

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОСТНОГО БЛОКА У ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Булкин А. А., Боков А. Е., Млявых С. Г.

ФГБОУ ВО «Приволжский исследовательский медицинский университет» Минздрава России,
г. Нижний Новгород

FACTORS AFFECTING BONE FORMATION IN PATIENTS WITH DEGENERATIVE LUMBAR SPINE PATHOLOGY

Bulkin A. A., Bokov A. E., Mlyavikh S. G.

Privolzhskiy Research Medical University, Nizhnii Novgorod

РЕЗЮМЕ. По данным литературы, наиболее часто упоминаются следующие факторы риска развития псевдоартроза после выполнения спондилодеза: пожилой возраст, избыточный вес, системные заболевания и табакокурение. При этом значимость нарушения качества костной ткани, как фактора риска, недостаточно изучена.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ. Оценить роль различных факторов риска, влияющих на качество формирования костного блока у пациентов после декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства по технологии трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF) в сочетании с задним спондилодезом на поясничном отделе позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Исследованы результаты декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательств по технологии TLIF в сочетании с задним спондилодезом у 93 пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. В послеоперационном периоде, в срок 12 месяцев, по данным КТ оценивали формирование межтелового и заднего спондилодеза. Используя логистический регрессионный анализ, определялась прогностическая значимость возраста пациента, патогенетического влияния табакокурения, заболеваний сердечно-сосудистой системы, а также состояния костной плотности в единицах Хаунсфилда в отношении качества формирования костного блока.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Полученные данные выявили только два фактора, оказывающих статистически достоверное влияние на формирование межтелового спондилодеза — снижение плотности костной ткани тел позвонков в единицах Хаунсфилда ($p=0,0033$) и возраст пациента ($p=0,0146$). Фактором, оказывающим статистически значимое влияние на качество формирования заднего костного блока, является возраст пациента ($p=0,01457$).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Снижение костной плотности в НУ является фактором риска формирования псевдоартроза при межтеловом спондилодезе, в то же время не выявлено корреляции этого параметра с качеством заднего спондилодеза. Тем не менее, у пациентов пожилого возраста задний и межтеловой костный блок формируется хуже. При использовании технологии TLIF в хирургическом лечении дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника целесообразно дополнять межтеловой спондилодез задним костным блоком, особенно у пациентов с нарушением качества костной ткани.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА. Дегенеративные заболевания позвоночника, трансфораминальный спондилодез, псевдоартроз, факторы риска, спондилодез, единицы Хаунсфилда.

ABSTRACT. The most frequently reported risk factors for pseudarthrosis formation after spinal fusion are old age, overweight, autoimmune connective tissue disorders and tobacco smoking, nevertheless bone radiodensity as a prognostic factor has not been sufficiently studied.

THE AIM OF THE STUDY. To evaluate impact of risk factors on quality of bone fusion formation in patients with degenerative diseases of the lumbar spine treated with TLIF and PF procedures.

MATERIALS AND METHODS. The results of surgical interventions using TLIF (transforaminal interbody fusion) and PF (posterior fusion) were investigated in 93 patients. By the end of 12 months after surgical intervention anterior and posterior fusion was assessed using CT. Using logistic regression analysis patient's age, tobacco smoking, cardiovascular diseases and vertebral bodies cancellous bone radiodensity impact on quality of bone fusion was estimated.

THE RESULTS. Only a decrease in bone radiodensity of vertebral bodies in Hounsfield units ($p=0.0033$) patient's age ($p=0.0146$) affects interbody fusion formation. The only detected factor that has a statistically significant influence on posterior fusion formation was patient's age ($p=0.01457$).

CONCLUSION. Bone radiodensity decline is a considerable risk factor for pseudarthrosis formation after interbody fusion, however no correlation between this parameter and quality of posterior fusion was detected. Posterior and interbody fusion is less likely to get formed in elderly patients. When using TLIF technology for lumbar spine degenerative pathology treatment, it is beneficial to supplement it with a posterior bone fusion, especially in patients with impaired bone quality.

KEYWORDS. Degenerative spinal disorders, transforaminal interbody fusion, pseudarthrosis, risk factors, fusion, Hounsfield units.

Введение. Распространенность дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника носит глобальный характер. Ежедневно по поводу первичного вертебрального болевого синдрома в поликлинические службы обращается несколько миллионов человек, а затраты на лечение пациентов с данной патологией превышают границы в миллиард долларов [1, 2]. По данным литературы, только в США около 300–500 тысяч человек нуждается в хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника, из них половине требуется декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство с применением спондилодеза [3].

Учитывая интенсивное развитие технологий оперативных вмешательств и стремление достигнуть значительного улучшения качества жизни в короткие сроки, отчетливо прослеживается расширение показаний к хирургическому лечению этой патологии [4–6]. Однако одним из наиболее распространенных осложнений после такого рода хирургических вмешательств является развитие псевдоартроза [7, 8].

По данным литературы, частота псевдоартрозов после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств с применением различных хирургических технологий достигает 25–40% [9, 10]. В совокупности с рецидивом болевого и корешкового синдромов формирование псевдоартроза является прямым показанием к ревизионному вмешательству [11, 12].

Целью настоящего исследования является оценка роли различных факторов риска, влияющих на качество формирования костного блока у пациентов после декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства по технологии TLIF в сочетании с задним спондилодезом на поясничном отделе позвоночника.

Материалы и методы.

В ретроспективное исследование были включены 93 пациента (73 женщины и 20 мужчин, средний возраст $55,78 \pm 10$ лет) с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, которым с января 2015 г. по декабрь 2017 г. в отделении нейрохирургии института травматологии и ортопедии (Университетская клиника ФГБОУ ВО «ПИМУ» Минздрава России) были выполнены декомпрессивно-стабилизирующие оперативные вмешательства по технологии трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF) в сочетании с задним спондилодезом.

Техника установки транспедикулярного фиксатора и межтелового импланта не отличалась от общепринятой [13]. С целью последующего формирования межтелового и заднего спондилодеза использовалась аутологичная костная крошка из резецированного фасеточного сустава.

Критерии включения пациентов в исследование:

— дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника, сопровождающиеся клинической картиной нестабильности позвоночно-двигательных сегментов и стенозом позвоночного канала;

— осмотр терапевта в предоперационном периоде с целью регистрации наличия или отсутствия ишемической болезни сердца, гипертонической болезни, а также дополнительных факторов риска (табакокурение), патогенетическое воздействие которых, по данным большинства источников литературы, может оказать влияние на качество формирования костного блока.

— выполненное декомпрессивно-стабилизирующее вмешательство и межтелового спондилодеза кейджем с аутотрансплантатом на протяжении 1–2 сегментов;

— обязательное предоперационное и послеоперационное в срок 12 мес. после оперативного вмешательства КТ-сканирование на аппарате Университетской клиники ПИМУ (Aquilion 32, Toshiba Corporation, Япония).

Из исследования были исключены пациенты со спондилолистезом 3–4 степени, пациенты с онкологическими заболеваниями, а также пациенты с нарушением технологии установки транспедикулярных винтов и межтеловых имплантов.

КТ сканирование проводилось по стандартному протоколу — толщина срезов 0,5 мм, область исследования 50 см, вольтаж 120 кВ, сила тока 300 мА, авто mAs 180–400, винтовой шаг 21,0. Для оценки результатов исследования использовали программное обеспечение Vitrea 5.2.497.5523. В ходе КТ исследования так же определялась плотность костной ткани в единицах Хаунсфилда. Измерение проводили в трех плоскостях: сагиттальной, аксиальной и фронтальной на уровне L3 позвонка. В каждой из плоскостей радиоденсивность определяли на площади овальной формы в пределах губчатого слоя тела позвонка, далее вычисляли среднее значение для каждого наблюдения.

Результаты измерения радиоденсивности костной ткани интерпретировались в соответствии с результатами исследований, оценивающими корреляцию плотности костной ткани в единицах Хаунсфилда с данными остеоденситометрии [14]. Пациенты с плотностью костной ткани менее 130 ед. X. проходили обследование у ревматолога с целью выявления системного остеопороза. Данный диагноз был верифицирован у 33 (33,5%) пациентов.

Подробное распределение пациентов по сопутствующим заболеваниям и факторам риска представлено в таблице 1.

Оценку качества формирования костного блока проводили через 12 мес. после оперативного вмешательства. Состоятельность межтелового спондило-

Таблица 1.

Распределение пациентов по сопутствующим заболеваниям и факторам риска.

	Код МКБ	N (%)
Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением	I10–I15	35 (37,6%)
Ишемическая болезнь сердца	I20–I25	10 (10,75%)
Остеопороз без патологического перелома	M81	33 (35,5%)
Табакокурение	–	10 (10,75%)

деза оценивали по модифицированной классификации Tan et al., 2007 [15]. Модификация заключалась в объединении стадии Grade I и Grade II, так как на практике разница между этими стадиями неотличима в связи с тем, что трабекуляция может быть незаметна из-за наличия артефактов от межтеловых имплантов. Помимо этого, Grade III стадия не обязательно означает развитие псевдоартроза, а может свидетельствовать лишь о замедленном процессе формирования костного блока.

Таким образом, оценка качества формирования костного блока оценивалась по трем стадиям:

- степень I — картина полного костного блока, отсутствие диастаза на границе кость-трансплантат, признаки трабекуляции, или ее отсутствие;
- степень II — неполный костный блок, наличие диастаза на границе кость-трансплантат с одной стороны конструкции, отсутствие трабекуляции;
- степень III — отсутствие костного блока, наличие диастаза на границе кость-трансплантат с двух сторон конструкции, отсутствие трабекуляции.
- Состоятельность заднего костного блока определяли по данным КТ, используя созданную рабочую классификацию:
- отсутствие диастаза на границе кость — трансплантат, признаки трабекуляции — полный костный блок;
- наличие диастаза на границе кость — трансплантат со стороны одного из двух суставных отростков или отсутствие трабекуляции — неполный костный блок;
- наличие двухстороннего диастаза на границе кость — трансплантат, признаки резорбции костной ткани вокруг трансплантата — отсутствие костного блока.

Статистический анализ. Для определения значимости изучаемых факторов риска на качество формирования костного блока применялся логистический регрессионный анализ, использовалось программное обеспечение Statistica 12.5 (StatSoft Inc).

Результаты. К 12 мес. наблюдения за качеством формирования костного блока после выполнения оперативного вмешательства, мы получили следующие результаты:

- передний костный блок (степень I + II) сформировался у 74 пациентов (79,6%);
- передний костный блок (степень I) сформировался у 51 пациентов (54,8%);
- задний костный блок (полный + неполный) сформировался у 47 пациентов (50,5%);
- задний костный блок (полный) сформировался у 27 пациентов (29%).

Среди пациентов, отобранных для этого исследования, среднее значение плотности костной ткани составило 145,8280 ед. Хаунсфилда (минимум: 43,1667 ед. X; максимум: 282,0667 ед. X; Ст. откл. 46,1266; ДИ 95%: 40,3166–53,9087).

Методом логистической регрессии выявлено статистически значимое влияние этого параметра на качество формирования межтелового спондилодеза. Пригодность регрессионной модели: $\chi^2=8,622$; $p=0,0033$. Параметры модели: $B_0=1,2669$; $p=0,3734$; $B_1=-0,0349$; $p=0,0108$; ОШ (на единицу измерения) = 0,9656; ДИ 95% 0,9396–0,9923. Помимо этого, возраст пациента так же оказал статистически значимо влиял на формирование межтелового спондилодеза. Пригодность регрессионной модели: $\chi^2=5,97$; $p=0,0146$. Параметры модели: $B_0=11,2687$; $p=0,0095$; $B_1=-0,1375$; $p=0,0385$; ОШ (на единицу измерения) = 0,8715; ДИ 95% 0,7639–0,9943.

Проведенный анализ так же показал, что патогенетическое воздействие таких факторов риска, как гипертоническая болезнь, ишемическая болезнь сердца, табакокурение, не оказывает статистически значимого влияния на формирование переднего спондилодеза ($p=0,0959$; $p=0,5896$ и $p=0,5896$ соответственно).

В отношении качества формирования заднего костного блока статистически значимое влияние оказал только один параметр — возраст пациента. Пригодность регрессионной модели: $\chi^2=5,9687$; $p=0,01457$. Параметры модели: $B_0=2,4478$; $p=0,0459$; $B_1=-0,0517$; $p=0,0185$; ОШ (на единицу измерения) = 0,9496; ДИ 95% 0,9091–0,9919.

Остальные из исследуемых факторов риска не оказали статистически значимого влияния: гипертоническая болезнь ($p=0,1044$); ишемическая болезнь сердца ($p=0,8041$); табакокурение ($p=0,6842$); радиоденсивность костной ткани в единицах Хаунсфилда ($p=0,3722$).

Обсуждение. Вместе с повсеместным расширением показаний к декомпрессивно-стабилизирующему вмешательству высока актуальность вопросов, связанных как с возможными послеоперационными осложнениями, так и с их профилактикой.

Важную роль в определении результата хирургического вмешательства играет стабильность оперированного позвоночно-двигательного сегмента и состоятельность костного блока. На качество формирования спондилодеза может влиять множество переменных: пожилой возраст, избыточный вес, табакокурение, системный остеопороз [16, 17].

Выбор технологии спондилодеза также влияет на качество формирования костного блока. В литературе описывается, что в 91% случаях рентгенологически и клинически подтвержденный костный блок был сформирован при выборе методики циркулярного спондилодеза, при выборе только технологии межтелового спондилодеза из — в 86%, заднего — в 89% случаев, а при выполнении только методики заднелатерального спондилодеза — в 85% [17]. В нашем исследовании мы ограничились когортой пациентов, которым был выполнен циркулярный спондилодез.

В ходе нашего исследования выявлено статистически значимое влияние возраста пациента и радиоденсивности костной ткани на формирование межтелового спондилодеза. При снижении плотности костной ткани отмечено увеличение частоты несостоятельности костного блока. Значимость этого фактора подтверждают как исследования стабильности имплантов после такого рода хирургических вмешательств, так и работы, направленные на изучение пригодности применения показателей радиоденсивности костной ткани, определенных в ходе компьютерной томографии для диагностики системного остеопороза [18–20].

На данный момент в повседневной практике измерение этого параметра в единицах Хаунсфилда не всегда используются для диагностики системного остеопороза. Наиболее часто применяемый для этих целей метод остеоденситометрии зачастую дает неоднозначный результат, а в некоторых случаях, например при выраженном спондилоартрозе, может затруднить определение сниженной плотности костной ткани в телах позвонков [20, 21]. Таким образом, оценка этого предиктора является важным компонентом в определении хирургической тактики в предоперационном периоде.

К концу наблюдения возраст пациента оказал статистически значимое влияние на качество формирования как межтелового, так и заднего костного блока. При увеличении возраста отмечено увеличение частоты несостоятельности костного блока, что может быть связано с низкой реактивностью тканей у пациентов старше 60 лет [22, 23]. Зависимости между качеством формирования заднего спондилодеза и другими исследуемыми факторами риска не выявлено. Таким образом, можно сделать

вывод, что выполнение заднего спондилодеза в ходе декомпрессивно-стабилизирующего оперативного вмешательства может обеспечить необходимую стабильность позвоночно-двигательного сегмента и предотвратить развитие псевдоартроза.

Как обсуждалось выше, в литературе уже есть данные о значимости патогенетического влияния табакокурения, системных заболеваний в вопросе скорости и качества формирования костного блока после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств на позвоночнике [17, 24]. Несмотря на то, что по результатам нашего исследования их статистически достоверное влияние к 12 мес. наблюдения не доказано, дизайн ранее проведенных исследований отличается от проведенного нами, что не позволяет однозначно говорить о несущественной роли этих предикторов.

Опираясь на результаты нашего исследования и данные литературы, можно сделать заключение, что формирование «циркулярного» спондилодеза в ходе декомпрессивно-стабилизирующего оперативного вмешательства является наиболее рекомендуемой тактикой, увеличивающей шансы на качественную стабилизацию позвоночно-двигательного сегмента. Однако, чаще всего реализация этого принципа возможна только при использовании классических и открытых технологий хирургических вмешательств. Несмотря на их преимущества с точки зрения рентгенологического результата, они связаны с травматизацией и денервацией мягких тканей, кровопотерей, и длительным периодом реабилитации по сравнению с минимально-инвазивными технологиями. С другой стороны, технологии спондилодеза из минимально-инвазивных доступов в сочетании с перкутанной стабилизацией сегмента не подразумевают создание заднего костного блока, который в случае некачественного формирования межтелового спондилодеза может сыграть весомую роль в обеспечении стабильности.

Учитывая эти данные, обоснована дальнейшая разработка как технологий формирования заднего спондилодеза при использовании минимально инвазивных технологий, так и изучения факторов риска, влияющих на качество формирования костного блока.

Заключение. Снижение костной плотности в НУ является фактором риска формирования псевдоартроза при межтеловом спондилодезе, в то же время не выявлено корреляции этого параметра с качеством заднего спондилодеза. Тем не менее, у пациентов пожилого возраста задний и межтеловой костный блок формируется хуже. При использовании технологии TLIF в хирургическом лечении дегенеративной патологии поясничного отдела позвоночника целесообразно дополнять межтеловой спондилодез задним костным блоком, особенно у пациентов с нарушением качества костной ткани.

Список литературы:

1. Колесов С. В. Применение стержней из титанола при хирургическом лечении дегенеративных заболеваний позвоночника с фиксацией пояснично-крестцового перехода / Колесов С. В., Колбовский Д. А., Казьмин А. И., Морозова Н. С. // Хирургия позвоночника — 2016. — Т. 13 — № 1 — С. 41–49.
2. Katz J. N. Lumbar Disc Disorders and Low-Back Pain: Socioeconomic Factors and Consequences / Katz J. N. // The Journal of Bone and Joint Surgery (American) — 2006. — Т. 88 — № suppl_2 — С. 21.
3. Errico T. J. A fair and balanced view of spine fusion surgery / Errico T. J., Gatchel R. J., Schofferman J., Benzel E. C., Faciszewski T., Eskay-Auerbach M., Wang J. C. // Spine Journal — 2004. — Т. 4 — № 5 SUPPL. — С. S129–S138.
4. Фадеев Е. М. Частота и структура осложнений при операциях на позвоночнике / Фадеев Е. М., Хайдаров В. М., Виссарионов С. В. // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста — 2017. — Т. 5 — № 2 — С. 75–83.
5. Eliyas J. K. Surgery for Degenerative Lumbar Spine Disease / Eliyas J. K., Karahalios D. // Disease-a-Month — 2011. — Т. 57 — № 10 — С. 592–606.
6. José-Antonio S. Philosophy and Concepts of Modern Spine Surgery / под ред. А. Alexandre, М. Masini, Р. Menchetti. Springer, Vienna, 2011.
7. Mobbs R. J. Anterior Lumbar Interbody Fusion as a Salvage Technique for Pseudarthrosis following Posterior Lumbar Fusion Surgery / Mobbs R. J., Phan K., Thayaparan G. K., Rao P. J. // Global Spine Journal — 2015.
8. HEGGENESS M. H. Classification of Pseudarthroses of the Lumbar Spine / HEGGENESS M. H., ESSES S. I. // Spine — 2006.
9. Mobbs R. Lumbar interbody fusion: techniques, indications and comparison of interbody fusion options including PLIF, TLIF, MI-TLIF, OLIF/ATP, LLIF and ALIF / Mobbs R., Phan K., Malham G., et al. // J Spine Surg — 2015.
10. Hu R. W. A population-based study of reoperations after back surgery / Hu R. W., Jaglal S., Axcell T., Anderson G. // Spine — 1997.
11. Schoell K. Depression Increases the Rates of Neurological Complications and Failed Back Surgery Syndrome in Patients Undergoing Lumbar Spine Surgery / Schoell K., Wang C., D'Oro A., Heindel P., Lee L., Wang J. C., Buser Z. // Clinical Spine Surgery — 2019. — Т. 32 — № 2 — С. E78–E85.
12. Chapin L. Preoperative Depression, Smoking, and Employment Status are Significant Factors in Patient Satisfaction After Lumbar Spine Surgery / Chapin L., Ward K., Ryken T. // Clinical Spine Surgery — 2017. — Т. 30 — № 6 — С. E725–E732.
13. Harms J. A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses-dorsal traction-reposition and anterior fusion / Harms J., Rolinger H. // Zeitschrift für Orthopädie und ihre Grenzgebiete — 1982.
14. Pickhardt P. J. Opportunistic screening for osteoporosis using abdominal computed tomography scans obtained for other indications / Pickhardt P. J., Pooler B. D., Lauder T., Rio A. M. del, Bruce R. J., Binkley N. // Annals of Internal Medicine — 2013.
15. Tan G. H. CT-based classification of long spinal allograft fusion / Tan G. H., Goss B. G., Thorpe P. J., Williams R. P. // European Spine Journal — 2007. — Т. 16 — № 11 — С. 1875–1881.
16. Hadley M. N. Smoking and the human vertebral column: A review of the impact of cigarette use on vertebral bone metabolism and spinal fusion // Neurosurgery. — 1997.
17. Raizman N. M. Pseudarthrosis of the Spine / Raizman N. M., O'Brien J. R., Poehling-Monaghan K. L., Yu W. D. // Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons — 2009. — Т. 17 — № 8 — С. 494–503.
18. Schreiber J. J. Use of computed tomography for assessing bone mineral density / Schreiber J. J., Anderson P. A., Hsu W. K. // Neurosurgical Focus — 2014. — Т. 37 — № 1 — С. E4.
19. Seo J. H. Clinical Efficacy of Bone Cement Augmented Screw Fixation for the Severe Osteoporotic Spine / Seo J. H., Ju C. H., Kim S. W., Kim J. K., Shin H. // Korean Journal of Spine — 2012. — Т. 9 — № 2 — С. 79.
20. Zaidi Q. Measurement Techniques and Utility of Hounsfield Unit Values for Assessment of Bone Quality Prior to Spinal Instrumentation / Zaidi Q., Danisa O. A., Cheng W. // SPINE — 2019. — Т. 44 — № 4 — С. E239–E244.
21. Schwaiger B. J. Bone Mineral Density Values Derived from Routine Lumbar Spine Multidetector Row CT Predict Osteoporotic Vertebral Fractures and Screw Loosening / Schwaiger B. J., Gersing A. S., Baum T., Noel P. B., Zimmer C., Bauer J. S. // American Journal of Neuroradiology — 2014. — Т. 35 — № 8 — С. 1628–1633.
22. Karikari I. O. Minimally Invasive Lumbar Interbody Fusion in Patients Older Than 70 Years of Age: Analysis of Peri- and Postoperative Complications / Karikari I. O., Grossi P. M., Nimjee S. M., Hardin C., Hodges T. R., Hughes B. D., Brown C. R., Isaacs R. E. // Neurosurgery — 2011. — Т. 68 — № 4 — С. 897–902.
23. Симонович А. Е. Применение имплантатов из пористого никелида титана в хирургии дегенеративных поражений поясничного отдела позвоночника / Симонович А. Е. // Хирургия позвоночника — 2004. — Т. 4 — С. 8–17.
24. Bydon M. Impact of smoking on complication and pseudarthrosis rates after single- and 2-level posterolateral fusion of the lumbar spine / Bydon M., La Garza-Ramos R. De, Abt N. B., Gokaslan Z. L., Wolinsky J. P., Sciubba D. M., Bydon A., Witham T. F. // Spine — 2014.