

EDN: JSSNFY

УДК 616.711.5/6-001.5-089

DOI: 10.56618/2071-2693_2025_17_3_43



ДЕГЕНЕРАТИВНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ В ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНОМ СЕГМЕНТЕ ПОСЛЕ ХИРУРГИЧЕСКОГО ЛЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛОМОВ ГРУДНОГО И ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛОВ ПОЗВОНОЧНИКА

Андрей Анатольевич Гринь¹

aagreen@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-3515-8329

Александр Эрнестович Талыпов¹

orcid.org/0000-0002-6789-8164

Василий Амиранович Каранадзе¹

karanadzev@mail.ru, orcid.org/0000-0003-0180-9154

Антон Юрьевич Кордонский¹

akord.neuro@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5344-3970

Ринат Ирфанович Абдрафиев¹

✉rinat-abdrafiyev@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3328-8349

¹ Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Научно-исследовательский институт скорой помощи имени Н. В. Склифосовского» Департамента здравоохранения города Москвы» (Большая Сухаревская пл., д. 3, Москва, Российская Федерация, 129090)

Резюме

ЦЕЛЬ. Сравнить дегенеративные изменения фасеточных суставов (ФС) и межпозвоночных дисков (МПД) после различных методов хирургического лечения неосложненных переломов груднопоясничного отдела позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Ретроспективно (2009–2022) проанализированы данные 108 пациентов с переломами типов A2-C по AOSpine. Оценивали результаты транспедикулярной фиксации (ТПФ) (перкутанной, открытой, с декомпрессией), переднего и комбинированного спондилодеза. Дегенеративные изменения ФС и МПД классифицированы по шкалам Pathria et al. и Park.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Анкилоз фасеточных суставов выявлен в 67,9 % случаев на уровне перелома, чаще при открытой ТПФ (отношение шансов (ОШ) = 3,17), после переднего спондилодеза анкилоз верхнего смежного межпозвоночного диска отмечен в 40,9 % (ОШ=15,87 vs ТПФ) случаев. Длинная ТПФ увеличивала риск анкилоза в 5 раз (ОШ=5,11).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Перкутанная ТПФ минимизирует риски анкилоза ФС и подходит для временной фиксации. Открытая ТПФ с декорткацией ФС способствует спонтанному спондилодезу. Передний спондилодез повышает риск дегенерации смежных межпозвоночных дисков. Рекомендуется удаление имплантов в первые два года после ТПФ.

Ключевые слова: переломы позвоночника, транспедикулярная фиксация, фасеточные суставы, дегенеративные изменения, спондилодез

Для цитирования: Гринь А. А., Талыпов А. Э., Каранадзе В. А., Кордонский А. Ю., Абдрафиев Р. И. Дегенеративные изменения в позвоночно-двигательном сегменте после хирургического лечения переломов грудного и поясничного отделов позвоночника // Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2025. Т. XVII, № 3. С. 43–53. DOI: 10.56618/2071-2693_2025_17_3_43.

DEGENERATIVE CHANGES IN THE SPINAL MOTION SEGMENT FOLLOWING SURGICAL TREATMENT OF THORACIC AND LUMBAR SPINE FRACTURES

Andrey A. Grin¹

aagreen@yandex.ru, orcid.org/0000-0003-3515-8329

Alexander E. Talipov¹

orcid.org/0000-0002-6789-8164

Vasily A. Karanadze¹

karanadzev@mail.ru, orcid.org/0000-0003-0180-9154

Anton Yu. Kordonsky¹

akord.neuro@mail.ru, orcid.org/0000-0001-5344-3970

Rinat I. Abdrafiev¹

✉rinat-abdratiev@mail.ru, orcid.org/0000-0003-3328-8349

¹ Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (3 Bolshaya Sukharevskaya square, Moscow, Russian Federation, 129090)**Abstract****AIM.** To compare degenerative changes in facet joints (FJ) and intervertebral discs (IVD) following different surgical approaches for uncomplicated thoracolumbar spine fractures.**MATERIALS AND METHODS.** This (2009–2022) retrospective single-center study analyzed 108 patients with A2-C type fractures (AOSpine classification). Outcomes of percutaneous/open transpedicular fixation (TPF) with/without decompression, anterior and combined fusion were evaluated. Degenerative changes in FJ and IVD were graded using Pathria and Park classification systems.**RESULTS.** Ankylosis occurred in 67.9% of cases at fracture level, more frequently with open TPF (OR=3.17). Anterior fusion showed 40.9 % ankylosis rate at adjacent upper level (OR=15.87 vs TPF). Adjacent segments: Long-segment TPF increased ankylosis risk 5-fold (OR=5.11).**CONCLUSION.** Percutaneous TPF minimizes FJ ankylosis and is preferable for temporary fixation. Open TPF with FJ decortication promotes spontaneous fusion. Anterior fusion carries higher risk of adjacent segment degeneration. Implant removal should be considered within 2 years post-TPF.**Keywords:** spinal fractures, transpedicular fixation, facet joints, degenerative changes, spondylodesis**For citation:** Grin A. A., Talipov A. E., Karanadze V. A., Kordonsky A. Yu., Abdrafiev R. I. Degenerative changes in the spinal motion segment following surgical treatment of thoracic and lumbar spine fractures. Russian neurosurgical journal named after professor A. L. Polenov. 2025;XVII(3):43–53. (In Russ.). DOI: 10.56618/2071-2693_2025_17_3_43.**Введение**

Вопрос необходимости и выбора метода хирургического лечения неосложненных переломов грудного и поясничного отделов позвоночника (ГПОП) остается далеким от окончательного решения, несмотря на большое число публикаций. Об этом свидетельствуют существенные отличия в отношении тактики декомпрессии и выбора методов переднего или заднего спондилодеза в актуальных рекомендательных протоколах лечения [1, 2] и в последних опубликованных систематизированных исследованиях [3–5]. Так, немаловажная роль в актуальных рекомендательных протоколах отводится созданию межтелового спондилодеза, особенно при переломах типов A3 и A4 по AOSpine [2]. В то же время анализ современной литературы показал, что стандартная четырехвинтовая транспедикулярная фиксация (ТПФ) может иметь схожие ближайшие и отдаленные результаты лечения неосложненных взрывных переломов в сравнении с передними доступами [3, 4], протяженной ТПФ с или без заднего спондилодеза [3, 5]. Было также продемонстрировано отсутствие значимой разницы в клинических и рентгенологических результатах лечения у пациентов с временной и постоянной ТПФ [5]. Основной причиной высокой эффективности

стандартных методов ТПФ может быть развитие сращения в области межпозвоночных дисков (МПД) и фасеточных суставов (ФС), тем не менее мы не обнаружили в литературе исследований, прицельно анализирующих состояние этих структур у пациентов с травмой ГПОП после передних, задних и комбинированных методов хирургического лечения.

Цель исследования – провести анализ степени дегенеративных изменений ФС и МПД до и после применения передних, задних и комбинированных методов хирургического лечения неосложненных переломов ГПОП, а также выявить наиболее оптимальный метод с учетом установленных изменений.

Материалы и методы

Исследование выполнено в формате одноцентрового ретроспективного когортного исследования.

В качестве исходного материала использовали истории болезни и результаты рентгенологических исследований пациентов, прооперированных в период с 2009 по 2022 г. Критерии включения предусматривали:

1) наличие повреждений в области грудного и поясничного отделов позвоночника, типы A2, A3, A4, B1, B2, C по AOSpine [6];

2) отсутствие повреждений спинного мозга и его корешков;

3) возможность проведения контрольного обследования спустя не менее 12 месяцев после операции.

Пациентов, удовлетворяющих этим условиям, приглашали для проведения клинического осмотра и рентгенологического обследования зоны вмешательства.

Методы хирургического лечения. В зависимости от доступа и факта выполнения декомпрессии (ДК) ПК все вмешательства в рамках настоящего исследования разделили на четыре группы:

1) ТПФ без ДК, выполненная перкутанно (пкТПФ) или из заднего срединного доступа (срТПФ);

2) ТПФ с ламинэктомией, резекцией одного или двух фасеточных суставов и передней ДК из заднего доступа (декТПФ);

3) передний спондилодез;

4) комбинированный спондилодез (комбСД) с пакТПФ, срТПФ или декТПФ.

Под короткой ТПФ подразумевали фиксацию двух смежных со сломанным позвонком сегментов. Если она охватывала три и более сегмента, то такую фиксацию называли «длинной ТПФ».

Оценка рентгенологических данных. При анализе компьютерных томограмм (КТ) степени дегенеративных изменений (ДГИ) ФС использовали критерии Pathria et al. [7]:

1) степень I – норма (рис. 1, а, б);

2) степень II – сужение суставной щели, возможно формирование кист и небольших остеофитов (рис. 1, в, г);

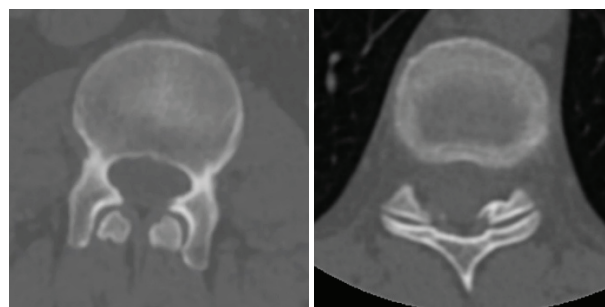
3) степень III – минимальная суставная щель, выраженная гипертрофия сустава, остеофиты (рис. 1, д, е);

4) степень IV – костный анкилоз сустава (рис. 1, ж, з).

Степень изменений в МПД на КТ и рентгенограммах оценивали с учетом тенденции к формированию анкилоза:

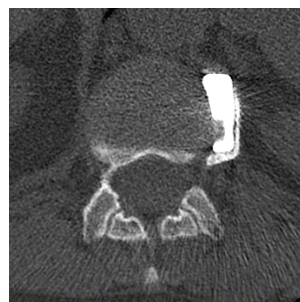
1) степень I – МПД с нормальной или сниженной высотой, отсутствие остеофитов и признаков формирования анкилоза;

2) степень II – отчетливые остеофиты смежных позвонков без их сращения (рис. 2, а);

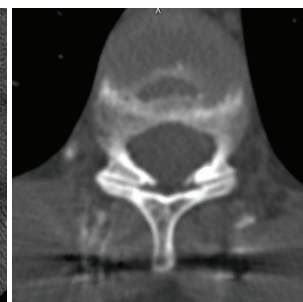


а

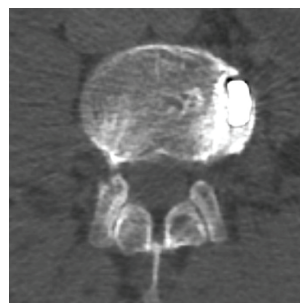
б



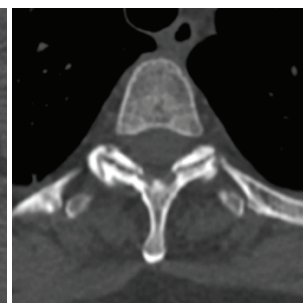
в



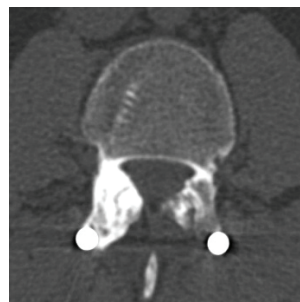
г



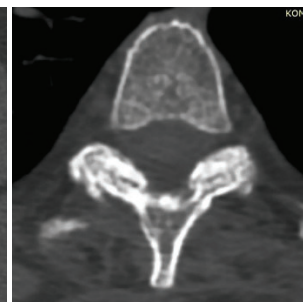
д



е



ж



з

Рис. 1. КТ в аксиальной проекции поясничного (а, в, д, ж) и грудного (б, г, е, з) отделов позвоночника, демонстрирующие изменения в фасеточных суставах в соответствии со классификацией Park: а, б – I степень; в, г – II степень; д, е – III степень; ж, з – IV степень

Fig. 1. CT in axial projection of the lumbar (а, в, д, ж) and thoracic (б, г, е, з) spine segments, showing changes in the facet joints according to the Park classification: а, б – Grade I; в, г – Grade II; д, е – Grade III; ж, з – Grade IV

3) степень III – костный анкилоз в области сформированных остеофитов или любом другом месте МПД (рис. 2, б, в).

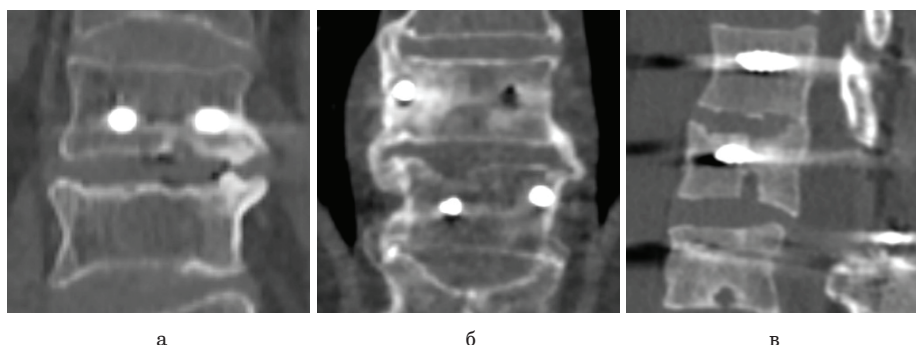


Рис. 2. КТ-реконструкции, демонстрирующие степени II (а) и III (б, в) изменений в межпозвоночных дисках при исследовании отдаленных результатов

Fig. 2. CT reconstructions showing Grade II (a) and Grade III (б, в) changes in the intervertebral discs during the study of long-term outcomes

Большой объем предстоящих измерений потребовал привлечения двух специалистов к просмотру снимков и расчету рентгенологических показателей. Таким образом, исследование было проведено в два этапа. Сначала два нейрохирурга провели оценку степени ДГИ ФС на 11 случайно отобранных пациентах из представленной выборки, после чего был осуществлен подсчет коэффициента согласия наблюдателей. Условием продолжения исследования было достижение значительного уровня согласия (каппа Коэна $>0,59$), что свидетельствовало об одинаковой интерпретации снимков. На втором этапе работы оставшиеся измерения были разделены между участвующими специалистами.

Исследования согласия наблюдателей в отношении МПД не проводили в связи с очевидным характером исследуемых изменений (факт наличия или отсутствия остеофитов и (или) анкилозирования).

Статистический анализ. Все рентгенологические показатели были рассчитаны в программе Radiant DICOM Viewer, версия 2024.1. Статистическая обработка данных выполнена в программе IBM SPSS statistics, версия 27.0.

Нормальность распределения данных проверяли с помощью критерия Шапиро – Уилка. Данные с ненормальным распределением отражали в виде медианных значений. Межквартильный размах отражали в квадратных скобках. Для сравнения непрерывных данных между группами использовали критерий Манна – Уитни (М–У-тест) или Краскела – Уоллиса (К–У-тест). Для категориальных и дихото-

мических переменных различия между группами оценивали с использованием критерия хи-квадрат (χ^2 -тест). Статистические гипотезы проверяли при уровне значимости $p=0,05$.

Для оценки зависимости между вероятностью развития ДГИ и различными аспектами хирургического лечения рассчитывали отношение шансов (ОШ) с 95 %-м доверительным интервалом (95 % ДИ). Значимость для ОШ устанавливалась, если 95 % ДИ не включал в себя значение «1».

При определении степени согласия наблюдателей использовали каппу Коэна (К). Если проводили комплексную оценку всех категорий, то применяли метод квадратичного взвешивания, поскольку расхождения ответов на одну степень мы считали существенно менее значимыми, чем на II или III степени. Уровень согласия трактовали в соответствии с системой Landis and Koch [8]. Если К была менее 0,2, то межэкспертное согласие было незначительным; 0,2–0,4 – посредственным; 0,4–0,6 – умеренным; 0,6–0,8 – значительным; более 0,8 – превосходным.

Результаты

Общая характеристика пациентов. Всего в исследование были включены 108 пациентов, из них было 59 (54,6 %) мужчин и 49 (45,4 %) женщин. Средний возраст на момент контрольного осмотра составил $(45,3 \pm 13,8)$ года. У большинства пациентов ($n=74$, 68,5 %) перелом локализовался в области грудопоясничного перехода. У 19,4 % ($n=21$) был поврежден поясничный отдел, и в 13 (12,1 %) наблюдениях – груд-

ной отдел. Общая характеристика пациентов приведена в табл. 1.

Таблица 1. Общая характеристика пациентов, включенных в исследование

Table 1. General characteristics of the patients included in the study

Показатель	Уровень повреждения			Всего, n (%)
	Th1–Th10	Th11–L2	L3–L5	
Тип по AOSpine (n=108) [6], n				
A2	3	5	5	13 (12,0)
A3		30	5	35 (32,4)
A4	1	27	11	39 (36,1)
B1	3	7		10 (9,3)
B2	1	4		5 (4,6)
C	5	1		6 (5,6)
Вид вмешательства (n = 108), n				
ТПФ	5	21	3	29 (26,8)
декТПФ	2	15	5	22 (20,4)
передний спондилодез	2	22	3	27 (25,0)
комбинированное + ТПФ	2	9	4	15 (13,9)
комбинированное + декТПФ	2	7	6	15 (13,9)
Вид ТПФ (n=81), n				
перкутанная	2	15	5	22 (27,2)
открытая	9	37	13	59 (72,8)
Протяженность ТПФ (n=81), n				
короткая ТПФ	3	32	15	50 (61,7)
длинная ТПФ	8	20	3	31 (38,3)

Анализ межэкспертного согласия. Всего на первом этапе исследования были визуализированы 155 ФС у 11 пациентов. Взвешенная каппа Коэна в отношении всех четырех степеней ДГИ составила 0,781 [95 % ДИ, 0,714–0,848], что соответствует значительному уровню согласия. Согласие в отношении отдельных категорий (степени I и IV) продемонстрировало также высокий уровень ($K=0,687$ [95 % ДИ, 0,530–0,845] и 0,618 [95 % ДИ, 0,461–0,775] соответственно). В отношении степеней II и III были получены низкие уровни согласия (0,233 [95 % ДИ, 0,076–0,390] и 0,009 [95 % ДИ, –0,149–0,206] соответственно). После их объединения в одну группу (степени II–III, что соответствовало факту развития ДГИ без анкилозирования) уровень согласия наблюдателей увеличился до приемлемого уровня $K=0,481$ [95 % ДИ, 0,327–0,635],

в связи с чем данные категории в дальнейшей части работы представлены вместе. После получения этих данных были осуществлены второй этап работы и последующий анализ полученного материала.

Анализ ФС. Из 108 пациентов в 9 наблюдениях при контрольном осмотре были представлены данные рентгенографии, в связи с чем оценка ФС была затруднена. У оставшихся 99 пациентов на предоперационных снимках была проведена оценка 862 ФС. В результате декомпрессивных вмешательств 38 из них были резецированы. На пред- и постоперационных КТ 56 суставов не были полностью охвачены, а визуализация еще 101 ФС была затруднена из-за металлических артефактов или низкого качества КТ. В результате в исследование были включены результаты оценки 667 ФС. Из них 271 сустав был сформирован со сломанным позвонком, 81 располагался смежно с переломом и был охвачен длинной ТПФ (промежуточные ФС), и 315 были смежными с конструкцией (смежные ФС). Большинство ФС располагались на уровне грудопоясничного перехода ($n=412$, 61,8 %) (рис. 3).

Статистический анализ показал, что возраст пациентов как на момент выполнения операции, так и во время контрольного осмотра значимо на степень ДГИ ФС не влиял (М–У-тест, $p=0,141$ и 0,089 соответственно). Достоверно чаще анкилозирование в ФС было установлено при более долгом периоде наблюдения (К–У-тест, $p<0,001$). Так, медиана продолжительности наблюдения после операции в группе пациентов с анкилозом ФС на уровне перелома составила 76,8 [35,6–117,7] месяца, в то время как в группе без изменений в ФС эта продолжительность составила 26,8 [12,5–51,5] месяца. Локализация ФС относительно сломанного позвонка также значимо влияла на ДГИ (χ^2 -тест, $p<0,001$). Так, шанс на анкилозирование ФС, охваченного системой фиксации, был в более чем в 22 раза выше, чем на смежном уровне (ОШ=22,66 [95 % ДИ, 13,89–36,95]). Тип повреждения по AOSpine на анкилозирование ФС значимо не влиял (χ^2 -тест, $p=0,139$).

Анализ ФС на уровне повреждения. В представленной выборке 271 сустав был сформиро-

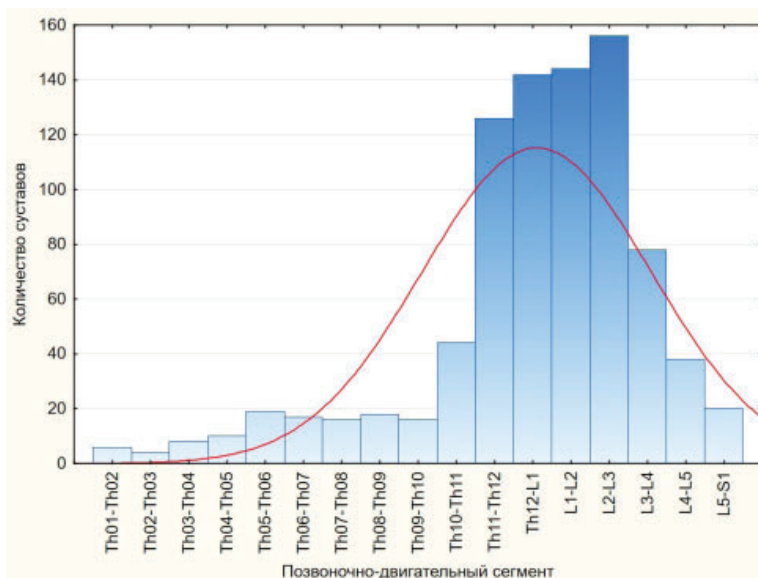


Рис. 3. Распределение включенных в исследование ФС по позвоночно-двигательным сегментам

Fig. 3. Distribution of the facet joints (FJs) included in the study by spinal motion segments

ван со сломанным позвонком (табл. 2). Из них в 184 (67,9 %) суставах было выявлено нарастание ДГИ до анкилоза, в 49 (18,1 %) суставах эти изменения прогрессировали до степени II–III, и лишь в 33 (14,0 %) наблюдениях при контрольном осмотре они остались на дооперационном уровне. Статистический анализ показал, что уровень перелома значимо на динамику ДГИ не влиял (χ^2 -тест, $p=0,341$). Вероятность прогрессирования ДГИ или формирования анкилоза при повреждении ФС была более чем в 2 раза выше по сравнению с интактными суставами, однако это было статистически не значимо (ОШ=2,1 [95 % ДИ, 0,40–11,08] и 2,4 [95 % ДИ, 0,54–10,70] соответственно). Частота анкилозирования ФС при переднем спондило-

дезе составила 56,6 %, при этом было зарегистрировано статистически значимое снижение анкилозирования и прогрессирования ДГИ по сравнению с прочими методами хирургического лечения (χ^2 -тест, $p<0,001$). В частности, при сравнении с срТПФ частота анкилозирования на уровне сломанного позвонка при передних методах была в 6,3 раза реже (ОШ = 0,16 [95 % ДИ, 0,035–0,728]). При сравнении перкутанной и открытой ТПФ, вероятность анкилозирования ФС была более чем в 3 раза выше при срТПФ (ОШ=3,17 [95 % ДИ, 1,46–6,85]).

Анализ промежуточных ФС. При проведении длинной ТПФ дополнительно системой фиксации был охвачен 81 ФС, не связанный со сломанным позвонком (табл. 2). В 48 (59,3 %)

Таблица 2. Динамика дегенеративных изменений в фасеточных суставах в зависимости от локализации, n

Table 2. Dynamics of degenerative changes in facet joints depending on localization, n

При поступлении	Контрольный осмотр											
	ФС на уровне перелома				промежуточные ФС				смежные ФС			
	Pathria I	Pathria II–III	Pathria IV	Всего	Pathria I	Pathria II–III	Pathria IV	Всего	Pathria I	Pathria II–III	Pathria IV	Всего
Pathria II–III	–	13	52	65	–	9	13	22	–	55	10	65
Pathria IV	–	–	5	5	–	–	5	5	–	–	1	1
Дислокация	–	–	2	2	–	–	–	–	–	–	–	–
Всего	20	62	189	271	5	20	56	81	136	131	48	315

из них было отмечено прогрессирование ДГИ до анкилоза, в то время как 14 (17,3 %) находились на дооперационном уровне. Метод спондилодеза (ТПФ или комбинированный) значительно на прогрессирование ДГИ и анкилозирование ФС не влиял (χ^2 -тест, $p=0,199$). Анкилозирование при срТПФ было несколько чаще, чем при перкутанной, однако это было статистически не значимо (ОШ=1,27 [95 % ДИ, 0,28–5,87]).

Анализ смежных ФС. Всего в исследование были включены 315 смежных ФС (табл. 2). Из них 169 были смежными с верхним краем конструкции, 146 – с нижним. В 47 (14,9 %) из них после вмешательства был обнаружен анкилоз, в 76 (24,1 %) – прогрессирование ДГИ до II–III степени, и 192 (61,0 %) ФС находились на дооперационном уровне. Вероятность анкилозирования ФС в верхнем смежном сегменте была в 4 раза выше, чем в нижнем (ОШ=4,15 [95 % ДИ, 1,95–8,83]). При анализе влияния различных методов хирургического лечения на смежный уровень были выявлены значимые отличия (χ^2 -тест, $p=0,03$). В частности, вероятность анкилозирования на верхнем и нижнем смежных уровнях при декТПФ была в 6,1 раза выше, чем при пкТПФ (ОШ = 6,1 [95 % ДИ, 1,59–23,5]). В верхних смежных сегментах анкилоз в 3 раза чаще развивался при декТПФ, чем при передних вмешательствах (ОШ=3,02 [95 % ДИ,

1,03–8,93]). СрТПФ значимо чаще приводила к анкилозированию смежных ФС, чем пкТПФ (ОШ=5,03 [1,19–21,36]). Шанс анкилозирования при длинной ТПФ, в том числе и при комбинированном спондилодезе, был более чем в 2 раза выше, чем при короткой (ОШ=2,25 [1,01–5,05]).

Анализ изменений в межпозвоночных дисках. Оценка МПД была проведена у 108 пациентов. Из 431 МПД 12 были разрушены во время травмы, 7 были некачественно визуализированы во время первичной КТ, 38 не были полностью охвачены на контрольных снимках, а 105 были удалены или частично резецированы в ходе операции. Итого 269 МПД были включены в настоящее исследование. На уровне сломанного позвонка анкилозирование МПД происходило значимо чаще, чем на смежных уровнях (χ^2 -тест, $p<0,001$), однако вид ТПФ значимо на ДГИ в МПД не влиял (χ^2 -тест, $p=0,394$). При анкилозировании ФС значимо чаще выявляли анкилоз в МПД (χ^2 -тест, $p<0,001$). Тип повреждения по AOSpine на динамику ДГИ МПД значимо не влиял (χ^2 -тест, $p=0,064$).

При анализе ДГИ в смежных сегментах было выявлено, что при переднем спондилодезе в верхнем смежном МПД, контактирующим с пластиной, у 40,9 % пациентов был сформирован анкилоз (рис. 4, а), и у 18,2 % – выраженный диск-остеофитный комплекс (рис. 4, б),

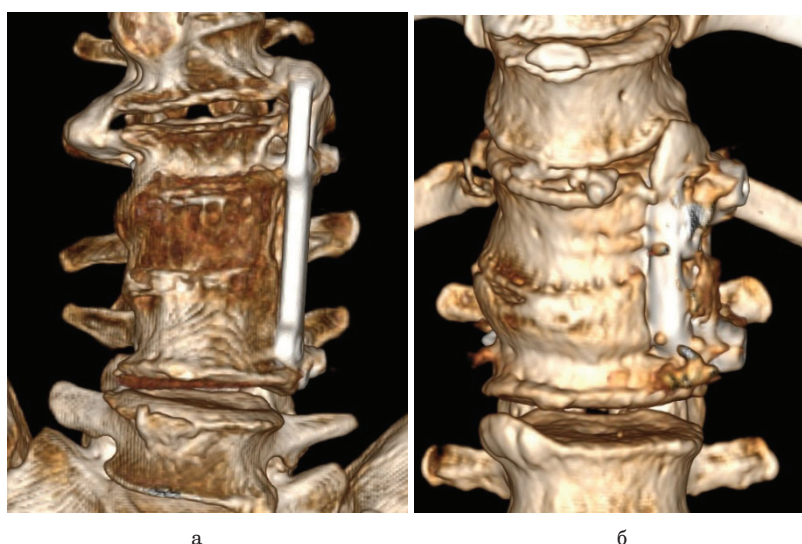


Рис. 4. КТ-реконструкции в режиме 3D при контрольном осмотре после переднего спондилодеза: а – формирование анкилоза как в области верхнего края пластины, так и на противоположной стороне; б – формирование остеофитов в области верхнего края пластины без полного анкилозирования

Fig. 4. 3D CT reconstructions during follow-up after anterior spondylodesis: а – formation of ankylosis both at the upper edge of the plate and on the opposite side; б – formation of osteophytes at the upper edge of the plate without complete ankylosis

Таблица 3. Динамика дегенеративных изменений в межпозвоночных дисках в зависимости от локализации, n

Table 3. Dynamics of degenerative changes in intervertebral discs depending on localization, n

При поступлении	Контрольный осмотр											
	на уровне перелома				промежуточные				смежные			
	I	II	III	всего	I	II	III	всего	I	II	III	всего
II	–	2	4	6	–	2	1	3	–	7	3	10
III	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–	–
Итого	39	7	20	66	23	2	7	32	125	29	17	171

что было значимо чаще, чем при других методах лечения (χ^2 -тест, $p < 0,001$). Шанс на анкилозирование в верхнем МПД при переднем спондилодезе был в 16 раз выше, чем при различных вариантах ТПФ (ОШ=15,87 [95 % ДИ, 4,81–52,63]), и в 8 раз, чем при комбинированных вмешательствах (ОШ=8,0 [95 % ДИ, 2,34–27,03]). Следует отметить, что продолжительность срока наблюдения за пациентом на вероятность формирования анкилоза верхнего смежного МПД после переднего спондилодеза значимо не влияла (К–У-тест, $p = 0,314$). На степень ДГИ в области нижнего МПД метод хирургического лечения значимо не влиял (χ^2 -тест, $p = 0,241$).

Протяженность ТПФ также была значимым фактором прогрессирования ДГИ в смежных сегментах (χ^2 -тест, $p < 0,001$). Вероятность развития анкилоза при длинной ТПФ в верхнем или нижнем смежном МПД была более чем в 5 раз выше при длинной ТПФ по сравнению с короткой (ОШ = 5,11 [95 % ДИ, 1,01–26,79] и 9,53 [1,03–88,41] соответственно).

В группе ТПФ без ДК и переднего спондилодеза у 6 (20,7 %) пациентов импланты были удалены после консолидации перелома. У оставшихся 16 из 23 больных минимум с одной стороны на каждом уровне фиксации был выявлен анкилоз ФС, а у еще 3 больных – анкилоз в области обоих смежных с переломом МПД, что обуславливало спондилодез в иммобилизованных сегментах (табл. 3).

Обсуждение

В настоящее время в литературе опубликованы работы, касающиеся прицельного создания сращения в области ФС за счет их декортикации [9] либо дополнительного использования аллокости [10] или аутоотрансплантатов

[11]. При этом биомеханические исследования показывают, что надежная фиксация в области ФС может быть значимой альтернативой другим методам спондилодеза [12–14]. Несмотря на это, работы, посвященные спонтанному сращению ФС, в литературе практически не встречаются. В частности, единичные исследования рассматривают лишь влияние различных вариантов пкТПФ на развитие спонтанного анкилозирования в ФС [15–18] без сравнения с прочими существующими методами хирургического лечения переломов ГПОП. При этом именно прогнозирование анкилозирования в области ФС может быть значимым при решении таких вопросов, как необходимость создания дополнительного межтелового спондилодеза и удаления системы фиксации.

Так, в нашем исследовании мы продемонстрировали, что сохранение ФС может являться значимым фактором сохранения стабильности фиксированного сегмента. У 69,6 % пациентов с постоянной ТПФ без декомпрессии спондилодез обуславливал именно анкилоз в области ФС. Основной причиной прогрессирования ДГИ и развития анкилоза было прямое повреждение ФС при скелетировании задних структур позвонков. Об этом свидетельствуют данные ОШ при сравнении срТПФ с передними доступами и пкТПФ. При этом следует отметить, что наличие перелома в области ФС, как и тип перелома (дистракционный или компрессионный), значимо на прогрессирование ДГИ не влиял, что также косвенно указывает на необходимость именно прямого повреждения капсулы сустава для его анкилозирования. Длительность иммобилизации также была значимым фактором прогрессирования ДГИ в ФС. В нашей работе ФС без ДГИ значимо чаще выявляли при выполнении КТ в срок

до 2 лет после операции, при том что возраст пациента на прогрессирование ДГИ значимого влияния не оказывал. Схожие результаты продемонстрировало исследование Izeki et al. [15], в котором через 1 год после комбинированного спондилодеза лишь 19 % ФС находились в анкилозе, в то время как через 2 года этот показатель утроился. На смежных уровнях значимо чаще прогрессирование ДГИ ФС было отмечено при длинной ТПФ, срТПФ и декТПФ.

Помимо ФС, мы проанализировали динамику в МПД, не затронутых дискэктомией. Так, на уровне фиксированных сегментов анкилозирование МПД значимой роли, на наш взгляд, не сыграло. Лишь у 3 пациентов из 23 после ТПФ изменения в МПД позволили трактовать результат лечения как спондилодез. Наиболее важные данные были получены при анализе смежных с системами фиксации уровней. Как и в случае ФС, длинная ТПФ значимо чаще провоцировала ДГИ в МПД, чем короткая. Более чем у половины пациентов после переднего спондилодеза был отмечено выраженное прогрессирование ДГИ в области верхнего смежного МПД, причем шанс этого прогрессирования был значимо выше, чем даже при комбинированном спондилодезе. На наш взгляд, это обусловлено особенностями передних вмешательств с применением пластин. Во-первых, скелетирование позвонков под установку пластин может частично травмировать смежные МПД. Во-вторых, плотное прилегание верхнего края пластины к МПД также может провоцировать образование остеофитов. Достаточно высокая вероятность развития восходящего синдрома смежного уровня может ограничивать применение переднего спондилодеза у пациентов молодого, трудоспособного возраста, в сравнении с стандартными методами короткой ТПФ.

Одним из важных не прямых результатов проведенной работы является анализ межэкспертного согласия наблюдателей для классификации Pathria et al. Высокая степень согласия может свидетельствовать об одинаковом восприятии шкалы различными специалистами, что существенно снижает вероятность ошибочного определения степени ДГИ. В оригинальной работе [7] авторы указыва-

ют К 0,46, что, на наш взгляд, является недостаточным. К сожалению, авторы подробно не описывают методику определения этого показателя, что сподвигло нас к проведению оценки межэкспертного согласия. При подсчете общего показателя мы применили методику квадратичного взвешивания, что снижает роль в формировании результата ответов с расхождением всего в I степень. В итоге согласие было превосходным в отношении определения всех четырех степеней и значительным для I и IV степеней. Степени II и III имели, наоборот, крайне низкие показатели, в связи с чем мы объединили их в одну группу. Эту низкую степень согласия мы объясняем ориентированием исследователей лишь на имеющееся авторское описание степеней II и III. С практической точки зрения это низкое согласие можно нивелировать разработкой более четких критериев, а также предоставлением исследователям иллюстраций каждой из них [19].

Заключение

Проведенное исследование показало, что сохранение ФС может играть существенную роль в отдаленных результатах хирургического лечения пациентов с переломами ГПОП. Если планируется временная фиксация перелома, пкТПФ может быть оптимальным методом хирургического лечения с учетом профилактики синдрома смежного уровня и спондилодеза в области ФС. Удаление винтов может быть целесообразным не позднее 24 месяцев с момента хирургического лечения. В случае постоянной ТПФ выполнение срединного доступа с коагуляцией капсулы фасеточных суставов может значимо повысить шансы на формирование спондилодеза в области ФС. Выполнение переднего спондилодеза ассоциируется с повышенной вероятностью развития синдрома смежного уровня в виде анкилоза верхнего смежного МПД. Дальнейшие исследования спондилодеза в области ФС при стандартной ТПФ должны быть проведены для сравнения его эффективности с передними и комбинированными методиками.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики. Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. Исследование выполнено в соответствии с требованиями Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации (в ред. 2013 г.). **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study. The study was carried out in accordance with the requirements of the World Medical Association Declaration of Helsinki (updated in 2013).

Литература / References

1. Дулаев А. К., Рерих В. В., Фликов З. Ю. и др. Клинические рекомендации: Перелом (вывих) грудного и поясничного отделов позвоночника / утв. Минздравом России. М., 2023. 26 с. [Dulaev A. K., Rerikh V. V., Flikov Z. Yu. et al. Clinical Guidelines: Fracture (Dislocation) of the Thoracic and Lumbar Spine; Approved by the Ministry of Health of the Russian Federation. Moscow, 2023. 26 p. (In Russ.).]
2. Клинические рекомендации. Перелом (вывих) грудного и пояснично-крестцового отдела позвоночника / Ассоциация нейрохирургов России, Ассоциация травматологов и ортопедов России, Ассоциация хирургов-вертебрологов, Союз реабилитологов России / утв. 2024 г. URL: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/448_4 (дата обращения: 15.08.2025). [Clinical Guidelines. Fracture (Dislocation) of the Thoracolumbar Spine; Association of Neurosurgeons of Russia, Association of Traumatologists and Orthopedists of Russia, Association of Spine Surgeons, Union of Rehabilitation Specialists of Russia. Approved in 2024. Available from: https://cr.minzdrav.gov.ru/preview-cr/448_4 [Accessed 15 August 2025]].
3. Гринь А. А., Талыпов А. Э., Кордонский А. Ю. и др. Эффективность и безопасность короткой транспедикулярной фиксации при неосложненных врезных переломах нижнегрудного и поясничного отделов позвоночника: метаанализ исследований, опубликованных за последние 20 лет // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21, № 3. С. 14–24. [Grin A. A., Talypov A. E., Kordonsky A. Y. u., Karanadze V. A., Lvov I. S., Smirnov V. A., Abdrafiev R. I. Efficacy and Safety of Short-Segment Transpedicular Fixation for Uncomplicated Burst Fractures of the Lower Thoracic and Lumbar Spine: A Meta-Analysis of Studies Published Over the Last 20 Years. Spine Surgery. 2024;21(3):14–24. (In Russ.).] Doi: 10.14531/ss2024.3.14-24.
4. Grin A., Karanadze V., Lvov I., Talypov A., Kordonskiy A., Abdrafiev R. Is anterior fusion still necessary in patients with neurologically intact thoracolumbar burst fractures? A systematic review and meta-analysis. Neurocirugia (Astur: Engl Ed). 2025;36(2):112–128. Doi: 10.1016/j.neucie.2024.11.006.
5. 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;35(6):299–310. Doi: 10.1016/j.neucie.2024.07.009.
6. Гринь А. А., Кордонский А. Ю., Абдухаликов Б. А. и др. Классификации повреждений грудного и поясничного отделов позвоночника // Нейрохирургия. 202. Т. 23, № 2. С. 112–127. [Grin A. A., Kordonsky A. Yu., Abdukhalikov B. A., Arakelyan S. L., Lvov I. S., Kaikov A. K., Talypov A. E., Sytnik A. V. Classifications of Injuries of the Thoracic and Lumbar Spine. Neurosurgery. 2021;23(2):112–127. (In Russ.).] Doi: 10.17650/1683-3295-2021-23-2-112-128.
7. Pathria M., Sartoris D. J., Resnick D. Osteoarthritis of the facet joints: accuracy of oblique radiographic assessment. Radiology. 1987;164(1):227–230. Doi: 10.1148/radiology.164.1.3588910.
8. Landis J. R., Koch G. G. The measurement of observer agreement for categorical data. Biometrics. 1977;(33):159–174.
9. Good C. R., Orosz L. D., Lehman R. A., Gum J. L., Fox D., Lieberman I. H. Minimally Invasive Posterior Facet Decortication and Fusion Using Navigated Robotic Guidance: Feasibility and Workflow Optimization. Neurospine. 2022;19(3):773–779. Doi: 10.14245/ns.2244190.095.
10. Li Z., Li Z., Chen X., Han X., Li K., Li S. Comparison between modified facet joint fusion and posterolateral fusion for the treatment of lumbar degenerative diseases: a retrospective study. BMC Surg. 2022;22(1):29. Doi: 10.1186/s12893-022-01468-4.
11. Ham C. H., Choi S. J., Kwon W. K., Moon H. J., Kim J. H., Park Y. K. Instrumented Facet Fusion in the Lumbosacral Spine: Long-Term Clinical and Radiographic Results. World Neurosurg. 2025;(196):123730. Doi: 10.1016/j.wneu.2025.123730.
12. Assefa T. G., Ratliff A. C., Sawa A. G. U., Kelly B. P. Biomechanical Effects of a Novel Standalone Posterior Lumbar Facet Joint Stabilization Device: An In Vitro Cadaveric Study. World Neurosurg. 2024;(191):e586–e593. Doi: 10.1016/j.wneu.2024.08.168.
13. Sun F., Qiu H., Ji Y., Wang L., Lei W., Zhang Y. Biomechanical Comparison of a Novel Facet Joint Fusion Fixation Device With Conventional Pedicle Screw Fixation Device: A Finite Element Analysis. Orthop Surg. 2025;17(4):1230–1242. Doi: 10.1111/os.70003.
14. Toth J. M., Foley K. T., Wang M., Seim H. B. 3rd, Simon Turner A. Is lumbar facet fusion biomechanically equivalent to lumbar posterolateral onlay fusion? J Neurosurg Spine. 2017;26(5):586–593. Doi: 10.3171/2016.10.SPINE16649.
15. Izei M., Fujio K., Ota S., Soga S., Matsuda S. Radiological follow-up of the degenerated facet joints after lateral lumbar interbody fusion with percutaneous pedicle screw fixation: Focus on spontaneous facet joint fusion. J Orthop Sci. 2022;27(5):982–989. Doi: 10.1016/j.jos.2021.06.018. PMID: 34373146.
16. Proietti L., Scaramuzza L., Schirò G. R., Sessa S., Tamburrelli F. C., Cerulli G. Degenerative facet joint changes in lumbar percutaneous pedicle screw fixation without fusion. Orthop Traumatol Surg Res. 2015;101(3):375–379. Doi: 10.1016/j.otsr.2015.01.013.
17. Tromme A., Charles Y. P., Schuller S., Walter A., Schaeffer M., Steib J. P. Osteoarthritis and spontaneous fusion of facet joints after percutaneous instrumentation in thoracolumbar fractures. Eur Spine J. 2019;28(5):1121–1129. Doi: 10.1007/s00586-017-5173-9.
18. Ye B., Ye Z., Yan M., Huang P., Tu Z., Wang Z., Luo Z., Hu X. Effect of monoplanar pedicle screw on facet joint degeneration in thoracolumbar vertebral fractures. BMC Musculoskelet Disord. 2022;23(1):407. Doi: 10.1186/s12891-022-05360-3.
19. Grin A., Lvov I., Talypov A., Kordonskiy A., Khushnazarov U., Krylov V. Teachability of lower cervical spine injury classifications. Neurocirugia (Astur: Engl Ed). 2023;34(2):80–86. Doi: 10.1016/j.neucie.2022.02.010.

Сведения об авторах

Андрей Анатольевич Гринь – член-корреспондент РАН, главный внештатный специалист – нейрохирург, заведующий Научным отделением неотложной нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского (Москва, Россия);

Александр Эрнестович Талыпов – доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник Отделения нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского (Москва, Россия); профессор кафедры фундаментальной нейрохирургии Российского национального исследовательского медицинского университета им. Н. И. Пирогова (Москва, Россия);

Василий Амиранович Каранадзе – кандидат медицинских наук, врач-нейрохирург, заведующий Нейро-

хирургическим отделением для лечения больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского (Москва, Россия);

Антон Юрьевич Кординский – кандидат медицинских наук, научный сотрудник Отделения неотложной нейрохирургии Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского (Москва, Россия);

Ринат Ирфанович Абдрафиев – врач-нейрохирург Нейрохирургического отделения для лечения больных с сосудистыми заболеваниями головного мозга Научно-исследовательского института скорой помощи им. Н. В. Склифосовского (Москва, Россия).

Information about the authors

Andrey A. Grin – Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Freelance Neurosurgeon, Head at the Scientific Department of Emergency Neurosurgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (Moscow, Russia);

Alexander E. Talipov – Dr. of Sci. (Med.), Leading Researcher at the Department of Neurosurgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (Moscow, Russia); Professor at the Department of Fundamental Neurosurgery, Pirogov National Research Medical University (Moscow, Russia);

Vasily A. Karanadze – Cand. of Sci. (Med.), Neurosurgeon, Head at the Neurosurgical Department for the Treatment of Patients with Vascular Diseases of the Brain, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (Moscow, Russia);

Anton Yu. Kordonsky – Cand. of Sci. (Med.), Researcher at the Department of Emergency Neurosurgery, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (Moscow, Russia);

Rinat I. Abdrafiev – Neurosurgeon at the Neurosurgical Department for the Treatment of Patients with Vascular Diseases of the Brain, Sklifosovsky Research Institute for Emergency Medicine (Moscow, Russia).

Поступила в редакцию 14.08.2025

Поступила после рецензирования 10.09.2025

Принята к публикации 10.09.2025

Received 14.08.2025

Revised 10.09.2025

Accepted 10.09.2025