



# ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ФОРМИРОВАНИЕ КОСТНОГО БЛОКА У ПАЦИЕНТОВ С ИСТМИЧЕСКИМ СПОНДИЛОЛИСТЕЗОМ

Б.Р. Кинзягулов, В.Б. Лебедев, А.А. Зуев

Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Москва, Россия

**Цель исследования.** Анализ значимости влияния различных факторов на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом.

**Материал и методы.** В ретроспективное моноцентровое исследование включены данные 41 пациента 18 лет и старше с истмическим спондилолистезом. Пациентам проведен трансфораминальный межтеловой спондилодез кейджем с использованием 4-винтовой ригидной транспедикулярной системы фиксации. Изучено влияние потенциальных факторов риска на формирование костного блока.

**Результаты.** Однофакторный анализ показал, что достоверно на формирование костного блока влияют ожирение ( $p = 0,037$ ) и употребление нестероидных противовоспалительных средств более трех месяцев ( $p = 0,007$ ). При составлении модели логистической регрессии выявлено, что сочетание ожирения, курения и употребления нестероидных противовоспалительных средств более трех месяцев значимо ухудшает прогноз формирования костного блока ( $p = 0,007$ ;  $R^2N = 0,405$ ,  $AUC = 0,850$ ).

**Заключение.** Исследование показало, что отсутствие формирования костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом может быть связано с курением, ожирением, использованием нестероидных противовоспалительных средств более трех месяцев. Обеспечить лучшие рентгенологические исходы после операций может помочь учет этих факторов и попытка минимизировать их наличие.

**Ключевые слова:** истмический спондилолистез, формирование костного блока, рентгенологические исходы, факторы риска.

Для цитирования: Кинзягулов Б.Р., Лебедев В.Б., Зуев А.А. Факторы, влияющие на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом // Хирургия позвоночника. 2022. Т. 19. № 1. С. 39–45.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.1.39-45>.

## FACTORS AFFECTING THE FORMATION OF BONE BLOCK IN PATIENTS WITH ISTHMIC SPONDYLOLISTHESIS

B.R. Kinzyagulov, V.B. Lebedev, A.A. Zuev

National Medical and Surgical Center n.a. N.I. Pirogov, Moscow, Russia

**Objective.** To analyze significance of the influence of various factors on the fusion rate in patients with isthmic spondylolisthesis.

**Material and Methods.** A retrospective monocenter study included data from 41 patients aged 18 years and older with isthmic spondylolisthesis who underwent transforaminal interbody fusion with cage using a four-screw rigid transpedicular fixation system. The influence of potential risk factors on the fusion rate was studied.

**Results.** A univariate analysis showed that obesity ( $p = 0.037$ ) and the use of non-steroidal anti-inflammatory drugs (NSAIDs) for more than three months ( $p = 0.007$ ) significantly affect the formation of a bone block. When compiling a logistic regression model, it was found that a combination of obesity, smoking, and the use of NSAIDs for more than three months significantly worsens the prognosis of bone block formation ( $p = 0.007$ ;  $R^2N = 0.405$ ;  $AUC = 0.850$ ).

**Conclusion.** The study showed that the absence of bone block formation in patients with isthmic spondylolisthesis may be associated with smoking, obesity, and the use of NSAIDs for more than three months. Keeping these factors in mind and trying to minimize their presence can help ensure better radiographic outcomes after surgery.

**Key Words:** isthmic spondylolisthesis, fusion rate, radiologic outcome, risk factors.

Please cite this paper as: Kinzyagulov BR, Lebedev VB, Zuev AA. Factors affecting the formation of bone block in patients with isthmic spondylolisthesis. Hir. Pozvonoc. 2022;19(1):39–45.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2022.1.39-45>.

Истмический спондилолистез – смещение тела вышележащего позвонка относительно нижележащего вследствие наличия дефекта межсуставной

части дуги позвонка [1]. Прогрессирование заболевания и клинические проявления связаны с нестабильностью позвоночно-двигательного сегмента,

ускоренной дегенерацией межпозвонокового диска, а также возникновением фораминального стеноза на этом уровне [2, 3]. Консервативная терапия

является первым шагом к улучшению качества жизни пациентов с симптомным истмическим спондилолистезом. В настоящее время успешно применяют различные комбинации нестероидных противовоспалительных препаратов, миорелаксантов, физиотерапии и лечебной физкультуры. Однако при неэффективности комплексного консервативного лечения показано оперативное вмешательство. В настоящее время хирургия истмических спондилолистезов включает в себя декомпрессию, межтеловой спондилодез и фиксацию пораженного сегмента [4, 5]. Формирование костного блока на уровне операции является одним из главных факторов успешного исхода лечения. В литературе описано большое количество факторов, способных повлиять на формирование костного блока, однако единого мнения среди исследователей до настоящего времени нет.

Цель исследования – анализ значимости влияния различных факторов на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом.

## Материал и методы

### Пациенты

Проведено моноцентровое ретроспективное когортное исследование, включающее 41 пациента, которому в 2015–2020 гг. выполнена операция по поводу истмического спондилолистеза.

Критерии включения пациентов в исследование:

- 1) возраст от 18 лет и старше;
- 2) истмический спондилолистез, подтвержденный инструментальными методами диагностики;
- 3) истмический спондилолистез одного позвонка;
- 4) отсутствие показаний к оперативному вмешательству на других сегментах;
- 5) наличие архива инструментальных методов исследования;
- 6) наличие минимального срока катмнеза в течение 12 мес. после хирургического лечения.

Критерии исключения из исследования:

- 1) проведенное ранее оперативное вмешательство по поводу патологии позвоночника;
- 2) наличие спондилолиза других сегментов;
- 3) наличие сколиотической деформации более 10° по Cobb;
- 4) тяжелая сопутствующая соматическая патология.

Средний возраст пациентов –  $48,8 \pm 13,6$  года. У 39 (95,1 %) пациентов отмечалось смещение L<sub>5</sub> позвонка, у 2 (4,9 %) – L<sub>4</sub>. Степень смещения оценивали по данным рентгенографии согласно классификации Meyerding: 1-я степень – 16 (39,0 %) пациентов, 2-я – 23 (56,1 %), 3-я – 2 (4,9 %).

### Методы

При хирургическом вмешательстве устранение компрессии нервных структур всем пациентам проводили путем билатеральной декомпрессии корешков спинного мозга из монолатерального доступа с использованием операционного микроскопа. После декомпрессии со стороны доступа выполняли трансфораминальный межтеловой спондилодез кейджем. Фиксацию проводили четырьмя транспедикулярными винтами. Вправление позвонка выполняли за счет нефорсированной редукции на фиксированном стержне через предустановленный полиэфирэфиркетонный (РЕЕК) кейдж.

Оценивали влияние пола, возраста, наличия ожирения, курения, длительного приема нестероидных противовоспалительных средств (НПВС), величины остаточного смещения позвонка после операции, высоты межтелового промежутка после операции, плотности костной ткани, коэффициентов наполнения транспедикулярным винтом тела и ножек позвонка на формирование костного блока.

Оценку формирования костного блока проводили по данным КТ через 12 мес. после оперативного вмешательства по шкале Christensen [6], где первой степени соответствовали костные мостики между телами позвонков, занимающие более 30 %

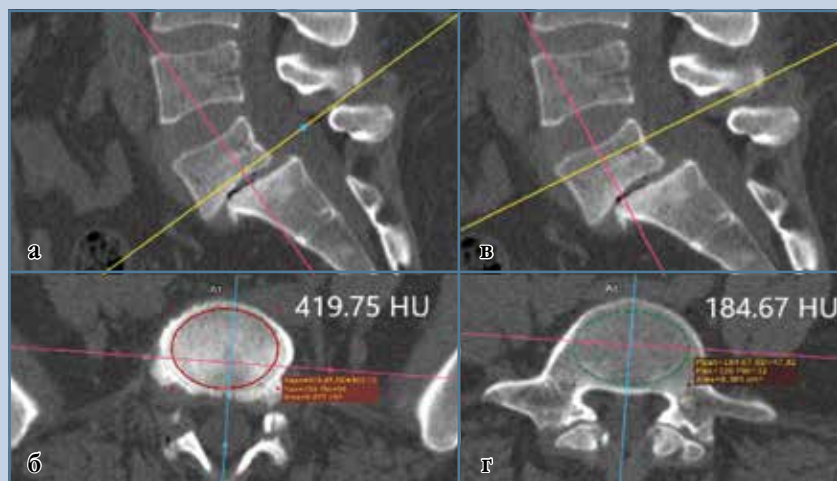
площади замыкательных пластинок, второй степени – менее 30 %, третьей степени – отсутствие костных мостиков без признаков разрежения кости, четвертой степени – отсутствие костных мостиков и признаки разрежения кости, пятой степени – псевдоартроз (кистозные полости, краевое разрежение кости вокруг фиксирующей системы и межтелового имплантата).

Данные пола, возраста, роста и веса были получены путем анализа историй болезни. Ожирением считали состояние, при котором индекс массы тела превышал 30. Анализ длительности приема НПВС проводили через 12 мес. наблюдения. Длительным считали прием более 3 мес. Величину остаточного смещения определяли по результатам контрольных рентгенограмм.

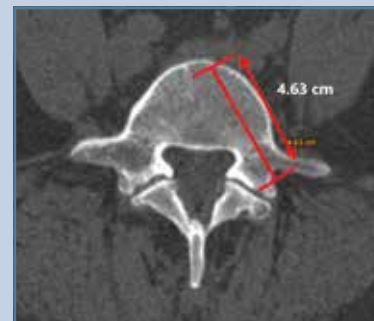
Высоту межтелового промежутка измеряли в трех точках на сагитальном срезе на компьютерных томограммах после операции: по переднему краю замыкательных пластинок, у заднего края, а также по центру между замыкательными пластинками. Среднее между данными величинами считали значением высоты межтелового промежутка [7].

Плотность костной ткани определяли, используя предоперационные КТ-изображения. На срезах в аксиальной проекции определяли единицы Хаунсфилда на уровне ножек дуг позвонков, а также в нижней четверти тела вышележащего и в верхней четверти нижележащего позвонков, используя программное усреднение по срезу. Среднюю величину принимали как отражение плотности костной ткани у пациента (рис. 1) [8].

Индекс наполнения транспедикулярным винтом ножек позвонка и относительная длина винта в теле позвонка показывают количество трабекул вокруг винта. Измеряли эти величины по результатам послеоперационных КТ-изображений. Относительную длину винта рассчитывали как процентное отношение длины установленного винта к максимальной возможной длине на аксиальных изображениях (рис. 2). Индекс напол-

**Рис. 1**

Изучение плотности кости методом измерения единиц Хаунсфилда (HU):  
**а, в** – уровни срезов на сагиттальной проекции; **б, г** – выделение области для замера количества единиц Хаунсфилда

**Рис. 2**

Измерение относительной длины транспедикулярного винта

нения ножки позвонка рассчитывали по методу Otsuki et al. [9]. Метод заключается в измерении диаметров ножки позвонка и установленного винта с дальнейшим вычислением разности квадратов данных величин (рис. 3).

Анализ влияния факторов проводили в двух группах пациентов, выделенных по признаку формирования костного блока. В 1-ю группу вошли 33 пациента с первой и второй степенями выраженности костного блока по Christensen, когда между телами позвонков формируются костные мостики, во 2-ю – 8 пациентов с третьей, четвертой и пятой степенями, где костных мостиков между телами позвонков не отмечается.

#### Статистический анализ

Статистическую обработку данных проводили с помощью программного обеспечения Jamovi версии 1.8. За уровень статистической значимости принимали значение  $p < 0,05$ .

Для определения нормальности распределения количественных показателей опирались на критерий Шапиро – Уилка, а также на графическое представление данных. В исследовании все количественные данные подчинялись закону нормального рас-

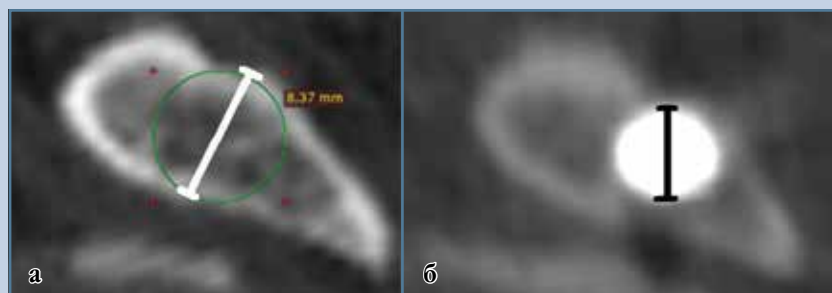
пределения. Для показателей возраста, процента редукции, остаточного смещения позвонка, величины межтелового промежутка, единиц Хаунсфилда, индексов наполнения тела и ножки использовали t-критерий Стьюдента. При анализе качественных данных (пол, наличие ожирения, курение, прием НПВС более трех месяцев) использовали критерий  $\chi^2$ .

Также была разработана прогностическая модель для определения

вероятности формирования костного блока в зависимости от групп факторов методом бинарной логистической регрессии. Дисперсию благоприятного исхода оценивали исходя из коэффициента детерминации Найджелкерка.

## Результаты

Через год после оперативного вмешательства костный блок сформирован у 80,48 % пациентов. В 1-й группе (Christensen A1, A2) было 33 пациента (11 мужчин, 22 женщины) в возрасте  $48,5 \pm 14,2$  года; во 2-й (Christensen A3, A4, A5) – 8 (5 мужчин, 3 женщины) в возрасте  $48,9 \pm 11,1$  года. Анализ

**Рис. 3**

Измерение индекса наполнения ножки позвонка винтом на коронарной проекции: **а** – расчет минимального размера ножки позвонка; **б** – измерение диаметра использованного транспедикулярного винта

исхода в зависимости от пола не выявил статистически значимого различия ( $p = 0,129$ ). Различия в возрасте между сравниваемыми группами также оказалось статистически незначимым ( $p = 0,943$ ). Количество пациентов с ожирением в 1-й группе – 8 (24,2 %), во 2-й – 5 (62,5 %). Статистический анализ подтвердил значимость данного фактора ( $p = 0,037$ ). Среди пациентов 1-й группы курящими оказались 6 (18,2 %), 2-й – 4 (50,0 %). Несмотря на превосходящее отношение курящих пациентов к некурящим во 2-й (по сравнению с 1-й), различие оказалось статистически незначимым ( $p = 0,060$ ). Изученная плотность кости путем определения количества единиц Хаунсфилда в 1-й группе в среднем составляла  $304,135 \pm 133,896$  HU, во 2-й –  $344,613 \pm 141,166$  HU. Статистически значимого различия выявить не удалось ( $p = 0,452$ ). Среди пациентов со сформированным костным блоком в 8 (24,2 %) случаях применяли НПВС более трех месяцев после оперативного вмешательства, среди пациентов с несформированным костным блоком – в 6 (75,0 %). Различия данных показателей оказалось статистически значимым ( $p = 0,007$ ; табл. 1).

Изучение факторов, связанных с хирургическим вмешательством, не выявило статистически значимых различий между группами. Так, среднее остаточное смещение в 1-й группе составило  $3,74 \pm 3,08$  мм, во 2-й –  $4,14 \pm 3,73$  мм (несмотря на разницу в абсолютных числах, различие оказалось статистически незначимым;  $p = 0,753$ ). Величина межтелового промежутка в 1-й группе составила в среднем  $7,90 \pm 1,68$  мм, во 2-й –  $9,39 \pm 3,73$  мм ( $p = 0,095$ ). Относительная длина винта в 1-й группе в среднем –  $90,94 \pm 5,27$  %, во 2-й –  $90,99 \pm 2,78$  % ( $p = 0,980$ ). Индекс наполнения ножки позвонка винтом в 1-й группе в среднем –  $0,493 \pm 0,281$ , во 2-й –  $0,611 \pm 0,269$  ( $p = 0,287$ ). Результаты измерений представлены в табл. 2.

Статистически значимое различие в группах пациентов со сформированным и несформированным костным

блоком удалось выявить при анализе количества пациентов, длительно применяющих НПВС после операции, а также ожирения у пациентов, что свидетельствует о влиянии данных факторов на формирование костного блока, однако результаты исследования позволяют говорить об отсутствии значимого влияния возраста, остаточного смещения, курения, величины межтелового промежутка, коэффициентов наполнения тела и ножек позвонков, а также показателя плотности кости на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом.

С учетом полученных данных методом бинарной логистической регрессии разработали две прогностические модели для определения вероятности формирования костного блока: в одном случае в зависимости от статистически значимых факторов – наличия ожирения и употребления НПВС на протяжении более трех месяцев ( $F_1$ ), а в другом случае – с учетом также курения пациентов

( $F_2$ ). Обе прогностические модели оказались статистически значимыми ( $p = 0,015$  и  $p = 0,007$  соответственно). Критерий Akaike information criteria (AIC) для первой модели – 38,1, для второй – 36,5; Bayesian information criteria (BIC) для обеих моделей – 43,3. Исходя из значения коэффициента детерминации Найджелкерка, первая модель объясняет 29,4 %, вторая – 40,5 % наблюдаемой дисперсии формирования костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом. Также построены ROC-кривые для обеих моделей и рассчитаны площади под кривыми (AUC). Для первой модели она составила 0,801, для второй – 0,850. Сравнение данных двух прогностических моделей показало, что, несмотря на статистическую незначимость курения как фактора, влияющего на формирование костного блока, комбинация факторов (курение, использование НПВС более трех месяцев, ожирение) повышает риск отрицательного исхода у пациентов (табл. 3).

Таблица 1

Демографические характеристики и факторы, не связанные с хирургическим вмешательством

Фактор	1-я группа	2-я группа	p value
Пол, n	11 М; 22 Ж	5 М; 3 Ж	0,129
Возраст, лет	$48,5 \pm 14,2$	$48,9 \pm 11,1$	0,943
Ожирение, n (%)	8 (24,2)	5 (62,5)	0,037
Курение, n (%)	6 (18,2)	4 (50,0)	0,060
Длительное использование НПВС, n (%)	8 (24,2)	6 (75,0)	0,007

Таблица 2

Радиологические измерения

Величина	Сформированный костный блок	Отсутствие костного блока	p value
Плотность кости, HU	$304,135 \pm 133,896$	$344,613 \pm 141,166$	0,452
Среднее остаточное смещение, мм	$3,74 \pm 3,08$	$4,14 \pm 3,73$	0,753
Межтеловый промежуток после операции, мм	$7,90 \pm 1,68$	$9,39 \pm 3,73$	0,095
Относительная длина винта в теле позвонка, %	$90,94 \pm 5,27$	$90,99 \pm 2,78$	0,980
Индекс наполнения ножки позвонка винтом	$0,493 \pm 0,281$	$0,611 \pm 0,269$	0,287



## Обсуждение

При выполнении работы мы поставили выделить основные факторы, которые могут повлиять на формирование костного блока у пациентов с истмическим спондилолистезом. Согласно полученным данным, большая роль отводится длительному приему НПВС, ожирению, курению.

При сопоставлении этих результатов с данными литературы обращено внимание на противоречивость информации о влиянии различных факторов, представленных в многочисленных исследованиях на эту тему.

Неоднократно показано, что возраст, а также зачастую ассоциированная с ним плотность кости оказывают серьезное воздействие на формирование костного блока [10]. Однако при анализе выборки пациентов с истмическим спондилолистезом можно прийти к выводу, что в силу возрастных особенностей, а также при отсутствии значимой соматической патологии у основной массы больных данный фактор не является таким важным, как в группе пациентов, например, с дегенеративным спондилолистезом.

Влияние пола рассматривалось во многих работах. Так, Christensen et al. [6] показали, что женщины имеют меньший потенциал к формированию костного блока, это подтверждают и другие работы, особенно в области изучения костной плотности и основанном на этом повышенном риске псевдоартроза [10–12]. В то же время в других исследованиях влияние пола не было доказано, как и в нашем исследовании [13, 14]. Отчасти это можно объяснить гормональными особенностями женщин старшего возраста и частым возникновением постменопаузального остеопороза, что нехарактерно для нашей выборки.

Одним из наиболее спорных факторов, рассматриваемых в мировой литературе, является использование НПВС в послеоперационном периоде и их влияние на формирование костного блока. С начала 2000-х гг. проводятся многочисленные, в том числе экспериментальные, исследования. В одних

Таблица 3

Сравнение прогностических моделей, составленных методом бинарной логистической регрессии

Модель	p value	AIC	BIC	R <sup>2</sup> N	AUC
F <sub>1</sub>	0,015	38,1	43,3	0,294	0,801
F <sub>2</sub>	0,007	36,5	43,3	0,405	0,850

F<sub>1</sub> — наличие у пациента ожирения и употребление НПВС более трех месяцев после операции, F<sub>2</sub> — курящие пациенты с ожирением и употреблением НПВС более трех месяцев после операции.

работах сообщается о несомненном влиянии препаратов на формирование костного блока [15, 16], в других, напротив, заявляют об отсутствии их эффекта на остеогенез [17, 18]. Зачастую говорят о дозозависимом эффекте НПВС, в связи с чем некоторые авторы отмечают, что анальгетическая терапия в послеоперационном периоде все чаще проводится с использованием опиоидных препаратов [19]. В нашей работе в качестве показателя длительности приема НПВС использовали временной промежуток в 3 мес. после операции. Анализ нашей выборки показал несомненное влияние длительного приема препаратов на формирование костного блока.

Еще одним фактором, не связанным с хирургическим воздействием, но часто изучаемым в мировой литературе, является ожирение. Влияние ожирения на псевдоартроз, на различные периоперационные осложнения, на риск повторных оперативных вмешательств показано в нескольких работах [20, 21]. Однако Kalb et al. [22] влияние ожирения на формирование костного блока отрицают. В нашем исследовании подтверждается статистическая значимость данного фактора.

Повышенный риск псевдоартроза часто связывают с курением [13, 15]. В проведенном исследовании при однофакторном анализе не удалось выявить статистической значимости, однако при построении модели, включающей курение, прием НПВС и ожирение, продемонстрировано влияние курения как ко-фактора, значимо снижающего темпы формирования костного блока.

Факторы риска, связанные с хирургическим вмешательством, неоднократно рассматривались в различных исследованиях. Параметры транспедикулярной системы, высота кейджа, а также объем редукции часто называют значимыми для формирования костного блока [9, 13, 23, 24]. Проведенное исследование и статистический анализ не позволяют нам говорить о значимости величины межтелового промежутка, остаточного смещения, а также параметров введенных транспедикулярных винтов на радиологический исход через 12 мес. после операции у пациентов с истмическим спондилолистезом.

### Ограничения исследования

Наше исследование имеет определенные ограничения. Во-первых, работа представляет собой ретроспективное моноцентровое наблюдение. Во-вторых, необходимо принимать во внимание малый объем выборки. Также следует отметить невозможность изучения качества подготовки замыкательных пластин в ходе хирургического лечения, а данный фактор, несомненно, важен для формирования костного блока. Для повышения степени доказательности необходимо проведение мультицентрового проспективного исследования с большим количеством пациентов.

### Заключение

Проведенное ретроспективное исследование позволило выявить статистически достоверные факторы, способные повлиять на формирование костного блока у пациентов с истми-

ческим спондилолистезом. Понимание возрастающего риска осложнений, в том числе возникновения псевдоартроза у определенных групп больных, является важным для врача и пациента. Учитывая высокую вероятность

неблагоприятного исхода в группе пациентов, применяющих НПВС более трех месяцев, пациентов с ожирением, а также курящих пациентов, необходимо ставить задачу, направленную

на снижение количества этих модифицируемых факторов риска.

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

## Литература/References

- Burton MR, Dowling TJ, Mesfin FB. Isthmic Spondylolisthesis. StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing; 2022.
- Floman Y. Progression of lumbosacral isthmic spondylolisthesis in adults. Spine. 2000;25:342–347. DOI: 10.1097/00007632-200002010-00014.
- Cabraja M. The analysis of segmental mobility with different lumbar radiographs in symptomatic patients with a spondylolisthesis. Eur Spine J. 2012;21:256–261. DOI: 10.1007/s00586-011-1870-y.
- Tagliaferri SD. Domains of chronic low back pain and assessing treatment effectiveness: a clinical perspective. Pain Pract. 2020;20:211–225. DOI: 10.1111/papr.12846.
- Kreiner DS, Baisden J, Mazanec DJ, Patel RD, Bess RS, Burton D, Chutkan NB, Cohen BA, Crawford CH 3rd, Ghiselli G, Hanna AS, Hwang SW, Kilincer C, Myers ME, Park P, Rosolowski KA, Sharma AK, Taleghani CK, Trammell TR, Vo AN, Williams KD. Guideline summary review: an evidence-based clinical guideline for the diagnosis and treatment of adult isthmic spondylolisthesis. Spine J. 2016;16:1478–1485. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.08.034.
- Christensen FB, Laursen M, Gelineck J, Eiskjaer SP, Thomsen K, Bunger CE. Interobserver and intraobserver agreement of radiograph interpretation with and without pedicle screw implants: the need for a detailed classification system in posterolateral spinal fusion. Spine. 2001;26:538–544. DOI: 10.1097/00007632-200103010-00018.
- Bach K, Ford J, Foley R, Januszewski J, Murtagh R, Decker S, Uribe JS. Morphometric analysis of lumbar intervertebral disc height: an imaging study. World Neurosurg. 2018;1878–8750(18)32836-5. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.12.014.
- Wang H, Zou D, Sun Z, Wang L, Ding W, Li W. Hounsfield unit for assessing vertebral bone quality and asymmetrical vertebral degeneration in degenerative lumbar scoliosis. Spine. 2020;45:1559–1566. DOI: 10.1097/BRS.0000000000003639.
- Otsuki B, Fujibayashi S, Tanida S, Shimizu T, Murata K, Matsuda S. Possible association of pedicle screw diameter on pseudoarthrosis rate after transforaminal lumbar interbody fusion. World Neurosurg. 2021;150:e155–e161. DOI: 10.1016/j.wneu.2021.02.117.
- Andersen T, Christensen FB, Langdahl BL, Ernst C, Fruensgaard S, Ostergaard J, Andersen JL, Rasmussen S, Niedermann B, Hoy K, Helmig P, Holm R, Lindblad BE, Hansen ES, Egund N, Bunger C. Fusion mass bone quality after uninstrumented spinal fusion in older patients. Eur Spine J. 2010;19:2200–2208. DOI: 10.1007/s00586-010-1373-2.
- Khosla S, Melton LJ 3rd, Riggs BL. Osteoporosis: gender differences and similarities. Lupus. 1999;8:393–396. DOI: 10.1177/096120339900800513.
- Seeman E. The growth and age-related origins of bone fragility in men. Calcif Tissue Int. 2004;75:100–109. DOI: 10.1007/s00223-004-0289-4.
- Yanai Y, Matsukawa K, Kato T, Yato Y. Factors important in bone union after posterior lumbar interbody fusion using the cortical bone trajectory technique. J Spine Surg. 2020;6:713–720. DOI: 10.21037/jss-20-608.
- Formica M, Vallergera D, Zanirato A, Cavagnaro L, Basso M, Divano S, Mosconi L, Quarto E, Siri G, Felli L. Fusion rate and influence of surgery-related factors in lumbar interbody arthrodesis for degenerative spine diseases: a meta-analysis and systematic review. Musculoskelet Surg. 2020;104:1–15. DOI: 10.1007/s12306-019-00634-x.
- Deguchi M, Rapoff AJ, Zdeblick TA. Posterolateral fusion for isthmic spondylolisthesis in adults: analysis of fusion rate and clinical results. J Spinal Disord. 1998;11:459–464.
- Pountos I, Georgouli T, Calori GM, Giannoudis PV. Do nonsteroidal anti-inflammatory drugs affect bone healing? A critical analysis. Scientific World Journal. 2012;2012:606404. DOI: 10.1100/2012/606404.
- Sivaganesan A, Chotai S, White-Dzuro G, McGirt MJ, Devin CJ. The effect of NSAIDs on spinal fusion: a cross-disciplinary review of biochemical, animal, and human studies. Eur Spine J. 2017;26:2719–2728. DOI: 10.1007/s00586-017-5021-y.
- Pountos I, Giannoudis PV, Jones E, English A, Churchman S, Field S, Ponchel F, Bird H, Emery P, McGonagle D. NSAIDs inhibit in vitro MSC chondrogenesis but not osteogenesis: implications for mechanism of bone formation inhibition in man. J Cell Mol Med. 2011;15:525–534. DOI: 10.1111/j.1582-4934.2010.01006.x.
- Lo YT, Lim-Watson M, Seo Y, Fluetsch N, Alasmari MM, Alsheikh MY, Lamba N, Smith TR, Aglio LS, Mekary RA. Long-term opioid prescriptions after spine surgery: a meta-analysis of prevalence and risk factors. World Neurosurg. 2020;141:e894–e920. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.06.081.
- Hollern DA, Woods BI, Shah NV, Schroeder GD, Kepler CK, Kurd MF, Kaye ID, Millhouse PW, Diebo BG, Paulino CB, Hilibrand AS, Vaccaro AR, Radcliff KE. Risk factors for pseudarthrosis after surgical site infection of the spine. Int J Spine Surg. 2019;13:507–514. DOI: 10.14444/6068.
- Sato S, Yagi M, Machida M, Yasuda A, Konomi T, Miyake A, Fujiyoshi K, Kaneko S, Takemitsu M, Machida M, Yato Y, Asazuma T. Reoperation rate and risk factors of elective spinal surgery for degenerative spondylolisthesis: minimum 5-year follow-up. Spine J. 2015;15:1536–1544. DOI: 10.1016/j.spinee.2015.02.009.
- Kalb S, Perez-Orribo L, Kalani MY, Snyder LA, Martirosyan NL, Burns K, Standerfer RJ, Kakarla UK, Dickman CA, Theodore N. The influence of common medical conditions on the outcome of anterior lumbar interbody fusion. Clin Spine Surg. 2016;29:285–290. DOI: 10.1097/BSD.0b013e31827e4c85.
- Emami A, Faloon M, Sahai N, Dunn CJ, Issa K, Thibaudau D, Sinha K, Hwang KS. Risk factors for pseudarthrosis in minimally-invasive transforaminal lumbar interbody fusion. Asian Spine J. 2018;12:830–838. DOI: 10.31616/asj.2018.12.5.830.
- Longo UG, Loppini M, Romeo G, Maffulli N, Denaro V. Evidence-based surgical management of spondylolisthesis: reduction or arthrodesis in situ. J Bone Joint Surg. 2014;96:53–58. DOI: 10.2106/JBJS.L01012.

**Адрес для переписки:**

Кинзягулов Булат Рустемович  
105203, Россия, Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70,  
Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова,  
bkinzyagulov@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 25.11.2021

Рецензирование пройдено 26.01.2022

Подписано в печать 28.01.2022

**Address correspondence to:**

Kinzyagulov Bulat Rustemovich  
National Medical and Surgical Center n.a. N.I. Pirogov,  
70 Nizhnaya Pervomayskaya str., Moscow, 105203, Russia,  
bkinzyagulov@yandex.ru

Received 25.11.2021

Review completed 26.01.2022

Passed for printing 28.01.2022

Булат Рустемович Кинзягулов, врач-нейрохирург, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Россия, 105203, Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70, ORCID: 0000-0001-8736-2335, bkinzyagulov@yandex.ru;

Валерий Борисович Лебедев, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Россия, 105203, Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70, ORCID: 0000-0002-3372-2670, horizont\_vbl@mail.ru;

Андрей Александрович Зувев, д-р мед. наук, врач-нейрохирург, Национальный медико-хирургический центр им. Н.И. Пирогова, Россия, 105203, Москва, ул. Нижняя Первомайская, 70, ORCID: 0000-0003-2974-1462, mosbrain@gmail.com.

Bulat Rustemovich Kinzyagulov, neurosurgeon, National Medical and Surgical Center n.a. N.I. Pirogov, 70 Nizhnaya Pervomayskaya str., Moscow, 105203, Russia, ORCID: 0000-0001-8736-2335, bkinzyagulov@yandex.ru;

Valeriy Borisovich Lebedev, MD, PhD, orthopedic surgeon, National Medical and Surgical Center n.a. N.I. Pirogov, 70 Nizhnaya Pervomayskaya str., Moscow, 105203, Russia, ORCID: 0000-0002-3372-2670, horizont\_vbl@mail.ru;

Andrey Alexandrovich Zuev, DMSc, neurosurgeon, National Medical and Surgical Center n.a. N.I. Pirogov, 70 Nizhnaya Pervomayskaya str., Moscow, 105203, Russia, ORCID: 0000-0003-2974-1462, mosbrain@gmail.com.

**Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.А. Цивьяна  
проводит индивидуальное тематическое обучение на рабочем месте  
в виде краткосрочных курсов повышения квалификации  
по следующим циклам:**

1. Эндопротезирование и эндоскопическая хирургия суставов конечностей (80 ч).
2. Современная диагностика, консервативное и хирургическое лечение деформаций позвоночника детского возраста (144 ч).
3. Хирургия заболеваний и повреждений позвоночника (144 ч).
4. Дегенеративные заболевания позвоночника (80 ч).
5. Артроскопия плечевого сустава (80 ч).

**Занятия проводятся по мере поступления заявок.  
После прохождения курсов выдается свидетельство о повышении квалификации.**

**E-mail: niito@niito.ru**

**Тел.: 8 (383) 363-39-81**