



# ЭФФЕКТИВНОСТЬ И БЕЗОПАСНОСТЬ КОРОТКОЙ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ ПРИ НЕОСЛОЖНЕННЫХ ВЗРЫВНЫХ ПЕРЕЛОМАХ НИЖНЕГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА: МЕТААНАЛИЗ ИССЛЕДОВАНИЙ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 20 ЛЕТ

А.А. Гринь<sup>1</sup>, А.Э. Талыпов<sup>1,2</sup>, А.Ю. Кордонский<sup>1</sup>, В.А. Каранадзе<sup>1</sup>, И.С. Львов<sup>1</sup>, В.А. Смирнов<sup>1</sup>, Р.И. Абдрафиев<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Москва, Россия

<sup>2</sup>Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

**Цель исследования.** Систематизированный обзор и метаанализ исследований, посвященных хирургическому лечению больных с неосложненными взрывными переломами нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника, определение эффективности и безопасности применения короткой транспедикулярной фиксации (ТПФ) у пациентов данной группы.

**Материал и методы.** В исследование отобраны статьи по следующим критериям: дата публикации с 01.01.2004 г. по 31.12.2023 г.; наличие полнотекстовой версии статьи на английском или русском языках; тип перелома А3 или А4 по классификации AOSpine либо взрывные переломы типов А, В или С по классификации Denis, либо прямое указание автора на наличие у пациентов взрывного перелома без его классификации; отсутствие травмы спинного мозга или его корешков на момент поступления пациента в стационар; ТПФ с вовлечением по одному смежному со сломанным позвонком сегменту в каудальном и краниальном направлениях; ТПФ без спондилодеза; возраст пациентов старше 18 лет; описание результатов лечения или развившихся осложнений; средний катамнез для выборки пациентов не менее 12 мес.

**Результаты.** Установлено, что оптимальным методом хирургического лечения взрывных переломов нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника без неврологического дефицита является стандартная короткая ТПФ без применения дополнительного спондилодеза. Необходимо отметить, что у этих пациентов не было выявлено значимого влияния дополнительных винтов в сломанном позвонке при короткой ТПФ как на интраоперационные показатели, так и на отдаленные результаты лечения.

**Заключение.** Короткая ТПФ без дополнительного спондилодеза и ламинэктомии может быть эффективным и безопасным методом хирургического лечения взрывных переломов нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника без неврологического дефицита. Ее применение позволяет добиться регресса кифотической деформации в отдаленном периоде травмы не менее чем на 5,9° и восстановления высоты передних отделов сломанного позвонка на 24 %.

**Ключевые слова:** транспедикулярная фиксация; неосложненные взрывные переломы; нижнегрудной и поясничные отделы позвоночника; метаанализ.

Для цитирования: Гринь А.А., Талыпов А.Э., Кордонский А.Ю., Каранадзе В.А., Львов И.С., Смирнов В.А., Абдрафиев Р.И. Эффективность и безопасность короткой транспедикулярной фиксации при неосложненных взрывных переломах нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника: метаанализ исследований, опубликованных за последние 20 лет // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21. № 3. С. 14–24.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.3.14-24>.

## EFFICACY AND SAFETY OF SHORT SEGMENT PEDICLE SCREW FIXATION IN PATIENTS WITH NEUROLOGICALLY INTACT BURST FRACTURES OF THE LOWER THORACIC AND LUMBAR SPINE: A META-ANALYSIS OF STUDIES PUBLISHED OVER THE LAST 20 YEARS

A.A. Grin<sup>1</sup>, A.E. Talyпов<sup>1,2</sup>, A.Yu. Kordonskiy<sup>1</sup>, V.A. Karanadze<sup>1</sup>, I.S. Lvov<sup>1</sup>, V.A. Smirnov<sup>1</sup>, R.I. Abdrafiev<sup>1</sup>

<sup>1</sup>N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, Moscow, Russia

<sup>2</sup>Pirogov Russian National Research Medical Institute, Moscow, Russia

**Objective.** To conduct a systematic review and meta-analysis of studies on the surgical treatment of patients with uncomplicated burst fractures of the lower thoracic and lumbar spine and to determine the effectiveness and safety of short transpedicular fixation (TPF) in this patient group.

**Material and Methods.** The study included articles with the following criteria: publication date from January 1, 2004, to December 31, 2023; patient sample descriptions involving uncomplicated burst fractures from T10 to L5; TPF involving one segment adjacent to the fractured vertebra in both cranial and caudal directions without spinal fusion; descriptions of treatment outcomes or complications; and an average

follow-up period of at least 12 months. Meta-analysis was conducted using the Comprehensive Meta-Analysis software, version 2.2.064. Depending on the level of heterogeneity (I test), either a fixed-effects or random-effects model was applied. Begg's or Egger's test was used to assess publication bias, and any bias present was corrected using the trim-and-fill method.

**Results.** The application of TPF resulted in a significant reduction in the overall Cobb angle by 5.9 degrees in the percutaneous group and by 7.6 degrees when using a midline approach. Regarding AVBCR (anterior vertebral body compression ratio), a reduction of 24.0 % and 24.8 % was observed in both groups, respectively. The overall complication rates were as follows: superficial infection, 2.2 %; deep infection, 2.0 %; and implant-associated complications, 5.6 %. No patient developed a neurological deficit. The levels of work adaptation W1 and W2 on the Denis scale were achieved in 70.9 % of patients. The overall quality of life, as measured by the Oswestry Disability Index, averaged 13.4 %.

**Conclusions.** Short transpedicular fixation without additional spinal fusion or laminectomy appears to be an effective and safe method for treating burst fractures of the lower thoracic and lumbar spine without neurological deficits. This method allows for regression of kyphotic deformity in the long-term post-injury period by at least 5.9 degrees and restoration of anterior vertebral height by 24 %. The approach demonstrated relatively low overall postoperative complication rates. More than 90 % of patients were able to return to full-time work, either in their previous position or with reduced physical demands.

**Key Words:** transpedicular fixation; uncomplicated burst fractures; lower thoracic and lumbar spine; meta-analysis.

Please cite this paper as: Grin AA, Talygov AE, Kordonskiy AY, Karanadze VA, Lvov IS, Smirnov VA, Abdrafiev RI. Efficacy and safety of short segment pedicle screw fixation in patients with neurologically intact burst fractures of the lower thoracic and lumbar spine: a meta-analysis of studies published over the last 20 years. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2024;21(3):14–24. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14551/ss2024.3.14-24>.

Компрессионно-оскольчатые переломы нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника (нГПОП) являются одними из наиболее частых видов позвоночно-спинальной травмы. Их встречаемость может достигать 13 случаев на 100 000 населения в год, при этом большинство этих поврежденных не сопровождаются неврологическим дефицитом [1]. Наиболее распространенным методом лечения является хирургический, при этом наибольшую эффективность продемонстрировала короткая транспедикулярная фиксация (ТПФ) смежных со сломанным позвонком сегментов без декомпрессии и дополнительного спондилудеза [2]. В настоящее время в литературе опубликовано большое количество систематизированных обзоров и мета-анализов, посвященных переломам нГПОП. Все они представляют собой сравнительные работы, исследующие вопросы необходимости создания костного блока при ТПФ [2–4], удаления имплантатов при ТПФ [5, 6], протяженности ТПФ [7, 8], применения промежуточных винтов в сломанном позвонке [9, 10], а также сравнивают минимально-инвазивную ТПФ с открытыми вариантами вмешательства из заднего срединного доступа [11–13]. Эти исследования имеют существенный недостаток – авторы

включают в них данные по осложненным переломам, что может значительно влиять на итоговый результат. При таком изобилии систематизированных работ мы не обнаружили в литературе ни одного одногруппового метаанализа, демонстрирующего совокупные показатели рентгенологических особенностей поврежденных, осложнений и клинических результатов лечения пациентов с взрывными переломами нГПОП без неврологического дефицита.

Настоящая статья представляет собой заключительную часть ранее инициированного систематизированного исследования [14], охватывающего 69 статей и посвященного хирургическому лечению неосложненных взрывных переломов нГПОП. Было установлено, что оптимальным методом лечения таких поврежденных является короткая ТПФ смежных со сломанным позвонком сегментов без декомпрессии и применения дополнительного спондилудеза. Текущая работа посвящена определению конкретных показателей эффективности и безопасности метода короткой ТПФ с применением статистических методов одногруппового метаанализа.

Цель исследования – систематизированный обзор и метаанализ исследований, посвященных хирургическо-

му лечению больных с неосложненными взрывными переломами нГПОП, и определение эффективности и безопасности применения короткой ТПФ у пациентов данной группы.

## Материал и методы

### Выбор статей

Исследование выполнено в соответствии с рекомендациями Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) [15]. Проведена регистрация исследования в реестре PROSPERO (№ CRD42024531104).

Запрос, который использовали при поиске в базе данных Pubmed, содержал следующие ключевые слова: Lumbar vertebrae [MeSH] OR Thoracic vertebrae [MeSH] OR spine [MeSH] OR Thoracolumbar [TIAB] OR thoracolumbar [TIAB] OR thoraco lumbar [TIAB] OR burst [Title] AND (Injur\* [TIAB] OR trauma\* [TIAB] OR fractur\* [TIAB] OR dislocation\* [TIAB]) NOT animal [MeSH] NOT comment [PT] NOT letter [PT] NOT editorial [PT] NOT news [PT] NOT “newspaper article” [PT] NOT osteoporosis [MH] NOT osteoporotic fractures [MH] NOT osteoporo\* [TITLE] NOT spinal neoplasms [MH] NOT tumor\* [TITLE] NOT malignan\* [TITLE].

Критерии включения статей в систематизированный обзор:

1) дата публикации – с 01.01.2004 г. по 31.12.2023 г.;

2) наличие в доступе полнотекстовой версии статьи на английском или русском языках;

3) тип перелома A3 или A4 по классификации AOSpine, либо типы взрывных переломов A, B или C по классификации Denis, либо прямое указание автора на наличие у пациентов взрывного перелома без его классификации;

4) отсутствие травмы спинного мозга или его корешков на момент поступления пациента в стационар;

5) ТПФ с вовлечением по одному смежному со сломанным позвонком сегменту в каудальном и краниальном направлениях;

6) ТПФ без спондилодеза;

7) возраст пациентов старше 18 лет;

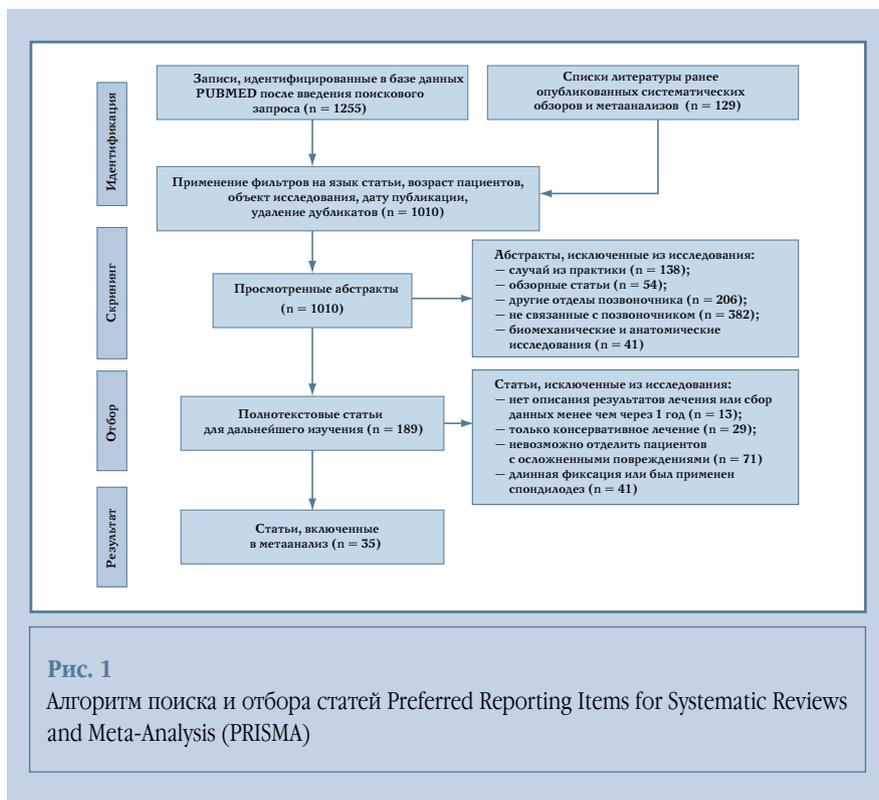
8) описание в исследовании результатов лечения или развившихся осложнений;

9) средний катамнез для выборки пациентов не менее 12 мес.

Все статьи, не соответствующие данным критериям, были исключены из исследования. Алгоритм поиска и отбора статей представлен на рис. 1.

*Сбор данных*

Данные из каждой статьи заносили в соответствующую ячейку таблицы. Базовая информация включала в себя размер выборки, средний возраст пациентов, распределение по полу, диагноз, механизм травмы. Основной блок данных включал в себя метод выполнения ТПФ (перкутанно или из срединного доступа), рентгенологические показатели при поступлении, после вмешательства и во время финального осмотра, средний срок финального осмотра, осложнения, связанные с хирургическим вмешательством, имплант-ассоциированные осложнения в позднем периоде травмы (поломка или миграция элементов конструкции), выраженность болевого синдрома по Denis (табл. 1) и по ВАШ, качество жизни на момент финального осмотра по шкале Denis (табл. 2), а также в соответствии со шкалой Освестри. При изучении рентгенологических показателей фиксировали степень кифотической деформации сегмента (угол



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

**Таблица 1**

Шкала выраженности болевого синдрома по Denis et al. (1984)

Класс	Характеристика
P1	Боли нет
P2	Минимальная боль, обезболивание не нужно
P3	Умеренная боль, требует эпизодического приема медикаментов, не влияет на трудовую активность
P4	Умеренная и выраженная боль, требует частого приема обезболивающих, является причиной частых пропусков работы или существенного облегчения выполняемого труда
P5	Постоянная или выраженная боль, постоянный прием обезболивающих

**Таблица 2**

Шкала трудовой адаптации по Denis et al. (1984)

Класс	Характеристика
W1	Возможен тяжелый физический труд
W2	Возврат к предыдущей сидячей работе или возврат к тяжелому физическому труду с небольшой его модификацией
W3	Невозможность выполнения предыдущей работы, полный рабочий день на новой должности с облегчением условий труда
W4	Невозможность выполнения предыдущей работы, работа на новой должности с облегчением условий труда, неполный рабочий день или частые пропуски работы из-за боли
W5	Невозможность работы

Cobb), степень компрессии передних отделов тела позвонка (anterior vertebral body compression percentage – AVBCP) относительно неповрежденных сегментов, степень стеноза позвоночного канала по среднесагитальному диаметру [16], а также консолидацию перелома.

*Статистический анализ*

Метаанализ выполнен в программе Comprehensive Meta-analysis, version 2.2.064 (Biostat, Englewood, NJ, USA). Оценку гетерогенности проводили при помощи теста I<sup>2</sup>. Если параметр I<sup>2</sup> был меньше 50 %, гетерогенность считали низкой, 50–75% – умеренной, более 75% – высокой [17]. Если не было доказательств статистической гетерогенности между исследованиями (Cochrane Q-test: p > 0,10), использовали модель с фиксированными эффектами. В остальных случаях применяли модель случайных эффектов (Der Simonian и Laird). Публикационное смещение признавалось в случае p < 0,05 при проведении теста Бегга. Если в данных содержалось большое количество выбросов и тест Бегга был малоинформативен (p = 0), дополнительно проводили оценку симметричности воронкообразной диаграммы и тест Эггера. Если публикационное смещение отсутствовало, результат демонстрировали в виде графика forest plot. При наличии публикационного смещения его устраняли при помощи метода trim-and-fill (обрезка и заполнение «недостающих» исследований) [18].

При сравнении радиологических показателей на различных этапах исследования применяли стандартизированную разность средних (standardised mean difference, SMD). Результат демонстрировали в виде 95 % ДИ. Если весь интервал был строго больше или меньше 0, разница считалась статистически достоверной.

**Результаты**

*Отбор статей и общая характеристика пациентов*

Начальный поиск в базе данных Pubmed выявил 1255 статей. После

применения фильтра на возраст и язык просмотрели оставшиеся резюме работ. В результате начального поиска отобрали 189 исследований для изучения полнотекстовых версий. Из них 35 статей соответствовали необходимым критериям и были включены в настоящее ис-

следование (рис. 1). Всего в работах представлены данные лечения 1552 пациентов. В зависимости от особенностей хирургического вмешательства часть авторов разделяли выборку на 2 и более групп. Всего в 35 статьях были представлены результаты лечения 57 групп пациентов. Большин-

**Таблица 3**

Динамика совокупного показателя угла Cobb в результате проведенного хирургического лечения

Параметр	Совокупный показатель (95% ДИ)	I <sup>2</sup>	Q-тест, p	Тест Бегга, p
При поступлении, град.				
пТПФ	15,9 (12,6–19,2)	97,8	0	0,322
срТПФ	18,2 (16,2–20,2)	90,0	0	0,711
После операции, град.				
пТПФ	7,3 (3,7–11,0)	98,9	0	0,246
срТПФ	5,7 (4,5–7,0)	86,8	0	0,903
На контрольном осмотре, град.				
пТПФ	10,0 (7,3–12,7)	97,1	0	0,159
срТПФ	10,6 (8,7–12,5)	91,9	0	0,542
Общая динамика с момента поступления до финального осмотра, град.				
пТПФ	-5,9	–	–	–
срТПФ	-7,6	–	–	–

пТПФ – перкутанная транспедикулярная фиксация; срТПФ – транспедикулярная фиксация из заднего срединного доступа.

**Таблица 4**

Динамика совокупного показателя угла AVBCR в результате проведенного хирургического лечения

Параметр	Совокупный показатель (95% ДИ)	I <sup>2</sup>	Q-тест, p	Тест Бегга, p	Показатель после trim-and-fill
При поступлении, %					
пТПФ	34,8 (27,5–42,0)	98,4	0	0,542	–
срТПФ	40,5 (37,1–43,9)	89,1	0	0,208	–
После операции, %					
пТПФ	8,4 (5,9–10,8)	93,1	0	0,325	–
срТПФ	9,4 (6,5–12,4)	92,0	0	0,025	8,9 (6,2–11,7)
На контрольном осмотре, %					
пТПФ	10,8 (7,8–13,7)	96,2	0	0,325	–
срТПФ	15,7 (11,1–20,3)	96,3	0	0,211	–
Общая динамика с момента поступления до финального осмотра, %					
пТПФ	-24,0	–	–	–	–
срТПФ	-24,8	–	–	–	–

пТПФ – перкутанная транспедикулярная фиксация; срТПФ – транспедикулярная фиксация из заднего срединного доступа.

ство пациентов – мужчины (62,6 %). Медиана среднего возраста в статьях составила 44,8 года. Основными причинами повреждения нГПОП были падения с высоты (42,1 %) и дорожно-транспортные происшествия (43,6 %). Характеристики каждого исследования представлены в дополнительных файлах (приложение 1, 2), размещенных на сайте журнала (<https://www.spinesurgery.ru>).

В ходе предыдущего систематизированного обзора (PROSPERO № CRD42024531093) [14] выявили, что метод выполнения короткой ТПФ (перкутанно или из срединного доступа) значительно влияет на такие параметры,

как степень коррекции угла Cobb и восстановления AVBCR. В связи с этим рентгенологические показатели анализировали отдельно для групп перкутанной фиксации (пТПФ) и ТПФ из заднего срединного доступа (срТПФ). Подсчет прочих параметров проводили сразу для всей выборки статей.

#### Метаанализ

#### рентгенологических показателей

Проанализировали динамику совокупных показателей угла Cobb и AVBCR для пТПФ и срТПФ на момент поступления, после операции и при финальном осмотре (табл. 3, 4).

Для пТПФ в результате хирургического лечения было выявлено зна-

чимое снижение угла Cobb на 8,6° (SMD 1,5 [95 % ДИ: 1,2–1,9],  $I^2 = 81,6\%$ ; Q-тест:  $p = 0$ ; тест Бегга:  $p = 0,113$ ) и AVBCR на 26,4 % (SMD 3,6 [95 % ДИ: 2,5–4,7],  $I^2 = 95,8\%$ ; Q-тест:  $p = 0$ ; тест Бегга:  $p = 0,065$ ). С момента операции и до финального осмотра пациента кифотическая деформация значительно выросла на 2,7° (SMD -0,3 [95 % ДИ: -0,6; -0,1],  $I^2 = 65,4\%$ ; Q-тест:  $p = 0,001$ ; тест Бегга:  $p = 0,099$ ) и ABCR – на 2,8 % (SMD -0,4 [95 % ДИ: -0,6; -0,3],  $I^2 = 0\%$ ; Q-тест:  $p = 0,984$ ; тест Бегга:  $p = 0,677$ ).

Для срТПФ в раннем послеоперационном периоде отмечена значимая редукция кифотической деформации на 12,5° ( $I^2 = 77,8\%$ ; Q-тест:  $p = 0$ ; тест Бегга:  $p = 0,001$ ; скорректированная SMD 1,9 [95 % ДИ: 1,5–2,4],) и восстановление высоты тела сломанного позвонка на 31,1 % (SMD 3,2 [95 % ДИ: 2,8–3,6],  $I^2 = 59,4\%$ ; Q-тест:  $p = 0,008$ ; тест Бегга:  $p = 0,245$ ). После операции и на момент финального осмотра было верифицировано значимое нарастание кифоза на 4,9° (SMD -0,9 [95 % ДИ: -1,2; -0,5],  $I^2 = 72,1\%$ ; Q-тест:  $p = 0$ ; тест Бегга:  $p = 0,392$ ) и показателя AVBCR на 6,8 % ( $I^2 = 0$ ; Q-тест:  $p = 0,508$ ; тест Бегга:  $p = 0,013$ ; скорректированная SMD -0,6 [95 % ДИ, -0,8; -0,4]).

Совокупный показатель степени стеноза позвоночного канала после устранения публикационного смещения составил 43,1 % (95 % ДИ: 33,8–52,5). Расчет совокупного показателя степени компрессии позвоночного канала на момент финального осмотра не представляется возможным в связи с недостатком данных в опубликованных работах.

#### Метаанализ

#### послеоперационных осложнений

Совокупный показатель встречаемости поверхностного (надпапневротического) нагноения послеоперационной раны достиг 2,2 % (95 % ДИ: 1,5–3,1);  $I^2 = 0$ ; Q-тест:  $p = 1,00$ ; тест Бегга:  $p = 0$ ; тест Эггера:  $p = 0,991$ . Совокупная частота нагноения раны, потребовавшая ревизионного вмешательства, составила 2,0 % (95 % ДИ: 1,4–3,1);  $I^2 = 0$ ; Q-тест:  $p = 1,00$ ; тест Бегга:  $p = 0$ ; тест Эггера:  $p = 0,103$ .

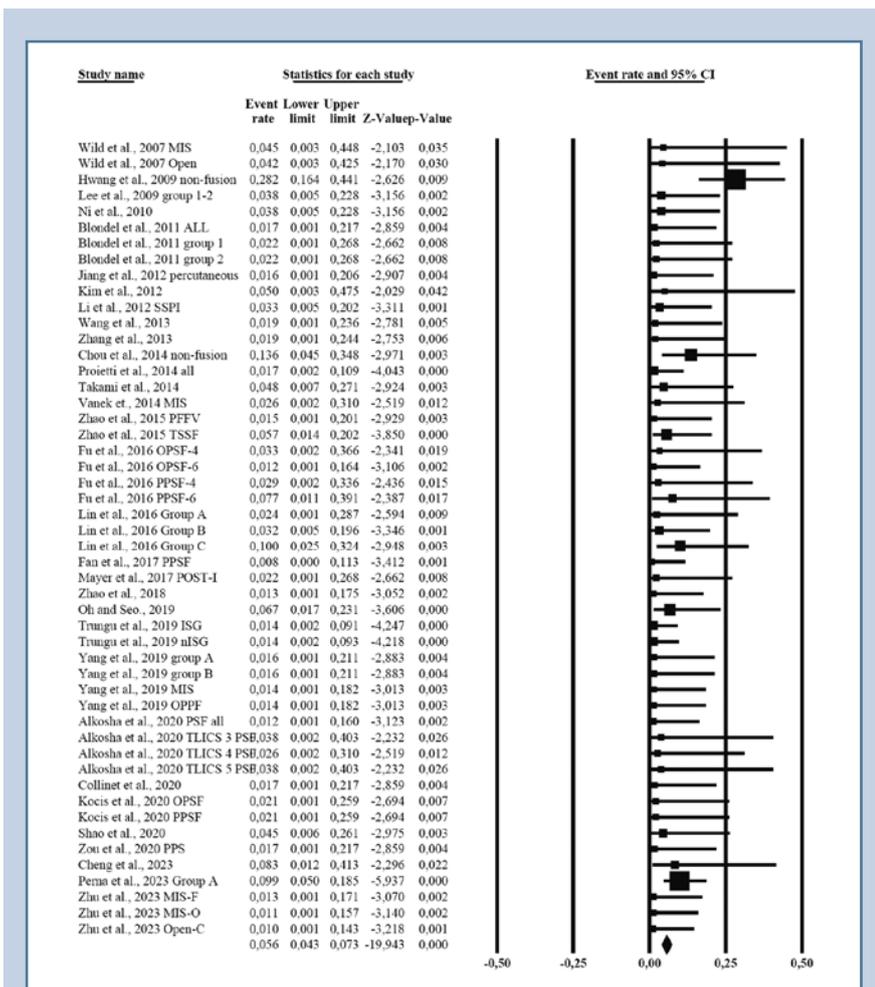


Рис. 2

Совокупная частота развития имплант-ассоциированных осложнений:  $I^2 = 23,3\%$ ; Q-тест:  $p = 0,075$ ; тест Бегга:  $p = 0,089$

Совокупная частота имплант-ассоциированных осложнений составила 5,6 % (95 % ДИ: 4,3–7,3; рис. 2). Для выявления возможной эффективности удаления имплантатов в снижении частоты данного осложнения мы разбили пациентов на группы временной и постоянной ТПФ. При временной ТПФ (от 6 до 12 мес.) совокупная частота несостоятельности фиксации при контрольном осмотре составила 4,6 % (95 % ДИ: 3,0–6,9;  $I^2 = 0$ ; Q-тест:  $p = 0,956$ ; тест Бегга:  $p = 0,481$ ). Если имплантаты в течение всего срока наблюдения не удалялись, совокупная частота имплант-ассоциированных осложнений после устранения публикационного смещения составила 5,8 % (95 % ДИ: 3,2–10,4;  $I^2 = 60,4$ ; Q-тест:  $p = 0,001$ ; тест Бегга:  $p = 0,05$ ).

Неврологического дефицита не было отмечено ни у одного больного в выбранных статьях. Только у одного пациента [50] было формирование клинически значимого синдрома смежного уровня, потребовавшего хирургического лечения. В связи с таким малым количеством наблюдений расчет совокупных показателей вышеуказанных осложнений не проводили.

#### Метаанализ

##### отдаленных результатов

Совокупный показатель частоты консолидации перелома по данным контрольной КТ в отдаленном периоде травмы составил 93,7 % (95 % ДИ: 89,5–96,3; рис. 3).

Совокупный показатель выраженности болевого синдрома по ВАШ (рис. 4) – 1,8 балла (95 % ДИ: 1,2–2,3). Большинство (81,5 %) пациентов в отдаленном периоде травмы не испытывали болей в области травмы или болевой синдром был настолько слабый, что не требовал приема анальгетиков (табл. 5).

Совокупный показатель качества жизни в соответствии со шкалой Освестри (рис. 5) достиг 13,4 % (95 % ДИ: 10,4–16,3). В большинстве (90,3 %) наблюдений пациенты с течением времени возвращались к труду на полный рабочий день

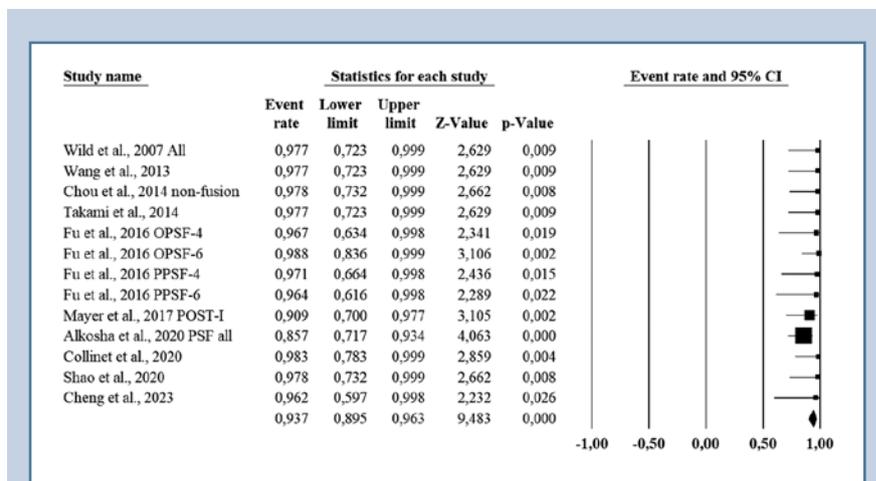


Рис. 3

Совокупная частота консолидации перелома в результате проведенного лечения:  $I^2 = 0$  %; Q-тест:  $p = 0,564$ ; тест Бегга:  $p = 0,087$

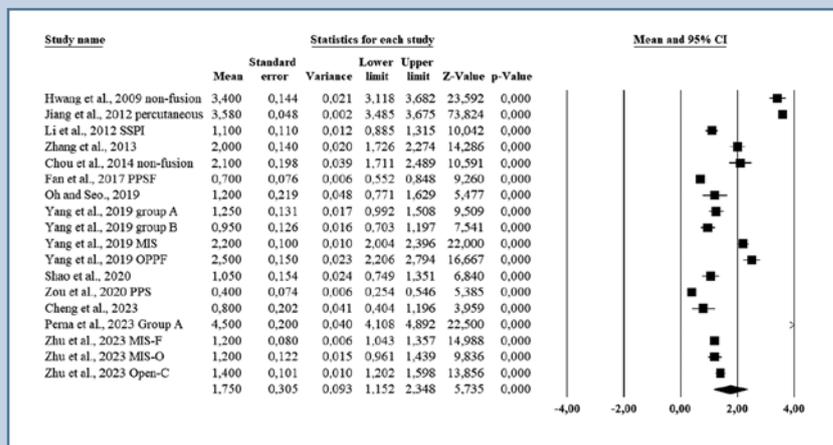


Рис. 4

Совокупный показатель выраженности болевого синдрома по ВАШ

на прежних условиях или с облегчением выполняемых обязанностей (табл. 5).

## Обсуждение

Вопрос лечения пациентов со взрывными переломами нГПОП, несмотря на колоссальное число опубликованных ретро- и проспективных исследований, систематизированных обзоров и метаанализов, до сих пор представляет собой актуальную задачу. Выбор хирургом метода лечения и после-

дующее информированное согласие пациента на его проведение, как правило, основываются на имеющихся рандомизированных клинических исследованиях (РКИ) и опубликованных рекомендательных протоколах. Если соответствующих РКИ в литературе нет, то выбор метода лечения основывается на знании частоты развития осложнений, успешной консолидации перелома и результатов последующей социальной и трудовой адаптации пациентов. Наиболее точные данные для подобного прог-

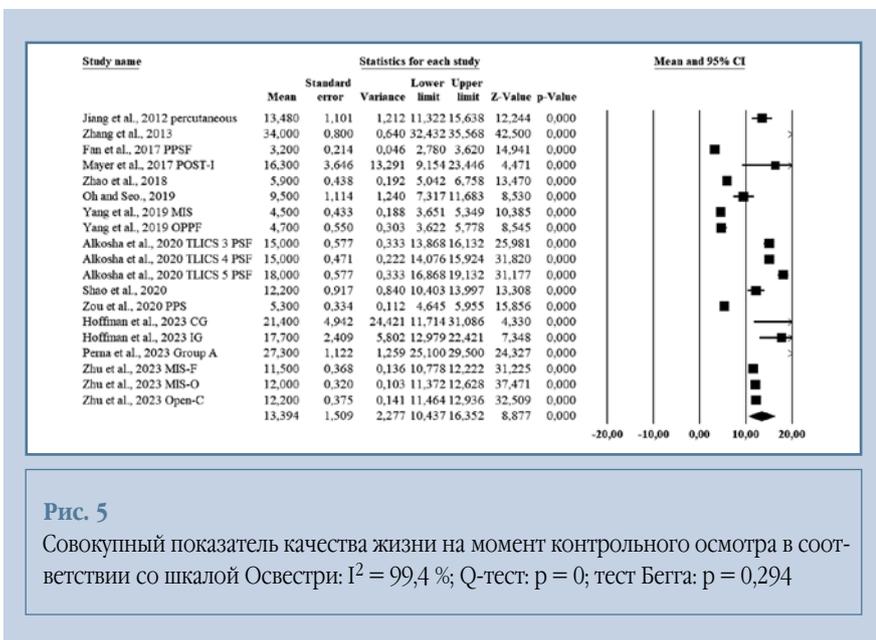


Рис. 5

Совокупный показатель качества жизни на момент контрольного осмотра в соответствии со шкалой Освестри:  $I^2 = 99,4\%$ ; Q-тест:  $p = 0$ ; тест Бетта:  $p = 0,294$

Таблица 5

Результаты метаанализа выраженности болевого синдрома и трудовой адаптации по Denis в отдаленном периоде травмы

Параметр	Совокупный показатель, % (95 % ДИ)	Гетерогенность		Тест Бетта	Совокупный показатель после применения trim-and-fill, % (95 % ДИ)
		$I^2$ , %	Q-тест, p		
Выраженность болевого синдрома					
P1 и P2	81,5 (74,8–86,7)	0	0,466	0,293	—
P3	15,5 (9,6–22,2)	18,7	0,287	0,098	—
P4 и P5	5,3 (2,6–10,5)	0	0,762	0,099	—
Результаты трудовой адаптации					
W1 и W2	70,9 (62,6–78,0)	31,5	0,188	0,024	67,2 (59,1–74,5)
W3	23,1 (15,9–32,4)	33,7	0,197	0,142	—
W4 и W5	11,7 (6,8–19,5)	3,8	0,416	0,091	—

ноза может предоставить одногрупповой метаанализ, результатом которого являются конкретные показатели с доверительными интервалами, которые были сформированы в результате обработки всех имеющихся исследований на данную тематику. Необходимо отметить, что эти данные являются более точными, чем стандартные средние или медианные значения, полученные в ходе систематизированного обзора, поскольку они учитывают вес исследования в формировании итогового результата в зависимости от размеров выборки, а также в неко-

торых случаях данные стандартного отклонения. К настоящему моменту мы не обнаружили в литературе ни одного метаанализа, демонстрирующего при помощи совокупных показателей эффективность и безопасность применения какого-либо метода хирургического лечения при компрессионно-оскольчатых переломах нГПОП.

В ходе систематизированного обзора [14] было установлено, что оптимальным методом хирургического лечения взрывных переломов нГПОП без неврологического дефицита является стандартная короткая ТПФ без при-

менения дополнительного спондилодеза. Необходимо отметить, что у этих пациентов не было выявлено значимого влияния дополнительных винтов в сломанном позвонке при проведении короткой ТПФ как на интраоперационные показатели, так и на отдаленные результаты лечения [14]. Исходя из вышесказанного, в данный метаанализ были включены больные как с промежуточной ТПФ, так и без нее. В связи с этим, проводя настоящее исследование с целью снижения вероятности развития публикационного смещения и формирования более гомогенной выборки статей, мы ограничились группой пациентов с вышеуказанным методом лечения.

В ходе анализа рентгенологических показателей выявили, что перкутанную ТПФ выполняли пациентам с менее выраженными кифозом и AVBCR при поступлении (15,9° и 34,8% соответственно) по сравнению с выборкой, где применяли стандартный срединный доступ (18,2° и 40,5% соответственно). Тем не менее оба метода продемонстрировали отличный ортопедический результат в отдаленном периоде. Совокупный показатель кифотической деформации был скорректирован к моменту финального осмотра не менее чем на 5,9° и степень компрессии тела позвонка была уменьшена на 24,0%. Данный результат наглядно демонстрирует преимущество ТПФ в удержании эффекта достигнутой в ходе репозиционных маневров коррекции перелома в сравнении с результатами консервативной терапии [55], при которой в условиях недостаточно жесткой иммобилизации перелома совокупные показатели кифоза и AVBCR наоборот прогрессировали на 3,0° и 3,7% соответственно.

Анализ осложнений продемонстрировал достаточно высокую безопасность применения стандартной короткой ТПФ. В представленной выборке статей на протяжении всего периода наблюдения не было ни одного случая ревизионного вмешательства в связи с развитием неврологического дефицита или прогрессированием кифотической деформации. Тем не менее шансы развития

глубокого нагноения в 2,0 % заслуживают внимания и должны учитываться как хирургом при определении тактики лечения, так и пациентом при подписании информированного согласия на операцию. Также необходимо отметить относительно низкий совокупный показатель частоты имплант-ассоциированных осложнений (5,6 %), несмотря на отсутствие межтелового костного блока. Мы связываем это с рядом причин. Во-первых, ни одному пациенту не была сделана ламинэтомия, даже в случаях компрессии содержимого позвоночного канала в 50 % и более, в связи с чем задняя опорная колонна оставалась практически полностью интактной. Во-вторых, в условиях жесткой иммобилизации наблюдаются дегенеративные изменения в фасеточных суставах, вызывающие со временем их частичное или полное анкилозирование [56], что, в свою очередь, также вносит вклад в стабильность травмированного сегмента.

Большинство авторов при удалении системы ТПФ в качестве причины указывали возможность предотвращения поломки металлоконструкции и миграции винтов. Подсчет совокупного показателя частоты имплант-ассоциированных осложнений в зависимости от продолжительности ТПФ продемонстрировал практически схожие показатели, с разницей в 1,2 % в пользу временной фиксации по сравнению с постоянной ТПФ. Тем не менее в связи с ограничениями одностороннего метаанализа провести статистически значимое сравнение между этими двумя группами не представляется возможным.

В отношении отдаленных результатов лечения выбранный метод ТПФ также продемонстрировал высокую эффективность. Частота консолидации перелома была высокой и в пределах доверительного интервала

превышала 96 %. Следует отметить, что у оставшихся пациентов, у которых авторы констатировали несращение по линии перелома, клинические признаки нестабильности отсутствовали, также не было нарастания кифоза или признаков несостоятельности металлофиксаторов. Авторы предпочитали у таких пациентов не удалять ТПФ, каких-либо клинических последствий несращения перелома не имело.

Анализ клинических результатов также продемонстрировал высокую эффективность метода. Только 5,3 % пациентов требовался регулярный прием анальгетиков. Более 80,0 % из них не нуждались в обезболивающих в связи с отсутствием или слабой выраженностью болевого синдрома. Оценка качества жизни продемонстрировала минимальные нарушения в соответствии со шкалой Освестри. Более 90,0 % пациентов характеризуются практически полной социально-трудовой адаптацией в отдаленном периоде травмы.

*Ограничения исследования.* Ограничением настоящего обзора является объединение большинством авторов анализируемых исследований в одну группу переломов типов А3 и А4 по AOSpine, а также повреждений типов А, В и С по Denis. Разделение взрывных переломов нГПОП по подтипам позволило бы провести более точный подсчет совокупных показателей. Лишь небольшое число авторов при оценке отдаленных результатов применяли шкалу Denis, которая, на наш взгляд, наиболее объективно демонстрирует влияние болевого синдрома на жизнь пациента и качество его последующей трудовой реабилитации. Более частое применение этой шкалы позволило бы сформировать более точный совокупный показатель.

Но несмотря на ограничения исследования, мы считаем, что имею-

щихся данных достаточно для объективного понимания как хирургом, так и пациентом ожидаемой эффективности анализируемого метода лечения, частоты развития некоторых осложнений и прогнозирования дальнейшей социально-трудовой адаптации.

## Заключение

Короткая ТПФ без дополнительного спондилодеза и ламинэтомии может быть эффективным и безопасным методом хирургического лечения взрывных переломов нГПОП без неврологического дефицита. Ее применение позволяет добиться регресса кифотической деформации в отдаленном периоде травмы не менее чем на 5,9° и восстановления высоты передних отделов сломанного позвонка на 24 %. Совокупная частота нагноения в области металлофиксаторов составляет 2,0 %, имплант-ассоциированных осложнений – 5,6 %. В отдаленном периоде травмы совокупный показатель выраженности болевого синдрома по ВАШ составляет 1,8 балла. Совокупный показатель шкалы Освестри у таких пациентов – 13,4 %, что соответствует минимальным нарушениям жизнедеятельности. Более 90 % пациентов в результате проведенного лечения возвращаются к труду на полный рабочий день на прежнюю должность или с облегчением выполняемых трудовых обязанностей.

*Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

*Проведение исследования одобрено локальными этическими комитетами учреждений.*

*Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.*

## Литература/References

1. Katsuura Y, Osborn JM, Cason GW. The epidemiology of thoracolumbar trauma: a meta-analysis. J Orthop. 2016;13:383–388. DOI: 10.1016/j.jor.2016.06.019.
2. Tian NF, Wu YS, Zhang XL, Wu XL, Chi YL, Mao FM. Fusion versus nonfusion for surgically treated thoracolumbar burst fractures: a meta-analysis. PLoS One. 2013;8:e63995. DOI: 10.1371/journal.pone.0063995.

3. **Lan T, Chen Y, Hu SY, Li AL, Yang XJ.** Is fusion superior to non-fusion for the treatment of thoracolumbar burst fracture? A systematic review and meta-analysis. *J Orthop Sci.* 2017;22:828–833. DOI: 10.1016/j.jos.2017.05.014.
4. **Diniz JM, Botelho RV.** Is fusion necessary for thoracolumbar burst fracture treated with spinal fixation? A systematic review and meta-analysis. *J Neurosurg Spine.* 2017;27:584–592. DOI: 10.3171/2017.1.SPINE161014.
5. **Kweh BTS, Tan T, Lee HQ, Hunn M, Liew S, Tee JW.** Implant removal versus implant retention following posterior surgical stabilization of thoracolumbar burst fractures: a systematic review and meta-analysis. *Global Spine J.* 2022;12:700–718. DOI: 10.1177/21925682211005411.
6. **Visagan R, Kearney S, Trifoi S, Kalyal N, Hogg F, Quercetti B, Abdalla M, Danciut M, Papadopoulos MC.** Removal or retention of minimally invasive screws in thoracolumbar fractures? Systematic review and case-control study. *Acta Neurochir (Wien).* 2023;165:885–895. DOI: 10.1007/s00701-023-05514-9.
7. **Liang D, Deng X, Qian J, Han F, Zhou K.** Comparison of different pedicle screw fixation schemes in the treatment of neurosurgical spinal fractures: systematic review and meta-analysis. *Ann Palliat Med.* 2021;10:12678–12689. DOI: 10.21037/apm-21-3533.
8. **Ituarte F, Wieggers NW, Ruppert T, Goldstein C, Nourbakhsh A.** Posterior thoracolumbar instrumented fusion for burst fractures: a meta-analysis. *Clin Spine Surg.* 2019;32:57–63. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000763.
9. **Zhang C, Liu Y.** Combined pedicle screw fixation at the fracture vertebrae versus conventional method for thoracolumbar fractures: A meta-analysis. *Int J Surg.* 2018;53:38–47. DOI: 10.1016/j.ijsu.2018.03.002.
10. **Tong MJ, Tang Q, Wang CG, Xiang GH, Chen Q, Xu HZ, Tian NF.** Efficacy of using intermediate screws in short-segment fixation for thoracolumbar fractures: a meta-analysis of randomized controlled trials. *World Neurosurg.* 2018;110:e271–e280. DOI: 10.1016/j.wneu.2017.10.157.
11. **Lu J, Chen Y, Hu M, Sun C.** Systematic review and meta-analysis of the effect of using percutaneous pedicle screw internal fixation for thoracolumbar fractures. *Ann Palliat Med.* 2022;11:250–259. DOI: 10.21037/apm-21-3736.
12. **Jiang F, Li XX, Liu L, Xie ZY, Xu YZ, Ren GR, Wu XT, Wang YT.** The mini-open Wiltse approach with pedicle screw fixation versus percutaneous pedicle screw fixation for treatment of neurologically intact thoracolumbar fractures: a systematic review and meta-analysis. *World Neurosurg.* 2022;164:310–322. DOI: 10.1016/j.wneu.2022.05.119.
13. **Wu X, Zhang B, Zhang CL, Wu XT, Zhang QH.** Efficacy and safety of minimal pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures: a meta-analysis. *Eur Rev Med Pharmacol Sci.* 2018;22(1 Suppl):45–52. DOI: 10.26355/eurrev\_201807\_15362.
14. **Grin A, Karanadze V, Lvov I, Kordonskiy A, Talypov A, Smirnov V, Zakharov P.** Effective method of pedicle screw fixation in patients with neurologically intact thoracolumbar burst fractures: a systematic review of studies published over the last 20 years. *Neurocirugia (Astur: Engl Ed).* 2024;S2529-8496(24)00048-0. DOI: 10.1016/j.neucie.2024.07.009.
15. **Moher D, Liberati A, Tetzlaff J, Altman DG.** Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: the PRISMA statement. *PLoS Med.* 2009;6:e1000097. DOI: 10.1371/journal.pmed.1000097.
16. **Keynan O, Fisher CG, Vaccaro A, Fehlings MG, Oner FC, Dietz J, Kwon B, Rampersaud R, Bono C, France J, Dvorak M.** Radiographic measurement parameters in thoracolumbar fractures: a systematic review and consensus statement of the spine trauma study group. *Spine.* 2006;31:E156–E165. DOI: 10.1097/01.brs.0000201261.94907.0d.
17. **Higgins JP, Thompson SG, Deeks JJ, Altman DG.** Measuring inconsistency in meta-analyses. *BMJ.* 2003;327:557–560. DOI: 10.1136/bmj.327.7414.557.
18. **Shi L, Lin L.** The trim-and-fill method for publication bias: practical guidelines and recommendations based on a large database of meta-analyses. *Medicine (Baltimore).* 2019;98:e15987. DOI: 10.1097/MD.00000000000015987.
19. **Wild MH, Gleees M, Plieschnegger C, Wenda K.** Five-year follow-up examination after purely minimally invasive posterior stabilization of thoracolumbar fractures: a comparison of minimally invasive percutaneously and conventionally open treated patients. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2007;127:335–343. DOI: 10.1007/s00402-006-0264-9.
20. **Hwang JH, Modi HN, Yang JH, Kim SJ, Lee SH.** Short segment pedicle screw fixation for unstable T11-L2 fractures: with or without fusion? A three-year follow-up study. *Acta Orthop Belg.* 2009;75:822–827.
21. **Lakshmanan P, Jones A, Mehta J, Ahuja S, Davies PR, Howes JP.** Recurrence of kyphosis and its functional implications after surgical stabilization of dorsolumbar unstable burst fractures. *Spine J.* 2009;9:1003–1009. DOI: 10.1016/j.spinee.2009.08.457.
22. **Lee Sh, Pandher D, Yoon K, Lee S, Oh KJ.** The effect of postoperative immobilization on short-segment fixation without bone grafting for unstable fractures of thoracolumbar spine. *Indian J Orthop.* 2009;43:197–204. DOI: 10.4103/0019-5413.41870.
23. **Liao JC, Fan KF, Chen WJ, Chen LH.** Posterior instrumentation with transpedicular calcium sulphate graft for thoracolumbar burst fracture. *Int Orthop.* 2009;33:1669–1675. DOI: 10.1007/s00264-008-0677-x.
24. **Ni WF, Huang YX, Chi YL, Xu HZ, Lin Y, Wang XY, Huang QS, Mao FM.** Percutaneous pedicle screw fixation for neurologic intact thoracolumbar burst fractures. *J Spinal Disord Tech.* 2010;23:530–537. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181c72d4c.
25. **Blondel B, Fuentes S, Pech-Gourg G, Adetchessi T, Tropiano P, Dufour H.** Percutaneous management of thoracolumbar burst fractures: Evolution of techniques and strategy. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2011;97:527–532. DOI: 10.1016/j.otsr.2011.03.020.
26. **Jiang XZ, Tian W, Liu B, Li Q, Zhang GL, Hu L, Li Z, He D.** Comparison of a paraspinous approach with a percutaneous approach in the treatment of thoracolumbar burst fractures with posterior ligamentous complex injury: a prospective randomized controlled trial. *J Int Med Res.* 2012;40:1343–1356. DOI: 10.1177/147323001204000413.
27. **Kim HY, Kim HS, Kim SW, Ju CL, Lee SM, Park HJ.** Short segment screw fixation without fusion for unstable thoracolumbar and lumbar burst fracture: a prospective study on selective consecutive patients. *J Korean Neurosurg Soc.* 2012;51:203–207. DOI: 10.3340/jkns.2012.51.4.203.
28. **Li X, Ma Y, Dong J, Zhou XG, Li J.** Retrospective analysis of treatment of thoracolumbar burst fracture using mono-segment pedicle instrumentation compared with short-segment pedicle instrumentation. *Eur Spine J.* 2012;21:2034–2042. DOI: 10.1007/s00586-012-2214-2.
29. **Wang J, Zhou Y, Zhang ZF, Li CQ, Zheng WJ, Liu J.** Radiological study on disc degeneration of thoracolumbar burst fractures treated by percutaneous pedicle screw fixation. *Eur Spine J.* 2013;22:489–494. DOI: 10.1007/s00586-012-2462-1.
30. **Zhang L, Zou J, Gan M, Shi J, Li J, Yang H.** Treatment of thoracolumbar burst fractures: short-segment pedicle instrumentation versus kyphoplasty. *Acta Orthop Belg.* 2013;79:718–725.
31. **Chou PH, Ma HL, Wang ST, Liu CL, Chang MC, Yu WK.** Fusion may not be a necessary procedure for surgically treated burst fractures of the thoracolumbar and lumbar spines: a follow-up of at least ten years. *J Bone Joint Surg Am.* 2014;96:1724–1731. DOI: 10.2106/JBJS.M.01486.
32. **Proietti L, Scaramuzza L, Schiro GR, Sessa S, D'Aurizio G, Tamburrelli FC.** Posterior percutaneous reduction and fixation of thoraco-lumbar burst fractures. *Orthop Traumatol Surg Res.* 2014;100:455–460. DOI: 10.1016/j.otsr.2014.06.003.
33. **Takami M, Yamada H, Nohda K, Yoshida M.** A minimally invasive surgery combining temporary percutaneous pedicle screw fixation without fusion and vertebroplasty with transpedicular intracorporeal hydroxyapatite blocks grafting for fresh thoracolumbar burst fractures: prospective study. *Eur J Orthop Surg Traumatol.* 2014;24 Suppl 1:S159–S165. DOI: 10.1007/s00590-013-1266-2.
34. **Vanek P, Bradac O, Konopkova R, de Lacy P, Lacman J, Benes V.** Treatment of thoracolumbar trauma by short-segment percutaneous transpedicular screw instru-

- mentation: prospective comparative study with a minimum 2-year follow-up. *J Neurosurg Spine*. 2014;20:150–156. DOI: 10.3171/2013.11.SPINE13479.
35. **Zhao QM, Gu XF, Yang HL, Liu ZT.** Surgical outcome of posterior fixation, including fractured vertebra, for thoracolumbar fractures. *Neurosciences (Riyadh)*. 2015;20:362–367. DOI: 10.17712/nsj.2015.4.20150318.
  36. **Fu Z, Zhang X, Shi Y, Dong Q.** Comparison of surgical outcomes between short-segment open and percutaneous pedicle screw fixation techniques for thoracolumbar fractures. *Med Sci Monit*. 2016;22:3177–3185. DOI: 10.12659/msm.896882.
  37. **Lin YC, Fan KF, Liao JC.** Two additional augmenting screws with posterior short-segment instrumentation without fusion for unstable thoracolumbar burst fracture – Comparisons with transpedicular grafting techniques. *Biomed J*. 2016;39:407–413. DOI: 10.1016/j.bj.2016.11.005.
  38. **Fan Y, Zhang J, He X, Huang Y, Wu Q, Hao D.** A comparison of the mini-open Wiltse approach with pedicle screw fixation and the percutaneous pedicle screw fixation for neurologically intact thoracolumbar fractures. *Med Sci Monit*. 2017;23:5515–5521. DOI: 10.12659/msm.905271.
  39. **Mayer M, Ortmaier R, Koller H, Koller J, Hitzl W, Auffarth A, Resch H, von Keudell A.** Impact of sagittal balance on clinical outcomes in surgically treated T12 and L1 burst fractures: analysis of long-term outcomes after posterior-only and combined postero-anterior treatment. *Biomed Res Int*. 2017;2017:1568258. DOI: 10.1155/2017/1568258.
  40. **Zhao Q, Hao D, Wang B.** A novel, percutaneous, self-expanding, forceful reduction screw system for the treatment of thoracolumbar fracture with severe vertebral height loss. *J Orthop Surg Res*. 2018;13:174. DOI: 10.1186/s13018-018-0880-4.
  41. **Oh HS, Seo HY.** Percutaneous pedicle screw fixation in thoracolumbar fractures: comparison of results according to implant removal time. *Clin Orthop Surg*. 2019;11:291–296. DOI: 10.4055/cios.2019.11.3.291.
  42. **Trungu S, Forcato S, Bruzzaniti P, Frascetti F, Miscusi M, Cimatti M, Raco A.** Minimally invasive surgery for the treatment of traumatic monosegmental thoracolumbar burst fractures: clinical and radiologic outcomes of 144 patients with a 6-year follow-up comparing two groups with or without intermediate screw. *Clin Spine Surg*. 2019;32:E171–E176. DOI: 10.1097/BSD.0000000000000791.
  43. **Yang M, Zhao Q, Hao D, Chang Z, Liu S, Yin X.** Comparison of clinical results between novel percutaneous pedicle screw and traditional open pedicle screw fixation for thoracolumbar fractures without neurological deficit. *Int Orthop*. 2019;43:1749–1754. DOI: 10.1007/s00264-018-4012-x.
  44. **Yang P, Chen K, Zhang K, Sun J, Yang H, Mao H.** Percutaneous short-segment pedicle instrumentation assisted with O-arm navigation in the treatment of thoracolumbar burst fractures. *J Orthop Translat*. 2020;21:1–7. DOI: 10.1016/j.jot.2019.11.002.
  45. **Alkoshha HM, Omar SA, Albayar A, Awad BI.** Candidates for percutaneous screw fixation without fusion in thoracolumbar fractures: a retrospective matched cohort study. *Global Spine J*. 2020;10:982–991. DOI: 10.1177/2192568219886320.
  46. **Collinet A, Charles YP, Ntilikina Y, Tuzin N, Steib JP.** Analysis of intervertebral discs adjacent to thoracolumbar A3 fractures treated by percutaneous instrumentation and kyphoplasty. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2020;106:1221–1226. DOI: 10.1016/j.otsr.2020.05.006.
  47. **Kocis J, Kelbl M, Kocis T, Navrat T.** Percutaneous versus open pedicle screw fixation for treatment of type A thoracolumbar fractures. *Eur J Trauma Emerg Surg*. 2020;46:147–152. DOI: 10.1007/s00068-018-0998-4.
  48. **Shao RX, Zhou H, Peng L, Pan H, Yue J, Hu QF.** Clinical efficacy and outcome of intelligently inflatable reduction in conjunction with percutaneous pedicle screw fixation for treating thoracolumbar burst fractures. *J Int Med Res*. 2020;48:300060520903658. DOI: 10.1177/0300060520903658.
  49. **Zou P, Yang JS, Wang XF, Wei JM, Liu P, Chen H, Hao DJ, Li QD, Wei D, Gong HL, Wu XC, Liu BY, Zhang YT, Zhang XF, Zhao YT.** Comparison of clinical and radiologic outcome between mini-open Wiltse approach and fluoroscopic-guided percutaneous pedicle screw placement: a randomized controlled trial. *World Neurosurg*. 2020;144:e368–e375. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.08.145.
  50. **Cheng C, Li G, Luo Y, Lin Z.** Treatment of thoracolumbar fractures by closed reduction via a percutaneous solid pedicle screw. *Acta Orthop Bras*. 2023;31(spe1):e259041. DOI: 10.1590/1413-785220233101e259041.
  51. **Hoffmann MF, Kuhlmann K, Schildhauer TA, Wenning KE.** Improvement of vertebral body fracture reduction utilizing a posterior reduction tool: a single-center experience. *J Orthop Surg Res*. 2023;18:321. DOI: 10.1186/s13018-023-03793-7.
  52. **Perna A, Franchini A, Gorgoglione FL, Barletta F, Moretti B, Piazzolla A, Bocchi MB, Velluto C, Tamburrelli F, Proietti L.** Short-segment percutaneous fusion versus open posterior fusion with screw in the fractured vertebra for thoracolumbar junction burst vertebral fracture treatment. *J Neurosci Rural Pract*. 2024;15:34–41. DOI: 10.25259/JNRP\_370\_2023.
  53. **Zhu X, Shao Y, Lu Y, Sun J, Chen J.** Comparison of pedicle screw fixation by four different posterior approaches for the treatment of type A thoracolumbar fractures without neurologic injury. *Front Surg*. 2023;9:1036255. DOI: 10.3389/fsurg.2022.1036255.
  54. **Крылов В.В., Гринь А.А., Луцик А.А., Парфенов В.Е., Дулаев А.К., Мануковский В.А., Коновалов Н.А., Перльмуттер О.А., Сафин Ш.М., Кравцов М.Н., Манащук В.И., Рерих В.В.** Рекомендательный протокол лечения острой осложненной и неосложненной травмы позвоночника у взрослых (Ассоциация нейрохирургов РФ). Часть 3 // Журнал «Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко». 2015. Т. 79, № 2. С. 97–110. [Krylov VV, Grin AA, Lutsik AA, Parfenov VE, Dulayev AK, Manukovski VA, Konovolov NA, Perlmutter OA, Safin ShM, Kravtsov MN, Manashchuk VI, Rerikh VV. An advisory protocol for treatment of acute complicated and uncomplicated spinal cord injury in adults (association of neurosurgeons of the Russian Federation). Part 3. Burdenko's Journal of Neurosurgery. 2015;79(2):97–110]. DOI: 10.17116/neiro201579297-110.
  55. **Гринь А.А., Каранадзе В.А., Кордонский А.Ю., Талыпов А.Э., Львов И.С., Абдрафиев Р.И.** Эффективность и безопасность консервативной терапии у пациентов со взрывными неосложненными переломами грудного и поясничного отделов позвоночника: метаанализ // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21, № 2. С. 27–38. [Grin AA, Karanadze VA, Kordonskiy AY, Talypov AE, Lvov IS, Abdrafiev RI. Efficacy and safety of conservative treatment in patients with neurologically intact thoracolumbar burst fractures: a meta-analysis. *Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika)*. 2024;21(2):27–38]. DOI: 10.14531/ss2024.2.27-38.
  56. **Proietti L, Scaramuzza L, Schiro GR, Sessa S, Tamburrelli FC, Cerulli G.** Degenerative facet joint changes in lumbar percutaneous pedicle screw fixation without fusion. *Orthop Traumatol Surg Res*. 2015;101:375–379. DOI: 10.1016/j.otsr.2015.01.013.

**Адрес для переписки:**

Абдрафиев Ринат Ирфанович

129090, Россия, Москва, Большая Сухаревская пл., 3,  
НИИ скорой помощи им. Н.В. Склифосовского,  
rinat-abdratiev@mail.ru**Address correspondence to:**

Abdratiev Rinat Irfanovich

N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine,  
3 Bolshaya Sukharevskaya sq, Moscow, 129090, Russia,  
rinat-abdratiev@mail.ru*Статья поступила в редакцию 28.06.2024**Рецензирование пройдено 10.09.2024**Подписано в печать 18.09.2024**Received 28.06.2024**Review completed 10.09.2024**Passed for printing 18.09.2024*

Андрей Анатольевич Гринь, д-р мед. наук, член-корреспондент РАН, главный внештатный нейрохирург Департамента здравоохранения Москвы, заведующий научным отделением неотложной нейрохирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, ORCID: 0000-0003-3515-8329, aagreen@yandex.ru;

Александр Эрнестович Талыпов, д-р мед. наук, ведущий научный сотрудник отделения нейрохирургии, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3; профессор кафедры фундаментальной нейрохирургии, Российский национальный исследовательский медицинский университет им. Н.И. Пирогова, Россия, 117513, Москва, ул. Островитянова, 1, ORCID: 0000-0002-6789-8164, dr.talypova@mail.ru;

Антон Юрьевич Кордонский, канд. мед. наук, научный сотрудник отделения неотложной нейрохирургии, врач-нейрохирург, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, ORCID: 0000-0001-5344-3970, akord.neuro@mail.ru;

Василий Амиранович Каранадзе, канд. мед. наук, заведующий нейрохирургическим отделением для лечения больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга, врач-нейрохирург, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, ORCID: 0000-0003-0180-9154, karanadzev@mail.ru;

Иван Сергеевич Львов, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, ORCID: 0000-0003-1718-0792, speleolog@mail.ru;

Владимир Александрович Смирнов, канд. мед. наук, врач-нейрохирург, научный сотрудник нейрохирургического отделения для лечения больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, ORCID: 0003-0003-4096-1087, vla\_smirnov@mail.ru;

Ринат Ирфанович Абдрафиев, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения для лечения больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга, Научно-исследовательский институт скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, Россия, 129090, Москва, Большая Сухаревская пл., 3, ORCID: 0000-0003-3328-8349, rinat-abdrafiyev@mail.ru.

Andrey Anatolyevich Grin, DMSc, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief freelance neurosurgeon of the Moscow City Health Department, Head of the Scientific Department of Emergency Neurosurgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3 Bolsbaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0003-3515-8329, aagreen@yandex.ru;

Aleksandr Ernestovich Talypov, DMSc, leading researcher at the Department of Neurosurgery, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3 Bolsbaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, Russia; Professor of the Department of Fundamental Neurosurgery of the N.I. Pirogov Russian National Research Medical University, 1 Osrovityanova str., Moscow, 117513, Russia, ORCID: 0000-0002-6789-8164, dr.talypova@mail.ru;

Anton Yuryevich Kordonskiy, MD, PhD, neurosurgeon, researcher at the Department of Emergency Neurosurgery of the N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3 Bolsbaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0001-5344-3970, akord.neuro@mail.ru;

Vasily Amiranovich Karanadze, MD, PhD, neurosurgeon, Head of the Neurosurgical department for the treatment of patients with vascular diseases of the brain, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3 Bolsbaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0003-0180-9154, karanadzev@mail.ru;

Ivan Sergeyevich Lvov, MD, PhD, neurosurgeon, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3 Bolsbaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0003-1718-0792, speleolog@mail.ru;

Vladimir Alexandrovich Smirnov, MD, PhD, neurosurgeon, researcher at the Neurosurgical department for the treatment of patients with vascular diseases of the brain, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3 Bolsbaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0003-0003-4096-1087, vla\_smirnov@mail.ru;

Rinat Irfanovich Abdrafiev, neurosurgeon of the Neurosurgical department for the treatment of patients with vascular diseases of the brain, N.V. Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine, 3 Bolsbaya Sukharevskaya sq., Moscow, 129090, Russia, ORCID: 0000-0003-3328-8349, rinat-abdrafiyev@mail.ru.