

ФАКТОРЫ РИСКА НАРУШЕНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ ТРАНСПЕДИКУЛЯРНОЙ ФИКСАЦИИ У ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ПОЯСНИЧНОГО ОТДЕЛА ПОЗВОНОЧНИКА

Боков А.Е., Млявых С.Г., Алейник А.Я., Булкин А.А., Растеряева М.В.

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр, г. Нижний Новгород

РЕЗЮМЕ

Цель исследования – оценить факторы риска дестабилизации транспедикулярного инструментария после выполнения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника.

Материал и методы. Исследование является нерандомизированным продольным проспективным, исследованы результаты наиболее распространенных декомпрессивно-стабилизирующих оперативных вмешательств у 130 пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника. Минимальный срок наблюдения – 18 мес. Пациентам перед операцией проводилась компьютерная томография (КТ) поясничного отдела позвоночника и определялась радиоденсивность костной ткани. Пациентам выполнялась микрохирургическая декомпрессия корешков спинного мозга с применением транспедикулярной фиксации в сочетании с межтеловым спондилодезом или без него. В послеоперационном периоде регистрировались все случаи с рентгенографическими признаками дестабилизации винтов. Используя логистический регрессионный анализ, определялась зависимость частоты расшатывания транспедикулярных винтов от радиоденсивности губчатой костной ткани позвонка по данным КТ, степени резекции костно-связочного аппарата в ходе декомпрессии, протяженности фиксации и биомеханических нарушений, обусловленных неполной редукцией позвонка. Также определялось влияние межтелового спондилодеза и неоднородности исследуемой группы пациентов по диагнозу.

Результаты. Снижение радиоденсивности костной ткани, увеличение протяженности фиксации и экстенсивности декомпрессии сопряжены с повышенным риском развития нестабильности транспедикулярного инструментария. Такие признаки, как ламинэктомия, отсутствие межтелового спондилодеза в пределах фиксированной области, включение в фиксированную область сегмента L5–S1 и фактор биомеханического нарушения в результате неполной редукции позвонка не оказывали влияния на частоту расшатывания винтов. Незначимым оказалось влияние фактора неоднородности исследуемой группы. Общая пригодность регрессионной модели № 2 = 67,57851; $p < 0,0001$. Модель правильно классифицирует 81,5% наблюдений, чувствительность ее составила 77,4%, специфичность – 85,3%.

Заключение. Радиоденсивность костной ткани по результатам КТ является значимым прогностическим фактором развития нестабильности имплантов. Существенными факторами риска расшатывания винтов также являются увеличение протяженности ригидной фиксации и экстенсивная резекция дугоотростчатых суставов и связочного аппарата позвоночно-двигательных сегментов. Перечисленные факторы риска необходимо учитывать при планировании декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств, особенно у пациентов пожилого возраста.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: транспедикулярная фиксация, нестабильность имплантов, компьютерная томография, дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника.

Введение

В связи с распространением урбанистического образа жизни и увеличением продолжительности жизни общее количество пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника неуклонно увеличивается. У пациентов старше 65 лет данная патология позвоночника является еще и наиболее частым показанием к хирургическому лечению [1, 2]. Выполнение ригидной фиксации поясничных позвоночно-двигательных сегментов (ПДС) сопряжено с риском ранней дестабилизации имплантов и формированием псевдоартрозов, особенно у пациентов пожилого возраста [3, 4]. По данным опубликованных исследований, частота развития нестабильности транспедикулярного инструментария варьирует в пределах от 4 до 20%, а на фоне системного остеопороза достигает 50% [4, 5].

Основным фактором, определяющим частоту дестабилизации имплантов, принято считать нарушение плотности костной ткани [6]. Для оценки риска развития нестабильности имплантов вследствие нарушения плотности костной ткани чаще всего используются двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия, количественная компьютерная томография (КТ) и радиоденсивность костной ткани [6, 7, 8]. Несмотря на то что данные радиоденсивности костной ткани не калиброваны для диагностики остеопороза, костная плотность в единицах Хаунсфилда имеет функциональную связь с результатами количественной КТ [8].

В качестве дополнительных факторов риска, влияющих на стабильность имплантов при оперативных вмешательствах на позвоночнике, предлагаются включение в зону спондилодеза сегмента L5-S1, а также фиксация трех и более ПДС [4, 9]. Кроме того, патологическая подвижность оперированного ПДС в результате экстенсивной декомпрессии может увеличить нагрузку на инструментарий и привести к его ранней дестабилизации [10].

Целью исследования является оценка факторов риска развития нестабильности транспедикулярного инструментария после выполнения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств у пациентов с дегенеративной патологией поясничного отдела позвоночника.

Материал и методы

Дизайн исследования. Исследование является проспективным, нерандомизированным, когортным. Изучены результаты хирургического

лечения 130 пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника (38 мужчин, 92 женщины; средний возраст 52 года, $\sigma = 12,11$; 28–74 лет). Анализ проводился на основании результатов рентгенологических методов исследования. Минимальный срок послеоперационного наблюдения составил 18 мес. Согласие на участие в данном исследовании было получено от всех пациентов, применявшиеся методы соответствуют стандартам лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями позвоночника.

Критерии включения пациентов в исследование: дегенеративные заболевания поясничного отдела позвоночника, сопровождающиеся клинической картиной нестабильности позвоночно-двигательных сегментов и стенозом позвоночного канала. Из исследования были исключены пациенты с диспластическим спондилолистезом и деформацией позвоночника, требующей выполнения спондилодеза на протяжении более пяти ПДС и (или) илеолюмбальной фиксации, а также все пациенты с нарушением технологии установки транспедикулярных винтов.

Стандартное предоперационное обследование включало функциональную рентгенографию поясничного отдела позвоночника в вертикальном положении, магнитно-резонансную томографию и КТ поясничного отдела позвоночника. В ходе КТ-исследования двумя независимыми рентгенологами дополнительно определялась плотность костной ткани в единицах Хаунсфилда. КТ-сканирование (Aquilion 32, Toshiba corporation, Япония) проводили 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.

Измерение проводили в трех плоскостях: сагиттальной, фронтальной и аксиальной на уровне позвонка L3. В каждой плоскости радиоденсивность определяли на площади овальной формы максимального диаметра в пределах спонгиозного слоя тела позвонка, далее вычислялось среднее значение для каждого наблюдения. Среднее значение составило 124 единицы Хаунсфилда (ед. X.), $\sigma = 41$; диапазон значений – 44–244 ед. X.

Всем пациентам были проведены стандартные открытые декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства: микрохирургическая декомпрессия корешков с различной степенью резекции костных структур и связочного аппарата в со-

четании с ригидной транспедикулярной фиксацией. Транспедикулярная фиксация в сочетании с задне-латеральным спондилодезом (PLF) выполнена 36 (27,7%) пациентам; декомпрессия в сочетании с трансфораминальным межтеловым спондилодезом и ригидной транспедикулярной фиксацией применена у 94 (72,3%) пациентов. Моноsegmentарное вмешательство выполнено 87 (66,9%) пациентам, бисegmentарное – 31 (23,8%) пациенту, фиксация трех segmentов – 8 (6,2%) пациентам, вмешательство на четырех segmentах – 3 (2,3%) пациентам, одному пациенту (0,8%) выполнена операция с фиксацией пяти segmentов. У 63 (48,5%) пациентов в область фиксации был включен segment L5–S1. Объем резекции костных структур и связочного аппарата в ходе декомпрессии нами классифицирован следующим образом: 28 (21,5%) пациентам выполнена двусторонняя медиальная резекция дугоотростчатых суставов, не превышающая 50% их объема. Односторонняя тотальная фасетэктомия произведена 64 (49,2%) пациентам, двусторонняя тотальная фасетэктомия с полным удалением межостистой и желтой связок осуществлена 39 (30%) пациентам. У 41 (31,5%) пациента декомпрессия сопровождалась ламинэктимией. Помимо вышеперечисленных факторов учитывались биомеханический фактор, обусловленный неполной редукцией позвонка при спондилолистезе, у 26 (20,0%) пациентов, а также влияние на результат неоднородности исследуемой группы, обусловленной включением пациентов с истмическим спондилолистезом.

Послеоперационное наблюдение проводилось в сроки 3, 6, 12 и 18 мес. Через 3 мес после операции выполнялась обзорная рентгенография поясничного отдела позвоночника в вертикальном положении. При подозрении на раннюю нестабильность имплантов выполнялась КТ. Через 6 и 12 мес после операции выполнялась плановая КТ, а через 18 мес КТ выполнялась в случае отсутствия признаков формирования костного блока в срок 12 мес. Признаком нарушения стабильной фиксации ПДС по данным КТ являлось формирование рентгенпрозрачной зоны вокруг резьбовой части транспедикулярного винта шириной более 1 мм [11].

Статистический анализ. Для определения значимости связи частоты развития рентгенографических признаков нестабильности транспедикулярного инструментария и изучаемых предикторов применялся логистический регрессионный анализ, использовалось программное обеспечение Statistica 10.

Результаты и обсуждение

Рентгенологические признаки расшатывания транспедикулярных винтов за все время наблюдения зарегистрированы в 62 (47,7%) случаях, при этом клинически значимой нестабильностью имплантов оказалась только у 24 (18,5%) пациентов. Во всех случаях дестабилизация инструментария наступила в течение 6 мес после операции. У пациентов, которым выполнялась ограниченная медиальная фасетэктомия, нестабильность имплантов выявлена в 9 из 28 наблюдений (32%). Если выполнялась односторонняя тотальная фасетэктомия, то частота развития нестабильности транспедикулярных винтов составляла 26 из 64 наблюдений (40%), а после двусторонней тотальной фасетэктомии с удалением желтой и межостистой связок – 26 из 39 наблюдений (67%). Таким образом, при увеличении экстенсивности резекции костно-связочного аппарата наблюдается увеличение частоты дестабилизации винтов.

При увеличении протяженности фиксации частота расшатывания винтов также увеличивалась. После моноsegmentарной фиксации частота нестабильности имплантов составила 27 из 87 наблюдений (31%), а после двухуровневой фиксации достигла 77% (24 из 31 наблюдения). У 7 из 8 пациентов (88%) после трехуровневой фиксации развилась дестабилизация фиксатора. У всех пациентов с протяженностью фиксации более трех уровней развилась, как минимум, частичная нестабильность транспедикулярного инструментария.

Наиболее значимым фактором, определяющим стабильность транспедикулярного фиксатора, оказалась радиоденсивность костной ткани: при снижении плотности костной ткани отмечено увеличение частоты расшатывания транспедикулярных винтов. В таблице представлены параметры общей логистической регрессионной модели, включающей факторы плотности костной ткани, экстенсивности декомпрессии (ранговая шкала: ограниченная медиальная фасетэктомия – односторонняя тотальная резекция дугоотростчатых суставов – двусторонняя тотальная резекция дугоотростчатых суставов с резекцией желтой и межостистой связки). Также в модель включены такие предполагаемые предикторы, как включение в зону фиксации segmentа L5–S1, наличие segmentов без межтелового спондилодеза, ламинэктимия в пределах фиксированной области, биомеханическое нарушение, обусловленное неполной редукцией позвонка и неоднородность исследуемой группы по диагнозу (включены пациенты с истмическим спондилолистезом).

Т а б л и ц а

Параметры обобщенной логистической регрессионной модели			
Компонент регрессионного уравнения	Коэффициент	ОШ; ДИ95% на ед. изменения	Коэффициент корреляции
Свободный член уравнения регрессии	0,4927; $p = 0,6175$	–	–
Костная плотность, ед. X.	-0,0242; $p = 0,0003$	0,9760; [0,9610; 0,9914]	-0,6528
Протяженность фиксации (количество уровней)	1,5520; $p = 0,0002$	4,6828; [2,0964; 10,4603]	0,5750
Экстенсивность декомпрессии	1,0746; $p = 0,0002$	4,720; [1,8037; 12,3557]	0,4712
Включение в область фиксации сегмента L5–S1	-0,4971; $p = 0,3973$	0,6082; [0,1909; 1,9378]	0,1884
Сегменты без межтелового спондилодеза	1,2595; $p = 0,0882$	3,5239; [0,8256; 15,0398]	0,3916
Ляминэктомия	0,3308; $p = 0,7030$	1,3920; [0,2509; 7,7241]	0,3402
Неоднородность по диагнозу	0,3404; $p = 0,6560$	1,4055; [0,3107; 6,3576]	0,0224
Биомеханические нарушения при неполной редукции позвонка	0,7334; $p = 0,2131$	2,0823; [0,6527; 6,6430]	-0,2247

Общая пригодность регрессионной модели $\chi^2 = 67,57851$; $p < 0,0001$. Модель правильно классифицирует 81,5% наблюдений, чувствительность составила 77,4%, специфичность – 85,3%, что свидетельствует о ее пригодности для оценки факторов риска дестабилизации транспедикулярного инструментария. При исключении факторов с незначимыми регрессионными коэффициентами полученная модель не отличалась статистически значимо от исходной, $p = 0,2381$ (метод максимального правдоподобия).

Такие признаки, как ламинэктомия, отсутствие межтелового спондилодеза в пределах фиксированной области и включение в фиксированную область сегмента L5–S1 не оказывали влияния на частоту расшатывания винтов. Незначимыми также оказались фактор биомеханического нарушения в результате неполной редукции позвонка и фактор неоднородности исследуемой группы.

Декомпрессивно-стабилизирующие вмешательства типа PLF и TLIF (трансфораминальный межтеловый спондилодез) широко применяются для лечения пациентов с дегенеративными заболеваниями поясничного отдела позвоночника, количество выполняемых в мире подобных операций ежегодно исчисляется сотнями тысяч [12]. Несмотря на постоянно совершенствующуюся технику оперативных вмешательств, сохраняется высокая частота расшатывания фиксирующего инструментария с последующим формированием псевдоартрозов, которая у пациентов с остеопорозом может достигать 50% [4, 12]. До настоящего времени информация относительно факторов риска развития нестабильности имплантов носила фрагментарный характер, систематизированные исследования с оценкой значимости каждого выявленного фактора не проводились.

Одним из наиболее важных факторов, влияющих на сохранение стабильности имплантов после декомпрессивно-стабилизирующих опера-

тивных вмешательствах, является качество костной ткани, что было неоднократно подтверждено результатами исследований [6, 13, 14]. Тем не менее способы оценки костной плотности в опубликованных работах отличаются: чаще всего с этой целью применялась денситометрия, количественная компьютерная томография, и радиоденсивность костной ткани, определенная при КТ, использовались реже [6, 7, 14]. Результаты наших исследований свидетельствуют о том, что радиоденсивность костной ткани имеет связь с частотой дестабилизации транспедикулярного инструментария, и значимость этого параметра в оценке риска развития нестабильности фиксатора подтверждена результатами логистического регрессионного анализа. Отсутствие значимого влияния межтелового спондилодеза на стабильность транспедикулярного фиксатора можно объяснить существенным количеством в исследуемой группе пациентов с исходно сниженной костной плотностью, а следовательно и с ограниченной опороспособностью тел позвонков. Кроме того, расшатывание винтов во всех случаях происходило в течение первых 6 мес после операции, а этого времени, как правило, недостаточно для формирования устойчивого костного блока.

При исследовании результатов операций с применением транспедикулярной фиксации и межтелового спондилодеза неоднократно было доказано, что частота неудач выше при многоуровневых оперативных вмешательствах [4, 12]. На основании результатов нашего исследования можно сделать вывод, что протяженность фиксации являлась вторым по значимости прогностическим признаком в отношении развития нестабильности транспедикулярного инструментария. В то же время включение в область фиксации уровня L5–S1 не имело связи с частотой этого осложнения или влияние этого предиктора было незначительным по сравнению с выявленными

основными факторами, влияющими на стабильность имплантов.

Влияние объема резекции костно-связочного аппарата в ходе этапа декомпрессии на последующую стабильность транспедикулярного инструментария не изучалось, однако известно, как меняется биомеханика ПДС при резекции его различных структур. Доказано, что ламинэктомия увеличивает объем движений в сагиттальной плоскости, а резекция дугоотростчатых суставов увеличивает объем ротационных движений [15, 16]. Как следствие, можно предположить увеличение нагрузки на имплантированный фиксатор, что также может являться дополнительным фактором риска расшатывания винтов. Результаты нашего исследования свидетельствуют о том, что ламинэктомия не оказывала значимого влияния на стабильность имплантов, в то время как тотальное удаление дугоотростчатых суставов и связочного аппарата существенно увеличивали частоту расшатывания транспедикулярных винтов.

Безусловно, дизайн нашего исследования не является оптимальным для детального изучения каждого предполагаемого фактора, влияющего на стабильность ригидного транспедикулярного инструментария, тем не менее полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что выявленные три предиктора являются наиболее значимыми. В ходе предоперационного планирования необходимо учитывать качество костной ткани, избегать необоснованной экстенсивной костной резекции и необоснованного увеличения протяженности ригидной фиксации поясничного отдела позвоночника.

Заключение

Радиоденсивность костной ткани по результатам КТ является значимым прогностическим фактором развития нестабильности имплантов. Существенными факторами риска расшатывания винтов также являются увеличение протяженности ригидной фиксации и экстенсивная резекция дугоотростчатых суставов и связочного аппарата ПДС. Перечисленные факторы риска необходимо учитывать при планировании декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств, особенно у пациентов пожилого возраста.

Конфликт интересов

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Литература / References

1. Weinstein J.N., Lurie J.D., Olson P.R. et al. United States' trends and regional variations in lumbar spine surgery: 1992–2003// Spine. 2006. V. 31, № 23. P. 2707–2714. doi:10.1097/01.brs.0000248132.15231.fe
2. Katz J.N., Harris M.B. Clinical practice. Lumbar spinal stenosis// N. Engl. J. Med. 2008. V. 358, № 8. P. 818–825. doi: 10.1056/NEJMcп0708097
3. Burval D.J., McLain R.F., Milks R., Inceoglu S. Primary pedicle screw augmentation in osteoporotic lumbar vertebrae: biomechanical analysis of pedicle fixation strength// Spine. 2007. V. 32, № 10. P. 1077–1083.
4. Röllinghoff M., Schlotter-Brust K., Groos D., et al. Mid-range outcomes in 64 consecutive cases of multilevel fusion for degenerative diseases of the lumbar spine// Orthop. Rev. 2010. V. 2, № 1. e3. doi: 10.4081/or.2010.e3.
5. Wu Z.X., Gong F.T., Liu L., et al. Comparative study on screw loosening in osteoporotic lumbar spine fusion between expandable and conventional pedicle screws// Arch. Orthop. Trauma. Surg. 2012. V. 132, № 4. P. 471–476. doi: 10.1007/s00402-011-1439-6.
5. Wichmann J.L., Booz C., Wesarg S., et al. Quantitative dual-energy CT for phantomless evaluation of cancellous bone mineral density of the vertebral pedicle: correlation with pedicle screw pull-out strength// Eur. Radiol. 2015. V.25, № 6. P. 1714–1720. doi: 10.1007/s00330-014-3529-7.
6. Seo JH, Ju CI, Kim SW, et al. Clinical efficacy of bone cement augmented screw fixation for the severe osteoporotic spine// Korean J. Spine. 2012. V. 9, № 2. P. 79–84. doi: 10.14245/kjs.2012.9.2.79.
7. Schwaiger B.J., Gersing A.S., Baum T., et al. Bone mineral density values derived from routine lumbar spine multidetector row CT predict osteoporotic vertebral fractures and screw loosening// Am. J. Neuroradiol. 2014. V.35, № 8. P. 1628–1633. doi: 10.3174/ajnr.A3893.
8. Yu B.S., Zhuang X.M., Zheng Z.M., et al. Biomechanical comparison of 4 fixation techniques of sacral pedicle screw in osteoporotic condition// J. Spinal. Disord. Tech. 2010. V.23, № 6. P. 404–409. doi: 10.1097/BSD.0b013e3181b63f4d.
9. Zander T., Roblmann A., Kluckner C., Bergmann G. Influence of graded facetectomy and laminectomy on spinal biomechanics// Eur. Spine. J. 2003. V. 12, № 4. P. 427–434.
10. Sandün B., Olerud C., Petrün-Mallmin M., et al. The significance of radiolucent zones surrounding pedicle screws. Definition of screw loosening in spinal instrumentation// J. Bone. Joint. Surg. Br. 2004. V. 86, № 3. P. 457–461.
11. Gotthard D., Smith E.L., Kanczler J.M., et al. Tissue engineered bone using select growth factors: A comprehensive review of animal studies and clinical translation studies in man// Eur Cell Mater. 2014. V. 28. P. 166–207.
12. Schwaiger B.J., Gersing A.S., Baum T., et al. Bone mineral density values derived from routine lumbar spine

- multidetector row CT predict osteoporotic vertebral fractures and screw loosening// *Am. J. Neuroradiol.* 2014. V.35, № 8. P. 1628–1633. doi: 10.3174/ajnr.A3893.
13. *Schreiber J.J., Anderson P.A., Hsu W.K.* Use of computed tomography for assessing bone mineral density// *Neurosurg. Focus.* 2014. V. 37, № 1. E4. doi: 10.3171/2014.5.FOCUS1483.
14. *Lee K.K., Teo E.C., Qiu T.X., Yang K.* Effect of facetectomy on lumbar spinal stability under sagittal plane loadings// *Spine.* 2004. V. 29, №15. P. 1624–1631.
15. *Zander T., Roblmann A., Kluckner C., Bergmann G.* Influence of graded facetectomy and laminectomy on spinal biomechanics// *Eur. Spine. J.* 2003 V. 12, № 4. P. 427–434.

Поступила в редакцию 27.01.2016 г.

Утверждена к печати 15.03.2016 г.

Боков Андрей Евгеньевич (✉) – канд. мед. наук, научный сотрудник группы позвоночно-спинномозговой патологии Приволжского федерального медицинского исследовательского центра (г. Нижний Новгород).

Млявых Сергей Геннадьевич – канд. мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии Приволжского федерального медицинского исследовательского центра (г. Нижний Новгород).

Алейник Александр Яковлевич – научный сотрудник группы позвоночно-спинномозговой патологии Приволжского федерального медицинского исследовательского центра (г. Нижний Новгород).

Булкин Анатолий Алексеевич – врач-нейрохирург нейрохирургического отделения Приволжского федерального медицинского исследовательского центра (г. Нижний Новгород).

Растеряева Марина Вячеславовна – канд. мед. наук, врач-рентгенолог рентгенологического отделения Приволжского федерального медицинского исследовательского центра (г. Нижний Новгород).

✉ **Боков Андрей Евгеньевич**, e-mail: Andrei_Bokov@mail.ru

Приволжский федеральный медицинский исследовательский центр: 603115, г. Нижний Новгород, Верхне-Волжская Набережная, 18/1, тел. (831)-436-01-60.

RISK FACTORS OF PEDICLE FIXATION INSTABILITY AT PATIENTS WITH DEGENERATIVE LUMBAR SPINE PATHOLOGY

Bokov A.E., Mlyavykh S.G., Aleynik A.Ya., Bulkin A.A. Rasteryaeva M.V.

Privolzhsky Federal Research Center, Nizhniy Novgorod, Russian Federation

ABSTRACT

Objective. To assess risk factors of pedicle screw instability after decompression and fusion in patients with degenerative lumbar spine disease.

Materials and methods. This is a prospective non-randomized study, the results of 130 surgical interventions with pedicle instrumentation in patients with degenerative lumbar spine diseases were studied. Minimal follow-up period accounts for 18 months. Before intervention computed tomography (CT) was applied and cancellous bone radiodensity was measured.

Patients were treated with nerve root decompression and pedicle screw fixation stand-alone or with lumbar interbody fusion. During follow-up period computed tomography was applied and cases with evidence of pedicle screw loosening were detected. Radiodensity of cancellous bone, extension of fixation, extensiveness of decompression, application of interbody fusion, incomplete vertebra body reduction and heterogeneity of studied group were taken into account as potential risk factors of implant instability development. The correlation between pedicle screws loosening rate and mentioned predictors was estimated using logistic regression analysis.

Results. Radiodensity of vertebra body cancellous bone getting decreased, the increase number of fixed levels and extensiveness of facet joints and ligaments resection are associated with the increased risk of a screw loosening development.

Laminectomy, interbody fusion, altered biomechanics associated with incomplete vertebra body reduction and L5–S1 segment included into fixed zone did not have a significant influence on pedicle screws loosening rate. Bias related to heterogeneity of studied group was also insignificant. Goodness-of-fit of estimated general logistic regression model: $N^{\circ} 2 = 67,57851$; $p < 0,0001$. This model classified correctly 81,5% cases with sensitivity and specificity of 77,4% and 85,3% respectively.

Conclusion. Radiodensity of a vertebra cancellous bone, number of fixed levels and extensiveness of facet joints and ligaments resection during decompression are significant predictors for pedicle screws loosening development. The detected risk factors should be taken into account in preoperative planning especially in elderly patients.

KEY WORDS: pedicle screw fixation, implant instability, computed tomography, degenerative lumbar spine diseases.

Bulletin of Siberian Medicine, 2016, vol. 15, no. 2, pp. 13–19

Bokov Andrey E. (✉), Privolzhsky Federal Research Center, Nizhniy Novgorod, Russian Federation.

Mlyavykh Sergey G., Privolzhsky Federal Research Center, Nizhniy Novgorod, Russian Federation

Aleynik Alexander Y., Privolzhsky Federal Research Center, Nizhniy Novgorod, Russian Federation.

Bulkin Anatoliy A., Privolzhsky Federal Research Center, Nizhniy Novgorod, Russian Federation.

Rasteryaeva Marina Vy., Privolzhsky Federal Research Center, Nizhniy Novgorod, Russian Federation.

✉ **Bokov Andrey E.**, e-mail: Andrei_Bokov@mail.ru

Privolzhsky Federal Research Center, 18/1, Verhne-Volgskaya Naberegnaya, Nizhniy Novgorod, 603115, ph. (831)-436-01-60.