пациентов значительно улучшилось после оперативного вмешательства с использованием системы для внутрифасеточной фиксации. В послеоперационном периоде оценка боли в спине по ВАШ снизилась с 8,2 до 3,1 балла, индекс Освестри снизился на 14,7 балла у 100 % пациентов. Катамнез в данной группе собран в течение 14,1 мес. За это время были зарегистрированы осложнения у 3 пациентов: у 2 — тромбоз глубоких вен нижних конечностей, у 1 — инфекция глубоких мягких тканей, что потребовало хирургического вмешательства. По данным рентгенологических исследований не выявлено каких-либо осложнений, связанных с не-

стабильностью или поломкой металлоимплантатов [16]. Обобщенные данные вышеуказанных исследований представлены в таблице.

ОБСУЖДЕНИЕ

Большое значение для регуляции объема движений в поясничном отделе позвоночника имеют ориентация фасеток межпозвонкового сустава, их форма, ригидность суставной капсулы и связок, целостность фиброзного кольца межпозвонкового диска [17].

При сгибании пространственная ориентация фасеток в межпозвонковом суставе способствует облегчению ротации позвонков за счет увеличения расстояния между суставными поверхностями. При разгибании, напротив, расстояние между суставными поверхностями фасеток уменьшается, увеличивается площадь их соприкосновения, что затрудняет дальнейшее вращение. Продолжая движение в данном направлении, верхняя фасетка нижнего позвонка блокирует нижнюю фасетку верхнего позвонка, что дополнительно препятствует дальнейшему переразгибанию. При боковом сгибании ограничивающим фактором являются суставные поверхности фасеток, межпоперечная связка и латеральные участки фиброзного кольца межпозвонкового диска.

Таким образом, пространственная ориентация фасеток обеспечивает возможность сгибания и минимальную ротацию, в то время как при разгибании ограничивает ротационные движения и препятствует переразгибанию [18].

В настоящее время предложены современные методики, предполагающие имплантацию кейджа под переднюю опорную колонну на фоне разгибания в дугоотростчатом суставе, что не только препятствует сгибанию, но и способствует натяжению передней продольной связки, передних отделов фиброзного кольца, сближению суставных поверхностей межпозвонковых суставов, тем самым ротация ограничивается [19].

С учетом всего вышеописанного имплантация кейджа и последующая межфасеточная фиксация представляются взаимодополняющими факторами надежного спондилодеза. С одной стороны, это может приводить к сращению фасеток в межпозвонковом суставе, с другой стороны, сохраняется необходимое сжатие кейджа с формированием переднего корпородеза.

При обзоре современной научной литературы можно выделить 3 наиболее часто используемых методики межфасеточной фиксации.

Трансламинарная фиксация была предложена F. Magerl в 1988 г. (см. рис. 2). Суть ее состоит в том, что винт вводится через середину основания остистого отростка с противоположной стороны от фиксируемых суставов, проходит через дужку позвонка, обе фасетки и останавливается в ножке нижележащего позвонка [20].

Данные научной литературы о результатах декомпрессии поясничного отдела позвоночника с использованием различных методов межфасеточной фиксации
Literature data on the results of lumbar decompression using different facet fixation methods

Авторы, год публикации Authors, publication year	Методика фиксации Fixation method	Число пациентов Number of patients	Оценка болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале Evaluation of pain syndrome per the visual analog scale	Индекс Освестри Oswestry index	Частота достижения фиксации, % Fixation rate, %	Частота осложнений, % Complication rate, %	Длительность сбора катамнеза, мес Follow-up period, months	Дополнения Additional comments
T. Humke и соавт., 1998 [8] T. Humke et al., 1998 [8]	Трансламинарная (PLF) Translaminar (PLF)	178	До операции 7,6 балла, после нее 2,9 балла Before surgery 7.6, after surgery 2.9	Н. д. N. a.	94,0	3,0	52–83	Результаты лечения по данным опросника Stauffer and Coventry у 99 пациентов – хорошие, у 70 – удовлетворительные, у 4 – плохие Treatment results per the Stauffer and Coventry questionnaire: good in 99 patients, satisfactory in 70 patients, poor in 4 patients
P. Luo и соавт., 2016 [12] P. Luo et al., 2016 [12]	Трансфасеточная (uTLIF) Transfacet (uTLIF)	26	Нога: $7,04 \pm 1,46$ до операции, $2,54 \pm 0,95$ после операции. Спина: $6,84 \pm 1,38$ до операции, $2,77 \pm 0,99$ после операции Leg: before surgery $7,04 \pm 1,46$, after surgery $2,54 \pm 0,95$. Back: $6,84 \pm 1,38$ before surgery, $2,77 \pm 0,99$ after surgery	До операции $38,19 \pm 7,09$, после операции $11,23 \pm 4,60$ Before surgery $38,19 \pm 7,09$, after surgery $11,23 \pm 4,60$	100,0	0	$31,3 \pm 8,4$	Длительность операции, объем кровопотери, сроки госпитализации были меньше, чем при классическом TLIF ($p < 0,05$) Operative time, blood loss volume, duration of hospitalization were smaller than for traditional TLIF ($p < 0,05$)
R.X. Hao и соавт., 2017 [13] R.X. Hao et al., 2017 [13]	Трансфасеточная (uTLIF) Transfacet (uTLIF)	22	Н. д. N. a.	Значимое снижение ($p < 0,05$) Significant decrease ($p < 0,05$)	95,5	0	22	Длительность операции, объем кровопотери были меньше, чем при классическом TLIF Operative time, blood loss volume were smaller than for traditional TLIF
E. Belykh и соавт., 2018 [15] E. Belykh et al., 2018 [15]	FW ALIF LLIF TLIF	80 24 26 30	Снижение интенсивности боли во всех группах ($p < 0,01$) Decrease in pain intensity in all groups ($p < 0,01$)	Снижение во всех группах ($p < 0,01$) Decrease in all groups ($p < 0,01$)	Н. д. N. a.	ALIF – 4 случая, TLIF – 5, LLIF – 4 ALIF – 4 cases, TLIF – 5, LLIF – 4	12	Оценка по шкале Macnab: отличный или хороший результат у 93,8 % пациентов, удовлетворительный – у 6,2 % Macnab scale evaluation: excellent or good result in 93.8 % of patients, satisfactory result in 6.2 % of patients
N. Francaviglia и соавт., 2017 [16] N. Francaviglia et al., 2017 [16]	FW (PLF/PLIF)	38	До операции 8,2 балла, после нее 3,1 балла Before surgery 8.2, after surgery 3.1	Среднее снижение на 14,7 Mean decrease by 14.7	Н. д. N. a.	12,7	14,4	Н. д. N. a.

Примечание. ALIF – передний поясничный межтеловой спондилодез, FW – facet wedge, LLIF – боковой поясничный межтеловой спондилодез, PLF – задняя поясничная декомпрессия и фиксация, PLIF – задний поясничный межтеловой спондилодез, TLIF – трансформинальный поясничный межтеловой спондилодез, uTLIF – комбинация унilaterального TLIF с контралатеральной межфасеточной фиксацией, н. д. – нет данных.

Note. ALIF – anterior lumbar interbody fixation, FW – Facet Wedge, LLIF – lateral lumbar interbody fixation, PLF – posterior lumbar decompression and fixation, PLIF – posterior lumbar interbody fixation, TLIF – transforaminal lumbar interbody fixation, uTLIF – unilateral TLIF with contralateral interfacet fixation, n. a. – data not available.

Следующая методика межфасеточной фиксации, описанная D. King и в последующем модернизированная, заключается в непосредственном введении трансфасеточного винта в смежные фасетки позвонков (см. рис. 3). Траектория винта проходит через верхушку медиальной фасетки, плоскость межпозвонкового сустава, латеральную фасетку и оканчивается в ножке нижележащего позвонка [21].

Третья методика предполагает использование системы, имплантируемой непосредственно в межпозвонковый сустав. Суть ее состоит в непосредственном вскрытии капсулы межпозвонкового сустава, визуализации межсуставной щели, в которую по спице Киршнера заводят все необходимые инструменты для удаления суставного хряща и имплантации системы.

Ряд авторов предлагает использовать различные методики межфасеточной фиксации в совокупности с унилатеральной постановкой транспедикулярных винтов со стороны малоинвазивной декомпрессии и имплантации межтелового кейджа, что не требует дополнительной диссекции мягких тканей и мышц с противоположной стороны, уменьшает объем кровопотери и длительность реабилитационного периода [12, 22]. Имеются данные о надежности двусторонней межфасеточной стабилизации при совместном использовании с методом ALIF, что также может значимо уменьшать объем интраоперационной травмы.

Для повышения точности проведения винтов может быть использована интраоперационная навигация [23–25].

Встречаются единичные исследования, доказывающие эффективность совместного применения методики бокового поясничного межтелового спондилодеза (lateral lumbar interbody fixation, LLIF) и двусторонней межфасеточной фиксации [26, 27].

В настоящее время показания к проведению межфасеточной фиксации четко не определены. По результатам анализа литературы мы выделили следующие показания: дегенеративный стеноз позвоночного канала с признаками нестабильности, дегенеративный листез I степени, рецидив грыжи межпозвонкового диска, требующий стабилизации позвоночно-двигательного сегмента [12, 24, 25, 28]. По мнению ряда авторов, абсолютными противопоказаниями к выполнению межфасеточной фиксации являются истмический или дегенеративный листезы II и более степени, остеопороз, инфекция и опухоли в зоне постановки металлоимплантатов [14, 29].

С целью оценки надежности стабилизации при помощи различных методик межфасеточной фиксации мы проанализировали данные нескольких исследований на трупах.

Так, в исследовании L.A. Ferrera и соавт. сделан вывод о том, что жесткость иммобилизации путем унилатерального TLIF в комбинации с трансламинарной фиксацией с противоположной стороны сопостави-

ма с таковой при «классической» ТПФ [30]. A. Mahar и соавт. пришли к заключению, что использование трансфасеточных винтов для стабилизации на одном уровне по жесткости статистически не отличается от ТПФ [31]. К схожим выводам пришли R. Kretzer и соавт., которые провели анализ жесткости фиксации при использовании трансфасеточных винтов в сравнении с ТПФ, дополняющей LLIF [32].

В попытке узнать, какая из перечисленных методик обеспечивает более надежную стабилизацию, ряд исследователей провел сравнительный анализ жесткости иммобилизации после транспедикулярной, трансламинарной и трансфасеточной фиксации. Так, S.M. Kim и соавт. сравнили 3 описанные методики между собой и заключили, что при использовании трансфасеточной стабилизации жесткость оказалась ниже, чем при ТПФ, при боковом сгибании, а во всех остальных случаях сравниваемые методики по надежности фиксации статистически не отличались между собой [33].

В похожем исследовании F. Kandziora и соавт. не выявили статистически значимых различий в жесткости фиксации между двумя межфасеточными методиками, в то время как ТПФ превосходила обе эти методики при сгибании и ротации [34]. R. Hartensuer и соавт. проводили сравнительную оценку различных методик задней фиксации, в частности использования кейджей, трансламинарных, трансфасеточных винтов, ТПФ, а также facet wedge и их различных комбинаций. Они сделали вывод о том, что все вышеперечисленные методики достаточно эффективны для проведения заднего спондилодеза. Жесткость фиксации при использовании facet wedge сравнима с ТПФ при боковых наклонах, сгибании, разгибании и превышает жесткость при аксиальной ротации, а также превосходит во всех отношениях жесткость стабилизации при трансламинарной фиксации [35].

Однако все исследования, описанные выше, касаются одноуровневой стабилизации. Использование межфасеточных методик для фиксации на 2 и более уровнях сопряжено с низкой стабильностью фиксируемых сегментов. Это было показано в 2010 г. C.Y. Fan и соавт. Они выполняли ALIF на уровне позвонков L₃–L₄ и L₄–L₅, дополняя его задней стабилизацией. В результате был сделан вывод о том, что жесткость иммобилизации после ТПФ во многом превосходит таковую после межфасеточной фиксации [25]. Схожие данные получены и M. Wang и соавт.: жесткость при всех 3 методах фиксации сравнима при аксиальной ротации, в то время как при боковом и переднем сгибании она статистически значимо выше после ТПФ [36].

ОГРАНИЧЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ

Выводы нашего анализа ограничены вследствие отсутствия каких-либо систематических обзоров, а также вследствие наличия только единичных публикаций

о каждой отдельной методике межфасеточной фиксации. Выборки пациентов в отобранных исследованиях невелики (максимальное число 178), срок сбора катамнеза сравнительно короток.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Можно сделать вывод о том, что декомпрессия с использованием межфасеточной фиксации 1 позвоночно-двигательного сегмента при совместном использовании с ALIF, LLIF, малоинвазивном TLIF и т.д. во многих случаях позволяет добиться хорошего кли-

нического эффекта и надежной стабилизации. Благодаря удаленности нервных структур и крупных сосудов от места установки металлоимплантатов, снижается риск развития интраоперационных осложнений. Новые перкутанные технологии, используемые при межфасеточной фиксации, значимо снижают инвазивность. Это ведет к уменьшению длительности реабилитации пациентов в послеоперационном периоде, скорейшему восстановлению трудоспособности, а также сокращает срок нахождения пациентов в стационаре и тем самым снижает стоимость лечения.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- King D. Internal fixation for lumbosacral fusion. *Am J Surg* 1944;66(3):357–61.
- Boucher H.H. A method of spinal fusion. *J Bone Joint Surg Br* 1959;(2):248–59.
- Roy-Camille R., Demeulenaere C. OsteoSynthese durachis dorsal, lombaire et lombosacree par plaque metalliques vissees dansles pedicles vertebraux et les apophyses articulaires. *Presse Medicale* 1970;78:1447–8.
- Louis R., Maresca C. Stabilisation Chirurgicale avec Reduction Des spondylolyses et des spondylo-listhesis. *Int Orthop (S.I.C.O.T.)* 1977;1:215.
- Katonis P., Christoforakis J., Kontakis G. et al. Complications and problems related to pedicle screw fixation of the spine. *Clin Orthop* 2003;(414):347. DOI: 10.1097/01.blo.0000068761.86536.1d.
- Mohi Eldin M.M., Ali A.M. Lumbar transpedicular implant failure: a clinical and surgical challenge and its radiological assessment. *Asian Spine J* 2014;8(3):281–97. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.281.
- Zencica P., Chaloupka R., Hladíková J., Krbec M. Adjacent segment degeneration after lumbosacral fusion in spondylo-listhesis: a retrospective radiological and clinical analysis. *Acta Chir Orthop Traumatol Cech* 2010;77(2):124–30.
- Humke T., Grob D., Dvorak J. et al. Translaminar screw fixation of the lumbar and lumbosacral spine: a 5-year follow-up. *Spine* 1998;23:1180–4.
- Reich S.M., Kuflik P., Neuwirth M. Translaminar facet screw fixation in lumbar spine fusion. *Spine* 1993;18:444–9.
- Kim C.W., Lee Y.P., Taylor W. et al. Use of navigation-assisted fluoroscopy to decrease radiation exposure during minimally invasive spine surgery. *Spine J* 2008;8(4):584–90. DOI: 10.1016/j.spinee.2006.12.012.
- Kawaguchi Y., Matsui H., Tsuji H. Back muscle injury after posterior lumbar spine surgery. A histologic and enzymatic analysis. *Spine (Phila Pa 1976)* 1996;21(8):941–4.
- Luo P., Shao R.X., Wu A.M. et al. Transforaminal lumbar interbody fusion with unilateral pedicle screw and contralateral percutaneous transfacet screw fixation for the treatment of lumbar degenerative disorders. *Turk Neurosurg* 2016;26(5):763–70. DOI: 10.5137/1019-5149.JTN.12450-14.1.
- Hao R.X., Zhou H., Pan H. et al. Clinical efficacy of unilateral percutaneous transfacet screws combined with contralateral pedicle screw versus bilateral pedicle screws fixation in the treatment of the degenerative lumbar disease. *Zhongguo Gu Shang* 2017;30(9):817–22. DOI: 10.3969/j.issn.1003-0034.2017.09.007.
- Hartensuer R., Spruit M. Modern thoraco-lumbar implants for spinal fusion. Springer International Publishing, 2018. DOI: 10.1007/978-3-319-60143-4_12.
- Belykh E., Kalinin A.A., Martirosyan N.L. et al. Facet joint fixation and ALIF, DLIF, or TLIF for treatment of degenerative lumbar disc diseases: retrospective cohort study of a new minimally invasive technique. *World Neurosurgery* 2018;114:e959–68. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.03.121.
- Francaviglia N., Costantino G., Villa A. et al. Preliminary experience with a novel system of facet fixation to treat patients with lumbar degenerative disease. A new perspective in minimally invasive spine surgery? *J Neurol Surg A Cent Eur Neurosurg* 2018;79(4):296–301. DOI: 10.1055/s-0037-1607196.
- White A.A., Panjabi M.M. Clinical biomechanics of the spine. 2nd edn. Philadelphia: J.B. Lippincott, 1990. 125 p.
- Smith T.J., Fernie G.R. Functional biomechanics of the spine. *Spine* 1991;16:1197–203.
- Benzel E.C. Biomechanics of spine stabilization. 3rd edn. New York: Thieme Publishers, 2014.
- Montesano P.X., Magerl F., Jacobs R.R. et al. Translaminar facet joint screws. *Orthopedics* 1988;11(10):1393–7.
- Chin K.R., Seale J., Cumming V. Mini-open or percutaneous bilateral lumbar transfacet pedicle screw fixation: a technical note. *J Spinal Disord Tech* 2015;28(2):61–5. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31827fe17e.
- Jang J.S., Lee S.H. Minimally invasive transforaminal lumbar interbody fusion with ipsilateral pedicle screw and contralateral facet screw fixation. *J Neurosurg Spine* 2005;3(3):218–23. DOI: 10.3171/spi.2005.3.3.0218.
- Best N.M., Sasso R.C. Efficacy of translaminar facet screw fixation in circumferential interbody fusion as compared to pedicle screw fixation. *J Spinal Disord Tech* 2006;19:89–103. DOI: 10.1097/01.bsd.0000179244.76244.5e.
- Eck J., Vaccaro A.R. Posterior lumbar facet fusion. In: *Surgical atlas of spinal operations*. New Delhi: Jaypee Brothers Medical Publishers, 2013. Pp. 357–364.
- Fan C.Y., Hsu C.C., Chao C.K. et al. Biomechanical comparisons of different posterior instrumentation constructs after two-level ALIF: a finite element study. *Med Eng Phys* 2010;32(2):203–11. DOI: 10.1016/j.medengphy.2009.12.002.
- Byvaltshev V.A., Kalinin A.A., Belykh E.G. et al. Clinical efficacy of facet fixation in combination with lateral interbody fusion in the treatment of patients with degenerative segmental instability of the lumbar spine. *New Armenian Med J* 2017;11(1):27–32.
- Rhee J.W., Petters R.J., Anaizi A.N. et al. Prospective evaluation of 1-year outcomes in single-level percutaneous lumbar transfacet screw fixation in the lateral decubitus position following lateral transpoas interbody fusion. *Eur Spine J* 2015;24(11):2546–48. DOI: 10.1007/s00586-015-3934-x.
- Felbaum D.R., Lajthia O., Syed H.R., Voyadzis J.M. Percutaneous lumbar transfacet screw fixation: A technique analysis of 176 screws in 83 patients with assessment of radiographic accuracy, hardware failure, and complications. *Oper Neurosurg (Hagerstown)*

- 2016;12(4):340–9.
DOI: 10.1227/NEU.0000000000001356.
29. Su B., Cha T., Kim P. et al. An anatomic and radiographic study of lumbar facets relevant to percutaneous transfacet fixation. *Spine (Phila Pa 1976)* 2009;34(11):E384–90.
 30. Ferrara L.A., Secor J.L., Jin B.H. et al. A biomechanical comparison of facet screw fixation and pedicle screw fixation. *Spine* 2003;28:1226–34. DOI: 10.1097/01.BRS.0000065485.46539.17.
 31. Mahar A., Kim C., Oka R. et al. Biomechanical comparison of a novel percutaneous transfacet device and a traditional posterior system for single level fusion. *J Spinal Disord Tech* 2006;19(8):591–4. DOI: 10.1097/01.bsd.0000211238.21835.e4.
 32. Kretzer R., Molina C., Hu N. et al. A comparative biomechanical analysis of standalone versus facet screw and pedicle screw augmented lateral interbody arthrodesis: an *in vitro* human cadaveric model. *Clin Spine Surg* 2016;29(7):E336–43. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3182868ef9.
 33. Kim S.M., Lim T.J., Paterno J., Kim D.H. A biomechanical comparison of supplementary posterior translaminar facet and transfacetopedicular screw fixation after anterior lumbar interbody fusion. *J Neurosurg* 2004;1:101–7. DOI: 10.3171/spi.2004.1.1.0101.
 34. Kandziora F., Schleicher P., Scholz M. et al. Biomechanical testing of the lumbar facet interference screw. *Spine* 2005;30(2):E34–9.
 35. Hartensuer R., Riesenbeck O., Schulze M. et al. Biomechanical evaluation of the Facet Wedge: a refined technique for facet fixation. *Eur Spine J* 2014;23:2321–9. DOI: 10.1007/s00586-014-3533-2.
 36. Wang M., Tang S.J., McGrady L.M., Rao R.D. Biomechanical comparison of supplemental posterior fixations of two-level anterior lumbar interbody fusions. *J Eng Med* 2013;227:245–50. DOI: 10.1177/0954411912465057.

Вклад авторов

Д.С. Епифанов: проведение операций, получение данных для анализа, анализ полученных данных, обзор публикаций по теме статьи, написание текста статьи;

В.Б. Лебедев, С.К. Ошечков: проведение операций, получение данных для анализа;

А.А. Зувев: анализ полученных данных, написание текста статьи.

Authors' contributions

D.S. Epifanov: surgical treatment, obtaining data for analysis, analysis of the obtained data, reviewing of publications on the article's theme, article writing;

V.B. Lebedev, S.K. Oshchepkov: surgical treatment, obtaining data for analysis;

A.A. Zuev: analysis of the obtained data, article writing.

ORCID авторов/ORCID of authors

Д.С. Епифанов/D.S. Epifanov: <https://orcid.org/0000-0001-8895-3196>

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

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

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки.

Financing. The study was performed without external funding.

Статья поступила: 10.06.2019. **Принята к публикации:** 12.11.2019.

Article submitted: 10.06.2019. **Accepted for publication:** 12.11.2019.