

Анализ причин развития проксимального переходного кифоза после инструментальной фиксации на фоне дефицита минеральной плотности костной ткани

И.В. Басанкин^{1,3}, В.А. Порханов¹, Д.А. Пташников², К.К. Тахмазян¹, А.А. Афаунов^{1,3},
М.И. Томина³, С.Б. Малахов¹, В.К. Шаповалов¹

¹Государственное бюджетное учреждение здравоохранения
«Научно-исследовательский институт – Краевая клиническая больница № 1 имени профессора С.В. Очаповского»
Министерства здравоохранения Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

²Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Российский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Р.Р. Вредена»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Санкт-Петербург, Россия

³Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Кубанский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Краснодар, Россия

Analysis of the causes of proximal junctional kyphosis following spinal instrumented fixation in patients with bone mineral density deficiency

I.V. Basankin^{1,3}, V.A. Porkhanov¹, D.A. Ptashnikov², K.K. Takhmazian¹, A.A. Afaunov^{1,3}, M.I. Tomina³,
S.B. Malakhov¹, V.K. Shapovalov¹

¹Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital № 1, Krasnodar, Russian Federation

²Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Saint Petersburg, Russian Federation

³Russia Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation

Цель. Изучение причин развития проксимального переходного кифоза после инструментальной фиксации поясничного отдела позвоночника у пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне дефицита минеральной плотности костной ткани. **Материалы и методы.** Ретроспективный анализ результатов лечения 308 пациентов, оперированных по поводу дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника методом декомпрессии невралгических структур, коррекции деформации и стабилизации ПДС при помощи ригидных систем транспедикулярной фиксации. Наблюдение за пациентами в течение 2-х лет после операции позволило разделить их на 2 группы: с развитием проксимального переходного кифоза (ППК) – 132 чел. и без развития ППК – 176 чел. Анализ подверглись факторы риска, наиболее часто упоминаемые в литературе. В их число вошли факторы, связанные с пациентом (возраст, пол, наличие остеопороза, индекс массы тела, курение), хирургические факторы (тип остеотомии, величина коррекции поясничного лордоза, включение в зону фиксации крестца) и рентгенологические параметры (PI, TK, LL, SVA, PI-LL, PJA). **Результаты.** Статистическую значимость в развитии ППК играют остеопороз (53 % – 33 %; $p = 0,032$), индекс массы тела более 25 (51 – 37 %; $p = 0,042$), а также коррекция поясничного лордоза более чем на 30° (51 – 34 %; $p = 0,038$). Вероятность развития ППК увеличивается в 2,3 раза при восстановлении поясничного лордоза более чем на 30°. Проксимальный переходный угол (PJA) с величиной, равной и более 11°, является статистически значимым фактором риска развития ППК, увеличивая вероятность его появления в 2,9 раза ($p = 0,022$). Кроме того, при увеличении показателя PJA на 1° риск развития ППК увеличивается в 1,118 раза или на 11,8 %. Сочетание остеопороза и PJA проявляет статистически значимое взаимное влияние на развитие ППК ($p = 0,002$), при этом увеличение показателя PJA на 1° на фоне остеопороза увеличивает риск развития ППК в 1,664 раза или на 66,4 %. **Заключение.** Наиболее значимыми статистически доказанными факторами в развитии ППК у пациентов с деформацией в поясничном отделе являются остеопороз, индекс массы тела более 25 и хирургическая коррекция поясничного лордоза более чем на 30°. Проксимальный переходный угол величиной в 11° является статистически значимым фактором риска развития ППК, увеличивая вероятность его появления в 2,9 раза ($p = 0,022$). Сочетание остеопороза и PJA проявляет статистически значимое взаимное влияние на развитие ППК ($p = 0,002$), при этом увеличение показателя PJA на 1° на фоне остеопороза увеличивает риск развития ППК на 66,4 %.

Ключевые слова: позвоночник, остеопороз, проксимальный переходный кифоз (PJK), проксимальный переходный угол (PJA)

Objective To explore causes of proximal junctional kyphosis (PJK) following instrumented fixation of lumbar spine in patients with degenerative scoliosis due to mineral bone density deficiency. **Material and methods** A retrospective analysis was conducted on 308 patients with degenerative lumbar scoliosis surgically treated with decompression of neural elements, deformity correction and stabilization of FSU using rigid transpedicular fixation systems. The patients were followed up for 2 years of surgery and were subdivided into 2 groups, those who developed PJK ($n=132$) and those who did not ($n=176$). Variable risk factors for PJK described in the literature were analyzed. They could be categorized into patient related factors (age, gender, osteoporosis, body mass index (BMI), smoking habits), surgical factors (type of osteotomy performed, a magnitude of lordosis correction, long fixation to the sacrum) and radiographic parameters (PI, TK, LL, SVA, PI-LL, PJA). **Results** Osteoporosis (53–33 %, $p = 0.032$), BMI >25 (51–37 %, $p = 0.042$) and greater than 30° lordosis correction (51–34 %, $p = 0.038$) were found to be statistically significant for PJK. Lumbar lordosis restored in more than 30% increases the risk of PJK by 2.3 times. The proximal junctional angle (PJA) $\geq 11^\circ$ is a statistically significant risk factor for PJK and associated with increased occurrence of PJK by 2.9 times ($p = 0.022$). An increase in PJA by 1° increases the risk of PJK by 11.8 % (making the risk 1.118 times higher). Osteoporosis coupled with PJA entails a statistically significant impact on PJK ($p = 0.002$) with PJA increased by 1° in osteoporosis scenario increasing the risk of PJK by 66.4 % (making the risk 1.664 times higher). **Conclusion** Osteoporosis, body mass index > 25 and a surgical correction of lumbar lordosis by more than 30° have been shown to be significantly associated with PJK in patients with lumbar curves. PJA of 11° is the significant risk factor for PJK making the occurrence of PJK 2.9 times higher ($p = 0.022$). Osteoporosis coupled with PJA entails a statistically significant impact on PJK ($p = 0.002$) with PJA increased by 1° in osteoporosis cases increasing the risk of PJK by 66.4 %.

Keywords: spine, osteoporosis, proximal junctional kyphosis (PJK), proximal junctional angle (PJA)

АКТУАЛЬНОСТЬ

Дегенеративный сколиоз поясничного отдела позвоночника представляет собой достаточно распространенное заболевание с частотой встречаемости от 6 до 68 % [1, 2] от всей патологии позвоночника и часто

Басанкин И.В., Порханов В.А., Пташников Д.А., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., Томина М.И., Малахов С.Б., Шаповалов В.К. Анализ причин развития проксимального переходного кифоза после инструментальной фиксации на фоне дефицита минеральной плотности костной ткани // Гений ортопедии. 2019. Т. 25, № 1. С. 65-70. DOI 10.18019/1028-4427-2019-25-1-65-70

проявляется вертеброгенным синдромом, синдромом перемежающейся хромоты, моно- или полирадикулярным синдромом [3, 4]. В 33–95 % случаев отмечается комбинация описанных синдромов [5, 6]. Необходимо отметить, что подавляющее число пациентов – это лица старшей возрастной группы, имеющие кроме патологии позвоночника ряд сопутствующих, иногда достаточно серьезных, соматических заболеваний. Как правило, у данной категории пациентов имеется дефицит минеральной плотности костной ткани (МПКТ), накладывающий отпечатки на выбор тактики лечения [4, 7, 8].

Тактика лечения рассматриваемой патологии не имеет общего шаблона, поскольку зависит не только от особенностей заболевания позвоночника, но и от ряда индивидуальных факторов, присутствующих у конкретного пациента. В случае выбора хирургического метода лечения, некоторыми авторами предлагается вовсе избегать инструментальной фиксации при лечении пациентов с сопутствующим остеопорозом [9, 10, 11]. Однако критиче-

ские формы дегенеративного сколиоза с выраженной полисегментарной симптоматикой являются показанием для реконструктивных хирургических вмешательств с необходимостью имплантации металлоконструкции, стабилизирующей позвоночник. Несмотря на достижение основной цели в раннем послеоперационном периоде, отдаленные результаты этих вмешательств не всегда соответствуют ожиданиям как пациента, так и оперировавшего хирурга.

Одной из причин неблагоприятных отдаленных результатов является развитие проксимального переходного кифоза (ППК). По данным мировой литературы, влияние дефицита минеральной плотности костной ткани на развитие ППК описывается в большинстве исследований, посвященных данной теме [4, 12, 13, 14].

Целью работы явилось изучение причин развития проксимального переходного кифоза после инструментальной фиксации поясничного отдела позвоночника у пациентов с дегенеративным сколиозом на фоне дефицита минеральной плотности костной ткани.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ретроспективному анализу были подвергнуты 308 пациентов, оперированных по поводу дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника в период с 2009 по 2015 год. Средний возраст пациентов был в пределах в $61,1 \pm 6,9$ года. Среди оперированных женщин было 208 (67,5 %), мужчин 100 (32,5 %).

Этап хирургического лечения данных пациентов заключался в декомпрессии невралных структур, коррекции деформации и стабилизации ПДС при помощи ригидных систем транспедикулярной фиксации. Все этапы оперативного лечения выполнялись в одну хирургическую сессию из заднего доступа. Минимальное количество фиксированных ПДС составило 5. Проксимальный уровень фиксации находился в пределах Th10–L1. Дистальный уровень фиксации оканчивался в пределах L5–S1 с (без) установкой винтов в подвздошные кости. Выбор краниального и каудального уровня фиксации был обусловлен позицией позвонков относительно деформации во фронтальной плоскости с учетом их стабильности и нейтрального положения.

Первичная когорта пациентов была сформирована на основании определенных критериев включения и исключения. Так, в исследование вошли пациенты старше 18 лет с деформацией позвоночника, развившейся вследствие прогрессирования дегенеративно-дистрофического процесса с описанными особенностями хирургического вмешательства. Критериями исключения являлись наличие системных заболеваний соединительной ткани, предшествующие операции на позвоночнике, отсутствие полноценного рентгенологического обследования, данных денситометрии и минимального периода наблюдения в 2 года, а также

развитие инфекционных осложнений. Кроме того, при анализе когорты на предмет развития ППК были исключены случаи с признаками нестабильности металлоконструкции (МК). Рентгенологическое обследование включало в себя рентгенографию позвоночника в положении стоя в полный рост в двух проекциях с захватом тазобедренных суставов до операции, в раннем послеоперационном периоде (первая неделя) и на этапах контрольной оценки через 3, 6, 12 и 24 месяца. По данным рентгенограммам были определены следующие рентгенологические параметры: сагиттальная вертикальная ось (Sagittal Vertical Axis – SVA), грудной кифоз (Thoracic Kyphosis – ТК: Th5–Th12), поясничный лордоз (Lumbar Lordosis – LL: L1–L5), тазовый угол (Pelvic Incidence – PI), угол наклона таза к вертикали (Pelvic Tilt – PT) и проксимальный переходный угол (Proximal Junctional Angle – PJA), который определялся как угол между нижней замыкательной пластинкой позвонка проксимальной точки фиксации и верхней замыкательной пластинкой позвонка, расположенного на 2 ПДС выше.

Для выявления факторов риска развития проксимального переходного кифоза, а также определения их значимости нами был проведен статистический многофакторный анализ. В данный анализ были включены факторы риска, наиболее часто упоминаемые в литературе. В их число вошли факторы, связанные с пациентом (возраст, пол, наличие остеопороза, индекс массы тела, курение), хирургические факторы (тип остеотомии, величина коррекции поясничного лордоза, включение в зону фиксации крестца) и рентгенологические параметры (PI, ТК, LL, SVA, PI-LL, PJA).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

На этапе первичного анализа все пациенты были разделены на 2 группы в зависимости от развития проксимального переходного кифоза, без признаков нестабильности МК. Таким образом, в группу ППК вошло 132 пациента (34,6 %), в группу без ППК 176 пациентов (65,4 %) на протяжении двухлетнего периода наблюдения.

В ходе изучения особенностей проксимального переходного кифоза после инструментальной фиксации поясничного и груднопоясничного отделов решалась задача оценки клинико-рентгенологических проявлений

ППК, выявления основных механизмов развития данной патологии и сроков ее возникновения (табл. 1).

В обеих группах было проведено сравнение основных факторов риска развития ППК со стороны пациентов и хирургического этапа с использованием критерия Пирсона (хи-квадрат) (табл. 2, 3).

Для определения значимости рентгенологических параметров первично было проведено сравнение средних величин для таких показателей в обеих группах с использованием стандартных методов непараметрической статистики (табл. 4).

Таблица 1

Механизм развития ППК

	ППК (n = 132)	Среднее время развития, мес.	Средний показатель PJA°
Дегенерация м/п диска	12 (9 %)	12,2 ± 5,7	14,4° ± 3,2°
Перелом смежного вышележащего позвонка	64 (49 %)	4,2 ± 3,8	34,2° ± 6,2°
Перелом позвонка проксимальной точки фиксации	56 (42 %)	3,3 ± 4,1	32,1° ± 7,1°

Таблица 2

Сравнение пациент – ассоциированных факторов в изучаемых группах

Факторы риска	Группа ППК (n = 132)	Группа без ППК (n = 176)	Частота ППК	Значение p (достоверность)
Возраст	61,3 ± 6,4	60,8 ± 7,2		0,126
Пол				
жен.	96	112	46 %	0,244
муж.	36	64	36 %	
Остеопороз				
да	82	74	53 %	0,032
нет	50	102	33 %	
Курение				
да	44	52	46 %	0,676
нет	88	124	42 %	
ИМТ >25				
да	69	67	51 %	0,042
нет	63	109	37 %	

Таблица 3

Сравнение хирургических факторов в изучаемых группах

Факторы риска	Группа ППК (n = 132)	Группа без ППК (n = 176)	Частота ППК	Значение p (достоверность)
Тип остеотомии				
SPO	85	112	43 %	0,342
PSO / VCR	38	48	44 %	
нет	9	16	36 %	
Коррекция LL > 30°				
да	82	80	51 %	0,038
нет	50	96	34 %	
Включение в зону фиксации крестца				
да	76	104	42 %	0,829
нет	56	72	44 %	

Таблица 4

Сравнение средних величин рентгенологических параметров у пациентов изучаемых групп

Факторы риска	Группа ППК (n = 132)	Группа без ППК (n = 176)	Значение p (достоверность)
PI (°)	61,2 ± 7,8	54,1 ± 8,2	0,031
PT (°)			
до операции	25,6 ± 7,3	27,3 ± 8,4	0,114
после операции	19,4 ± 7,1	21,1 ± 6,7	0,082
изменение	6,2 ± 6,9	6,2 ± 7,2	0,921
LL (°)			
до операции	26,3 ± 12,1	28,4 ± 10,2	0,127
после операции	59,6 ± 7,2	51,2 ± 7,8	0,032
изменение	33,3 ± 9,2	22,8 ± 8,8	0,021
PI-LL (°)			
до операции	34,9 ± 7,4	25,7 ± 8,6	0,018
после операции	1,6 ± 8,2	2,9 ± 11,8	0,082
SVA (мм)			
до операции	96,6 ± 64,2	88,2 ± 58,4	0,146
после операции	32,2 ± 28,3	25,6 ± 32,3	0,246
изменение	64,4 ± 42,3	62,6 ± 74,6	0,459
PJA (°)			
до операции	13,8 ± 4,1	8,2 ± 5,3	0,019
после операции	12,5 ± 4,8	7,1 ± 6,0	0,024
изменение	1,3 ± 1,8	1,1 ± 2,1	0,213
TK (°)			
до операции	34,2 ± 8,1	31,8 ± 7,9	0,097
после операции	38,4 ± 8,6	33,1 ± 7,1	0,178
изменение	4,2 ± 6,7	1,3 ± 3,4	0,089

Оценка значимости различий между определенными параметрами в таблицах сопряженности с использованием критерия Пирсона позволила нам определить потенциальные факторы риска для развития ППК. По результатам данного анализа нами была выявлена статистическая значимость как для определенных факторов, связанных с пациентами, так и для хирургических факторов и некоторых рентгенологических параметров. Так, более высокая частота развития ППК была выявлена у пациентов с остеопорозом (53–33 %; $p = 0,032$), с индексом массы тела более 25 (51–37 %; $p = 0,042$) и после коррекции поясничного лордоза более чем на 30° (51–34 %; $p = 0,038$). Статистическая значимость среди рентгенологических параметров была выявлена у показателей тазового угла (PI; $p = 0,031$), разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL; $p = 0,018$) и проксимального переходного угла (PJA; $p = 0,019$).

Следующим этапом факторы, имеющие статистическую значимость, были включены в регрессионный анализ Кокса, при помощи которого была определена независимая значимость всех переменных, их взаимная корреляция, а также степень влияния на риск развития ППК (табл. 5, 6).

Сила связи двух переменных характеризуется абсолютной величиной коэффициента корреляции. Обычно считается, что значение до 0,2 – очень слабая корреляция, до 0,5 – слабая корреляция, до 0,7 – средняя кор-

реляция, до 0,9 – высокая корреляция, выше 0,9 – очень высокая корреляция. По результатам данного анализа все переменные слабо коррелированы и, следовательно, могли быть использованы в качестве независимых переменных в регрессии.

По результатам данного анализа статистически значимое влияние на риски развития ППК было выявлено у показателей коррекции поясничного лордоза более 30° и проксимального переходного угла.

Для определения порогового значения показателя PJA, оказывающего статистически значимое влияние на риск развития ППК, нами был проведен ROC анализ (рис. 1).

По результатам ROC анализа было подтверждено статистически значимое влияние показателя PJA на риск развития ППК. При этом площадь под кривой (AUC) составила 0,891 с 95 % доверительным интервалом от 0,817 до 0,966, что соответствует высокой прогностической точности данной модели. Пороговое значение показателя PJA, определенное на основании максимальной чувствительности (90,5 %) и специфичности (82,6 %), составило 11° .

Для определения степени влияния показателя PJA на риск развития ППК в регрессионный анализ Кокса была введена переменная PJA 11° , характеризующая распределение пациентов в зависимости от величины данного угла ($< 11^\circ$ или $\geq 11^\circ$) (табл. 7).

Таблица 5

Оценка степени взаимной корреляции основных переменных (факторов риска) в развитии ППК

Корреляционная матрица коэффициентов регрессии					
	Остеопороз	PJA	ИМТ	PI-LL	PI
PJA	,443				
ИМТ	,309	-,263			
PI-LL	-,300	-,084	-,019		
PI	,152	,421	-,223	,091	
Корр. LL > 30°	-,158	,049	-,428	-,478	-,223

Таблица 6

Результаты анализа основных переменных (факторов риска) в развитии ППК при помощи модели пропорциональных рисков Кокса

	Регрессионный анализ Кокса							
	В	Ст. ош.	Вальд	ст. св.	Значимость	Exp (В)	ДИ 95,0 % для Exp (В)	
							нижняя	верхняя
Остеопороз	1,181	,487	5,884	1	,055	2,258	1,255	8,462
ИМТ > 25	1,021	,256	3,613	1	,078	1,566	,457	6,712
Корр. LL > 30°	1,342	,414	,051	1	,006	2,365	,635	5,611
PI	,533	,311	2,754	1	,234	1,332	,077	4,126
PI-LL	-,198	,069	5,884	1	,385	,887	,045	7,132
PJA	1,223	,323	2,075	1	,003	1,671	0,402	4,241

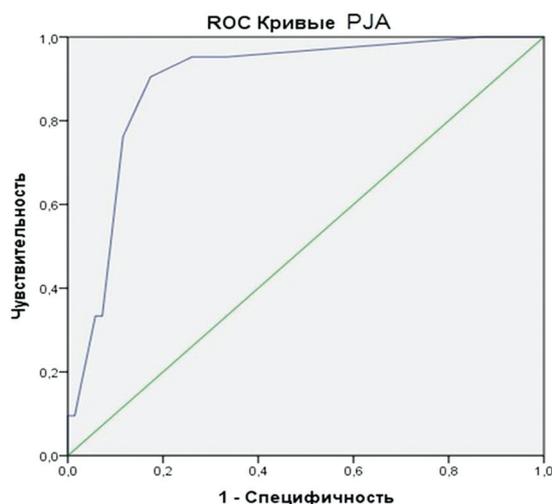


Рис. 1. ROC кривая параметра PJA

Таблица 7

Результаты анализа основных переменных (факторов риска) в развитии ППК при помощи модели пропорциональных рисков Кокса с дополнительной переменной RJA 11°

	Регрессионный анализ Кокса							
	В	Ст. ош.	Вальд	ст. св.	Значимость	Ехр (В)	ДИ 95,0 % для Ехр (В)	
							нижняя	верхняя
Остеопороз	1,162	,488	5,871	1	,062	2,223	1,241	8,453
ИМТ > 25	1,047	,254	3,622	1	,086	1,527	,473	6,724
Корр. LL > 30°	1,323	,413	,085	1	,011	2,331	,621	5,625
PI	,538	,315	2,732	1	,253	1,364	,056	4,133
PI-LL	-,191	,061	5,876	1	,366	,856	,034	7,143
RJA	1,281	,324	2,024	1	,004	1,118	0,413	4,254
RJA 11°	1,411	,129	11,035	1	,022	2,974	1,355	7,633

Таким образом, на основании проведенного многофакторного статистического анализа нами было выявлено статистически значимое влияние величины проксимального переходного угла и значительной степени коррекции поясничного лордоза на риски развития проксимального переходного кифоза. Так, вероятность развития данного осложнения увеличивается в 2,3 раза при восстановлении поясничного лордоза более чем на 30° (p = 0,011). Проксимальный переходный угол с величиной равной и более 11° является также статистически значимым фактором риска развития ППК, увеличивая вероятность его появления в 2,9 раза (p = 0,022). Кроме того, при увеличении показателя RJA на 1° риск развития ППК увеличивается в 1,118 раза или на 11,8 %.

Несмотря на то, что значимость остеопороза как независимого фактора риска развития ППК не была подтверждена статистически, в ходе анализа выявлена определенная тенденция его влияния на изучаемую патологию. При этом изучение взаимного влияния остеопороза и рассматриваемых переменных на развитие ППК показало статистическую значимость в сочетании с показателем RJA (табл. 8).

Таким образом, остеопороз и RJA проявляет статистически значимое взаимное влияние на развитие ППК (p = 0,002), при этом увеличение показателя RJA на 1° на фоне остеопороза увеличивает риск развития ППК в 1,664 раза или на 66,4 %.

Таблица 8

Результаты анализа взаимного влияния переменных на развитие ППК при помощи модели пропорциональных рисков Кокса

	Регрессионный анализ Кокса							
	В	Ст. ош.	Вальд	ст. св.	Значимость	Ехр (В)	ДИ 95,0 % для Ехр (В)	
							нижняя	верхняя
Остеопороз	1,218	,474	3,401	1	,287	2,628	1,431	9,655
RJA	1,151	,329	7,694	1	,029	1,131	0,561	3,932
Остеопороз*RJA	,511	,128	4,309	1	,002	1,664	0,855	3,621

ВЫВОДЫ

1. Наибольшее значение в развитии ППК играет остеопороз (53–33 %; p = 0,032), индекс массы тела более 25 (51–37 %; p = 0,042), а также коррекция поясничного лордоза более чем на 30° (51–34 %; p = 0,038).

2. Вероятность развития ППК увеличивается в 2,3 раза при восстановлении поясничного лордоза более чем на 30°.

3. Проксимальный переходный угол (RJA) с величиной, равной и более 11°, является статистически

значимым фактором риска развития ППК, увеличивая вероятность его появления в 2,9 раза (p = 0,022). Кроме того, при увеличении показателя RJA на 1° риск развития ППК увеличивается в 1,118 раза или на 11,8 %.

4. Сочетание остеопороза и RJA проявляет статистически значимое взаимное влияние на развитие ППК (p = 0,002), при этом увеличение показателя RJA на 1° на фоне остеопороза увеличивает риск развития ППК в 1,664 раза или на 66,4 %.

ЛИТЕРАТУРА

1. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population / F. Schwab, A. Dubey, L. Gamez, A.B. El Fegoun, K. Hwang, M. Pagala, J.P. Farcy // Spine. 2005. Vol. 30, No 9. P. 1082-1085.
2. Epidemiology of degenerative lumbar scoliosis: a community-based cohort study / S. Jimbo, T. Kobayashi, K. Aono, Y. Atsuta, T. Matsuno // Spine. 2012. Vol. 37, No 20. P. 1763-1770. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182575eaa.
3. Осложнения хирургического лечения поясничных стенозов дегенеративной этиологии / А.А. Афаунов, И.В. Басанкин, А.В. Кузьменко, В.К. Шаповалов // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13, № 4. С. 66-72.
4. Способ профилактики смежных позвонков при транспедикулярной фиксации на фоне остеопороза / И.В. Басанкин, К.К. Тахмазян, А.А. Афаунов, Д.А. Пташников, О.Н. Понкина, Н.С. Гаврюшенко, С.Б. Малахов, В.К. Шаповалов // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13, № 3. С. 8-14.
5. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features / T. Amundsen, H. Weber, F. Lilleås, H.J. Nordal, M. Abdelnoor, B. Magnaes // Spine. 1995. Vol. 20, No 10. P. 1178-1186.
6. York P.J., Kim H.J. Degenerative Scoliosis // Curr. Rev. Musculoskelet. Med. 2017. Vol. 10, No 4. P. 547-558. DOI: 10.1007/s12178-017-9445-0.
7. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis / K.J. Cho, Y.T. Kim, S.H. Shin, S.I. Suk // Asian Spine J. 2014. Vol. 8, No 3. P. 371-381. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.371.

8. Park S.B., Chung C.K. Strategies of spinal fusion on osteoporotic spine // J. Korean Neurosurg. Soc. 2011. Vol. 49, No 6. P. 317-322. DOI: 10.3340/jkns.2011.49.6.317.
9. Complications and risk factors of primary adult scoliosis surgery: a multicenter study of 306 patients / S. Charosky, P. Guigui, A. Blamoutier, P. Roussouly, D. Chopin; Study Group on Scoliosis // Spine. 2012. Vol. 37, No 8. P. 693-700. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31822ff5c1.
10. DeWald C.J., Stanley T. Instrumentation-related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality // Spine. 2006. Vol. 31, No 19 Suppl. P. S144-S151. DOI: 10.1097/01.brs.0000236893.65878.39.
11. Prevalence and Risk Factors of Iliac Screw Loosening After Adult Spinal Deformity Surgery / T. Banno, T. Hasegawa, Y. Yamato, S. Kobayashi, D. Togawa, S. Oe, Y. Mihara, Y. Matsuyama // Spine. 2017. Vol. 42, No 17. P. E1024-E1030. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002047.
12. Васильев А.И. Дегенеративный сколиоз: обзор мировой литературы // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13, № 4. С. 56-65.
13. The relationship between bone mineral density and biomechanics in patients with osteoporosis and scoliosis / R.H. Routh, S. Rumancik, R.D. Pathak, A.L. Burshell, E.A. Nauman // Osteoporos Int. 2005. Vol. 16, No 12. P. 1857-1863. DOI: 10.1007/s00198-005-1951-z.
14. Yagi M., King A.B., Boachie-Adjei O. Characterization of osteopenia/osteoporosis in adult scoliosis: does bone density affect surgical outcome? // Spine. 2011. Vol. 36, No 20. P. 1652-1657. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31820110b4.

REFERENCES

1. Schwab F., Dubey A., Gamez L., El Fegoun A.B., Hwang K., Pagala M., Farcy J.P. Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine*, 2005, vol. 30, no. 9, pp. 1082-1085.
2. Jimbo S., Kobayashi T., Aono K., Atsuta Y., Matsuno T. Epidemiology of degenerative lumbar scoliosis: a community-based cohort study. *Spine*, 2012, vol. 37, no. 20, pp. 1763-1770. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182575eaa.
3. Afaunov A.A., Basankin I.V., Kuzmenko A.V., Shapovalov V.K. Oslozhneniia khirurgicheskogo lecheniia poiasnichnykh stenozov degenerativnoi etiologii [Complications of surgical treatment of degenerative lumbar stenoses]. *Khirurgiia Pozvonochnika*, 2016, vol. 13, no. 4, pp. 66-72. (in Russian)
4. Basankin I.V., Takhmazian K.K., Afaunov A.A., Ptashnikov D.A., Ponkina O.N., Gavriushenko N.S., Malakhov S.B., Shapovalov V.K. Sposob profilaktiki smezhnykh pozvonkov pri transpedikuliarnoi fiksatsii na fone osteoporoza [Method of preventing adjacent vertebrae in case of transpedicular fixation through osteoporosis]. *Khirurgiia Pozvonochnika*, 2016, vol. 13, no. 3, pp. 8-14. (in Russian)
5. Amundsen T., Weber H., Lilleås F., Nordal H.J., Abdelnoor M., Magnaes B. Lumbar spinal stenosis. Clinical and radiologic features. *Spine*, 1995, vol. 20, no. 10, pp. 1178-1186.
6. York P.J., Kim H.J. Degenerative Scoliosis. *Curr. Rev. Musculoskelet. Med.*, 2017, vol. 10, no. 4, pp. 547-558. DOI: 10.1007/s12178-017-9445-0.
7. Cho K.J., Kim Y.T., Shin S.H., Suk S.I. Surgical treatment of adult degenerative scoliosis. *Asian Spine J.*, 2014, vol. 8, no. 3, pp. 371-381. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.371.
8. Park S.B., Chung C.K. Strategies of spinal fusion on osteoporotic spine. *J. Korean Neurosurg. Soc.*, 2011, vol. 49, no. 6, pp. 317-322. DOI: 10.3340/jkns.2011.49.6.317.
9. Charosky S., Guigui P., Blamoutier A., Roussouly P., Chopin D.; Study Group on Scoliosis. Complications and risk factors of primary adult scoliosis surgery: a multicenter study of 306 patients. *Spine*, 2012, vol. 37, no. 8, pp. 693-700. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31822ff5c1.
10. DeWald C.J., Stanley T. Instrumentation-related complications of multilevel fusions for adult spinal deformity patients over age 65: surgical considerations and treatment options in patients with poor bone quality. *Spine*, 2006, vol. 31, no. 19 Suppl., pp. S144-S151. DOI: 10.1097/01.brs.0000236893.65878.39.
11. Banno T., Hasegawa T., Yamato Y., Kobayashi S., Togawa D., Oe S., Mihara Y., Matsuyama Y. Prevalence and Risk Factors of Iliac Screw Loosening After Adult Spinal Deformity Surgery. *Spine*, 2017, vol. 42, no. 17, pp. E1024-E1030. DOI: 10.1097/BRS.0000000000002047.
12. Vasilev A.I. Degenерativnyi skolioz: obzor mirovoi literatury [Degenerative scoliosis: review of the world literature]. *Khirurgiia Pozvonochnika*, 2016, vol. 13, no. 4, pp. 56-65. (in Russian)
13. Routh R.H., Rumancik S., Pathak R.D., Burshell A.L., Nauman E.A. The relationship between bone mineral density and biomechanics in patients with osteoporosis and scoliosis. *Osteoporos Int.*, 2005, vol. 16, no. 12, pp. 1857-1863. DOI: 10.1007/s00198-005-1951-z.
14. Yagi M., King A.B., Boachie-Adjei O. Characterization of osteopenia/osteoporosis in adult scoliosis: does bone density affect surgical outcome? *Spine*, 2011, vol. 36, no. 20, pp. 1652-1657. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31820110b4.

Рукопись поступила 26.09.2018

Сведения об авторах:

1. Басанкин Игорь Вадимович, к. м. н.,
ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 имени профессора С.В. Очаповского»
МЗ Краснодарского края, г. Краснодар, Россия,
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия,
Email: basankin@rambler.ru
2. Порханов Владимир Алексеевич, д.м.н., профессор, академик РАН,
ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 имени профессора С.В. Очаповского»
МЗ Краснодарского края, г. Краснодар, Россия
3. Пташников Дмитрий Александрович, д. м. н., профессор,
ФГБУ «РНИИТО им. Р.Р. Вредена» Минздрава России,
г. Санкт-Петербург, Россия,
Email: drptashnikov@yandex.ru
4. Тахмазян Карапет Карапетович,
ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 имени профессора С.В. Очаповского»
МЗ Краснодарского края, г. Краснодар, Россия
5. Афаунов Аскер Алиевич, д. м. н., профессор,
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия,
Email: afaunovkr@mail.ru
6. Томина Марина Игоревна,
ФГБОУ ВО КубГМУ Минздрава России, г. Краснодар, Россия
7. Малахов Сергей Борисович,
ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 имени профессора С.В. Очаповского»
МЗ Краснодарского края, г. Краснодар, Россия
8. Шаповалов Владимир Константинович,
ГБУЗ «НИИ-ККБ № 1 имени профессора С.В. Очаповского»
МЗ Краснодарского края, г. Краснодар, Россия

Information about the authors:

1. Igor V. Basankin, M.D., Ph.D.,
Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital
№ 1, Krasnodar, Russian Federation,
Russia Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation,
Email: basankin@rambler.ru
2. Vladimir A. Prokhanov, M.D., Ph.D., Professor, Academician of the
Russian Academy of Sciences,
Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital
№ 1, Krasnodar, Russian Federation
3. Dmitrii A. Ptashnikov, M.D., Ph.D., Professor,
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics,
Saint Petersburg, Russian Federation,
Email: drptashnikov@yandex.ru
4. Karapet K. Takhmazian, M.D.,
Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital
№ 1, Krasnodar, Russian Federation
5. Asker A. Afaunov, M.D., Ph.D., Professor,
Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital
№ 1, Krasnodar, Russian Federation,
Russia Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation,
Email: afaunovkr@mail.ru
6. Marina I. Tomina, M.D.,
Russia Kuban State Medical University, Krasnodar, Russian Federation
7. Sergei B. Malakhov, M.D.,
Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital
№ 1, Krasnodar, Russian Federation
8. Vladimir K. Shapovalov, M.D.,
Scientific Research Institute – Ochapovsky Regional Clinic Hospital
№ 1, Krasnodar, Russian Federation