



ЗНАЧИМОСТЬ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ РИСКА В ФОРМИРОВАНИИ ПРОКСИМАЛЬНОГО ПЕРЕХОДНОГО КИФОЗА И НЕСТАБИЛЬНОСТИ МЕТАЛЛОКОНСТРУКЦИИ ПРИ ОПЕРАТИВНОМ ЛЕЧЕНИИ ВЗРОСЛЫХ С ДЕФОРМАЦИЯМИ ПОЗВОНОЧНИКА

И.В. Басанкин¹, Д.А. Пташников², С.В. Масевнин², А.А. Афаунов³, А.А. Гюльзатян¹, К.К. Тахмазян¹

¹НИИ — Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Краснодар, Россия

²Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия

³Кубанский государственный медицинский университет, Краснодар, Россия

Цель исследования. Анализ значимости влияния различных факторов риска на формирование проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции.

Материал и методы. Проанализированы результаты хирургического лечения 382 пациентов со сколиотическими деформациями поясничного отдела позвоночника типов I и IIIb по Aebi. Пациенты были оперированы из заднего доступа с применением TLIF-PLIF-техники, с использованием протяженных ригидных транспедикулярных систем. Анализ подверглись потенциальные факторы риска, оказывающие влияние на развитие проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции.

Результаты. Выявлено, что достоверно влияют на развитие проксимального переходного кифоза лишь 3 фактора риска: коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,036$) повышает вероятность его развития в 1,5 раза; остеопороз ($p = 0,001$) — в 2,5 раза, проксимальный переходный угол $\geq 10^\circ$ ($p = 0,001$) — в 3,5 раза. Статистически значимое влияние на частоту развития нестабильности металлоконструкции показали 3 фактора: коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,034$) повышает вероятность его возникновения в 1,7 раза, остеопороз ($p = 0,018$) — в 1,8 раза, отклонение сагиттальной вертикальной оси более 50 мм ($p = 0,001$) — в 3,3 раза.

Заключение. Наиболее значимыми факторами риска возникновения проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции являются остеопороз, коррекция поясничного лордоза более 30°, проксимальный переходный угол $\geq 10^\circ$ и смещение сагиттальной вертикальной оси кпереди более 50 мм. Учет этих факторов в предоперационном периоде и на этапе хирургического вмешательства может обеспечить уменьшение вероятности возникновения проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции.

Ключевые слова: дегенеративный сколиоз, проксимальный переходный кифоз, нестабильность металлоконструкции, факторы риска, остеопороз, коррекция деформации.

Для цитирования: Басанкин И.В., Пташников Д.А., Масевнин С.В., Афаунов А.А., Гюльзатян А.А., Тахмазян К.К. Значимость различных факторов риска в формировании проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции при оперативном лечении взрослых с деформациями позвоночника // Хирургия позвоночника. 2021. Т. 18. № 1. С. 14–23.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.1.14-23>.

SIGNIFICANCE OF VARIOUS RISK FACTORS FOR PROXIMAL JUNCTIONAL KYPHOSIS AND INSTABILITY OF INSTRUMENTATION IN SURGICAL TREATMENT FOR ADULT SPINAL DEFORMITIES

I.V. Basankin¹, D.A. Ptashnikov², S.V. Masevnnin², A.A. Afaunov³, A.A. Giulzatyan¹, K.K. Takhmazyan¹

¹Research Institute — Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, Krasnodar, Russia

²Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. R.R. Vreden, St. Petersburg, Russia

³Kuban State Medical University, Krasnodar, Russia

Objective. To analyze the significance of the influence of various risk factors on the development of proximal junctional kyphosis (PJK) and instability of instrumentation.

Material and Methods. The results of surgical treatment of 382 patients with scoliotic deformities of the lumbar spine of type I and IIIb according to Aebi were analyzed. Patients were operated on through the posterior approach using the TLIF-PLIF technique with extended rigid transpedicular instrumentation. Potential risk factors influencing the development of proximal junctional kyphosis and instability of instrumentation were analyzed.

Results. It was found that only three risk factors significantly affect the development of PJK: correction of lumbar lordosis more than 30° ($p = 0.036$) increases the likelihood of its development by 1.5 times, osteoporosis ($p = 0.001$) — by 2.5 times, and proximal junctional

angle $\geq 10^\circ$ ($p = 0.001$) – by 3.5 times. Three factors showed a statistically significant effect on the incidence of instrumentation instability: correction of lumbar lordosis more than 30° ($p = 0.034$) increases the likelihood of its occurrence by 1.7 times, osteoporosis ($p = 0.018$) – by 1.8 times, and deviation of the sagittal vertical axis by more than 50 mm ($p = 0.001$) – by 3.3 times.

Conclusion. The most significant risk factors for the occurrence of PJK and instability of instrumentation are osteoporosis, correction of lumbar lordosis more than 30° , an increase in the proximal junctional angle $\geq 10^\circ$, and an anterior deviation of sagittal vertical axis more than 50 mm. Consideration of these factors in the preoperative period, as well as during surgery, can decrease likelihood of the occurrence of PJK and instability of instrumentation.

Key Words: degenerative scoliosis, proximal junctional kyphosis, instability of instrumentation, risk factors, osteoporosis, deformity correction.

Please cite this paper as: Basankin IV, Ptashnikov DA, Masevkin SV, Afaunov AA, Giulzatyan AA, Takhmazyan KK. Significance of various risk factors for proximal junctional kyphosis and instability of instrumentation in surgical treatment for adult spinal deformities. *Hir. Pozvonoc.* 2021;18(1):14–23. In Russian. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2021.1.14-23>.

Деформация позвоночника у взрослых охватывает широкий спектр патологий, она включает в себя как стабильные бессимптомные, так и прогрессирующие и/или инвалидизирующие деформации [1].

Дегенеративный сколиоз встречается у 65 % взрослого населения старше 59 лет [2]. Современная хирургия дегенеративного сколиоза поясничного отдела позвоночника в значительной степени основывается на декомпрессии, стабилизации позвоночно-двигательного сегмента и полноценной коррекции деформации [3]. Оперативное лечение больных изучаемой категории является технически сложной задачей и сопровождается высоким процентом неудовлетворительных результатов с общим количеством осложнений 24,0–61,7 % [4, 5]. В структуре данных осложнений наиболее высок вес проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции [6–8]. Частота возникновения проксимального переходного кифоза после оперативного лечения деформаций позвоночника варьирует от 17 до 39 % в зависимости от продолжительности наблюдения [9].

В настоящее время понятие нестабильности металлоконструкции включает переломы ее фиксирующих элементов, миграцию и появление зон рассасывания костной ткани (гало-эффект) вокруг имплантируемых винтов [10].

Частота переломов транспедикулярных винтов находится в пределах от 2,6 до 36,0 % [11], частота развития нестабильности металлоконструкции, возникающей вследствие резорбции

костной ткани вокруг транспедикулярных винтов, – в пределах от 0,6 до 27,0 % [11–14].

В настоящее время недостаточно изучены механизмы развития проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции, а также не определены значимые факторы риска развития данных осложнений.

Цель исследования – анализ значимости влияния различных факторов риска на формирование проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции.

Материал и методы

Проанализировали результаты хирургического лечения 382 пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника в 2009–2015 гг. Средний возраст пациентов – $57,2 \pm 4,8$ года (от 48 до 70 лет). Женщин среди исследуемых было 288 (75,4 %), мужчин – 94 (24,6 %).

Критерии включения пациентов в исследование:

1) сколиотические деформации поясничного отдела позвоночника I и IIIb типа по классификации Aebi (2005);

2) возраст до 70 лет;

3) наличие данных инструментальной диагностики (КТ, МРТ, рентгеновской денситометрии).

Критерии исключения:

1) системная красная волчанка, системная склеродермия, воспалительные миопатии и ревматоидный артрит;

2) онкологическая и инфекционная патологии позвоночника;

3) факты оперативного вмешательства на поясничном отделе позвоночника;

4) тяжелая сопутствующая соматическая патология;

5) отсутствие минимального периода наблюдения в 3 года.

Всех пациентов оперировали из заднего доступа с применением TLIF-PLIF-техники с использованием ригидных транспедикулярных систем, протяженность фиксации – от 4 до 8 позвоночно-двигательных сегментов. В ходе операции выполняли декомпрессию, стабилизацию и коррекцию деформации с применением при необходимости остеотомий по Schwab 1, 2. Дистальные и проксимальные уровни фиксации соответствовали сегментам L₅–S₁ и Th₁₀–L₁. Выбор проксимальной точки фиксации определяли индивидуально, с учетом стабильности и нейтрального положения позвонков относительно фронтальной деформации.

В ходе исследования анализировали часто упоминаемые факторы риска, на фоне которых, по данным литературы, развиваются проксимальный переходный кифоз и нестабильность металлоконструкции. Все они были сгруппированы по общему принципу в 3 группы:

1) факторы, связанные с пациентом: пол, возраст, индекс массы тела (ИМТ), курение, остеопороз;

2) операционные факторы: величина коррекции поясничного лордоза, тип остеотомии, включение в зону фиксации крестца, уровень проксимальной точки фиксации;

3) рентгенологические факторы: поясничный лордоз – далее LL (lumbar lordosis), тазовый угол – PI (pelvic incidence), разница между тазовым углом и поясничным лордозом – (PI-LL), сагиттальная вертикальная ось – SVA (sagittal vertical axis), проксимальный переходный угол – PJA (proximal junction angle), грудной кифоз – ТК (thoracic kyphosis).

Расчеты параметров сагиттального баланса выполняли после оценки данных, полученных на основе рентгенограмм, при помощи программы Surgimap (version 2.2.9.9.9). Статистическую обработку полученных в ходе исследования данных проводили с использованием непараметрических методов статистического анализа, регрессии Кокса и ROC-анализа на персональном компьютере с пакетом прикладных программ Microsoft Excel 2010.

Различия между величинами и корреляционные связи рассматривали как статистически значимые при значениях $p < 0,05$.

Контрольное рентгенологическое обследование проводили через 3, 6, 12, 24 и 36 мес. При обнаружении рентгенологических признаков, указывающих на проблему, пациентам назначали углубленное обследование методом КТ, а при выявлении проксимального переходного кифоза – КТ и МРТ.

Результаты

Из 382 оперированных пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника на протя-

жении трехлетнего периода наблюдения проксимальный переходный кифоз выявлен у 132 (34,6 %), нестабильность металлоконструкции – у 74 (19,3 %), изучаемые осложнения отсутствовали – у 176 (46,1 %).

Группы пациентов с диагностированными осложнениями в виде проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции изучали отдельно путем сравнения каждой из них с группой пациентов без развития рассматриваемых осложнений. Для этого провели статистический анализ влияния изучаемых факторов риска на возникновение рассматриваемых осложнений.

Проксимальный переходный кифоз. Как правило, был диагностирован в сроки 5–22 мес. от момента первичного оперативного вмешательства и обусловлен различными механизмами. В ходе исследования были изучены и определены причины и сроки возникновения проксимального переходного кифоза, а также величины проксимального переходного угла в момент диагностики осложнения. Их результаты представлены в табл. 1.

Наиболее грозной и ранней по срокам возникновения причиной проксимального переходного кифоза является комбинация переломов позвонка проксимальной точки фиксации и смежного вышележащего позвонка (в среднем $8,2 \pm 3,2$ мес.). У этих же пациентов отмечалась и наибольшая величина проксимального переходного угла (в среднем $42,6^\circ \pm 9,3^\circ$), и наиболее выраженная клиническая картина (рис. 1).

Изолированные повреждения смежного вышележащего позвонка и позвонка проксимальной точки фиксации диагностировали в среднем примерно на 2 мес. позже в связи с менее яркой клинической картиной. Наиболее отсроченной и редкой причиной развития проксимального переходного кифоза являлась дегенерация межпозвонкового диска, которая была диагностирована в среднем через $16,2 \pm 5,7$ мес. после корригирующей операции. При этом средний показатель проксимального переходного угла у этих пациентов составлял $14,4^\circ \pm 3,2^\circ$, а клиническая картина была наименее выраженной. Таким образом, анализ причин возникновения проксимального переходного кифоза показал, что развитие данного осложнения в 90,9 % случаев возникает по причине переломов смежных позвонков в проксимальной зоне фиксации.

Для оценки корреляции частоты развития проксимального переходного кифоза в зависимости от позвонка проксимального уровня фиксации пациентов разделили на следующие группы: уровень Th₁₀ – 123 пациента, Th₁₁ – 96, Th₁₂ – 110, L₁ – 53. По результатам проведенного анализа статистически значимых различий в частоте развития проксимального переходного кифоза между группами с различной проксимальной точкой фиксации выявлено не было.

В дальнейшем исследованию подвергли обозначенные в «Материале и методах» 15 факторов риска для определения их статистически

Таблица 1

Механизмы развития и сроки возникновения проксимального переходного кифоза

Механизм	Частота, n (%)	Среднее время развития, мес.	Средний показатель проксимального переходного угла, град.
Дегенерация межпозвонкового диска	12 (9,1)	$16,2 \pm 5,7$	$14,4 \pm 3,2$
Перелом СВП	67 (50,8)	$11,2 \pm 3,8$	$34,2 \pm 6,2$
Перелом ППТФ	39 (29,5)	$10,3 \pm 4,1$	$32,1 \pm 7,1$
Перелом ППТФ + СВП	14 (10,6)	$8,2 \pm 3,2$	$42,6 \pm 9,3$
Всего	132 (100,0)	—	—

СВП – смежный вышележащий позвонки; ППТФ – позвонки проксимальной точки фиксации.



Рис.1

Телерентгенограмма позвоночника пациентки А., 64 лет, в прямой и боковой проекциях: 4 мес. после операции; РЖК, перелом Th₁₀ позвонка

значимого влияния на вероятность развития проксимального переходного кифоза. Определение значимости каждого из изучаемых факторов риска проводили с использованием критерия Пирсона (хи-квадрат).

Статистическую значимость в развитии проксимального переходного кифоза показали следующие факторы риска: остеопороз (53–33 %; $p = 0,032$) и ИМТ > 25 (51–37 %; $p = 0,042$); среди операционных факторов – коррекция поясничного лордоза более чем на 30° (58–30 %; $p = 0,008$), а из рентгенологических – PI ($p = 0,012$) и PJA ($p = 0,001$).

Следующим этапом статистически значимые факторы риска развития проксимального переходного кифо-

за использовали в качестве независимых переменных в регрессии Кокса. Несмотря на свою статистическую значимость в развитии проксимального переходного кифоза, 2 из 5 изучаемых факторов риска (PI и ИМТ > 25) не показали достоверного влияния на его возникновение ($p = 0,065$; $p = 0,326$). Таким образом, выявлено, что достоверно влияют на развитие проксимального переходного кифоза лишь 3 фактора риска: остеопороз ($p = 0,001$), PJA ($p = 0,001$) и коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,036$). Интерпретация проведенного анализа Кокса показала, что вероятность развития проксимального переходного кифоза возрастает в 2,5 раза при наличии остеопороза

(Exp (B) = 2,532; $p = 0,001$), в 1,5 раза – при коррекции поясничного лордоза более чем на 30° (Exp (B) = 1,475; $p = 0,036$).

С учетом выявленного статистически значимого влияния показателя PJA, достоверно повышающего вероятность развития проксимального переходного кифоза, потребовался дополнительный анализ с целью определения пороговой значимости PJA.

Определение порогового значения PJA провели с помощью ROC-анализа. В ходе математических расчетов выявили, что при чувствительности 76,5 % и специфичности 71,0 % пороговое значение PJA составило $9,5^\circ$. Данный порог отсечения означает, что у 76,5 % пациентов с величиной PJA более $9,5^\circ$ развивается проксимальный переходный кифоз.

Полученные данные позволили вывести переменную PJA – 10° , которая в дальнейшем изучалась в регрессионном анализе Кокса. По результатам анализа выявлено, что величина PJA $\geq 10^\circ$ увеличивает вероятность развития проксимального переходного кифоза в 3,5 раза (Exp (B) = 3,487; $p = 0,001$). Более того, при показателе PJA $\geq 10^\circ$ риск развития проксимального переходного кифоза на каждый последующий 1° увеличивается в 1,258 раза или на 25,8 % (Exp (B) = 1,258; $p = 0,001$).

Нестабильность металлоконструкции. В группу пациентов с нестабильностью металлоконструкции вошли 74 пациента, без нее – 176. При этом необходимо отметить, что диагноз «нестабильность металлоконструкции» устанавливался в случаях обязательного наличия и рентгенологических, и клинических проявлений нестабильности.

Нестабильность металлоконструкции выявляли несколько раньше, чем проксимальный переходный кифоз, в среднем в сроки 2–8 мес. от момента операции. Обусловлена нестабильность двумя основными причинами: механической несостоятельностью элементов металлоконструкции и остеолитом (рис. 2).



Рис. 2

КТ поясничного отдела позвоночника пациента М., 56 лет, через 11 мес. после операции: нестабильность транспедикулярных винтов S₁ (гало-эффект)

Манифестация клинических проявлений практически совпадала по срокам с рентгенологическим выявлением нестабильности в случаях переломов элементов металлоконструкции и имела запоздалое проявление в случаях остеолита. Данные о типе нестабильности и сроках ее развития представлены в табл. 2.

Изучение значимости влияния обозначенных в «Материале и методах» факторов риска на развитие нестабильности металлоконструкции проводили с использованием критерия Пирсона (хи-квадрат), что позволило определить потенциальные факторы риска.

По результатам проведенного анализа выявили более высокую частоту развития нестабильности металлоконструкции у пациентов с остеопорозом (40–20 %; $p = 0,015$), после коррекции поясничного лордоза более 30° (46–17 %; $p = 0,004$), с послеоперационными показателями разницы тазового угла и поясничного лордоза (PI-LL; $p = 0,042$) и величиной отклонения сагиттальной вертикальной оси (SVA; $p = 0,002$). Остальные изучаемые факторы риска не показали своей статистической значимости в развитии нестабильности металлоконструкции.

Следующим этапом статистически значимые факторы риска были включены в регрессионный анализ Кокса, в котором определяли их взаимную корреляцию, независимую значимость переменных и степень их влияния на вероятность возникновения нестабильности металлоконструкции.

По результатам проведенного анализа выявили, что все переменные слабо коррелированы между собой и в последующем были использованы в качестве независимых переменных в регрессии. Свое достоверное статистически значимое влияние на частоту развития нестабильности металлоконструкции показали 3 фактора: остеопороз ($p = 0,018$), коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,034$) и величина отклонения SVA ($p = 0,001$).

Интерпретация результатов регрессионного анализа Кокса показала, что вероятность развития нестабильности металлоконструкции возрастает в 1,8 раза при наличии остеопороза ($\text{Exp (B)} = 1,812$; $p = 0,018$) и в 1,7 раза после коррекции поясничного лордоза более 30° ($\text{Exp (B)} = 1,722$; $p = 0,034$).

Так как отклонение SVA кпереди от теоретических границ показало статистическую значимость, достоверно влияющую на вероятность развития нестабильности металлоконструкции, возникла необходимость определения пороговой значимости данного показателя. Для этого был проведен ROC-анализ, в результате которого выявлено, что пороговое значение показателя SVA при чувствительности 75,7 % и специфичности 75,0 % составило 50 мм. Таким образом, интерпретация полученных данных говорит о том, что у 75,7 % пациентов с величиной SVA более 50 мм развивается нестабильность металлоконструкции.

Изучение полученной переменной SVA (50 мм) в регрессионном анализе Кокса показало, что риск возникновения нестабильности металлоконструкции при данном показателе возрастает в 3,3 раза ($\text{Exp (B)} = 3,292$; $p = 0,001$). Более того, каждый последующий 1 мм отклонения SVA кпереди увеличивает данную вероятность в 1,088 раза или на 8,8 % ($\text{Exp (B)} = 1,088$; $p = 0,001$). При увеличении показателя SVA на 1 см риск развития нестабильности металлоконструкции увеличивается в 2,3 раза ($1,088^{10} = 2,324$).

Обсуждение

Если принимать во внимание высокую вероятность возникновения проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции после хирургического лечения пациентов с дегенеративным сколиозом поясничного отдела позвоночника, то основной задачей специалистов должна стать работа, направленная на снижение количества

Таблица 2

Тип нестабильности металлоконструкции и средние сроки ее развития

Тип нестабильности	Нестабильность, n (%)	Средние сроки рентгенологических проявлений, мес.	Средние сроки клинических проявлений, мес.	p
Остеолиз	56 (75,7)	4,1 ± 2,1	5,3 ± 2,1	0,031
Миграция	6 (8,1)	4,3 ± 1,8	4,4 ± 1,6	0,633
Перелом	12 (16,2)	6,4 ± 2,6	6,8 ± 2,6	0,213

случаев возникновения рассматриваемых осложнений. Для этого, наряду с тщательным отбором пациентов, необходимо учитывать и факторы риска, приводящие к возникновению осложнений. Их учет может существенно улучшить результаты хирургического лечения.

На сегодняшний день в литературе упоминается достаточно большое количество всевозможных факторов риска, приводящих к развитию проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции. Из демографических факторов, способных повлиять на развитие проксимального переходного кифоза, чаще всего обсуждаются пол, возраст, ИМТ пациента, наличие остеопороза или остеопении, курение. Многочисленные работы показывают, что возраст пациентов, у которых в последующем развился проксимальный переходной кифоз, был больше, чем у пациентов без данного осложнения [15–18], а Bridwell et al. [2] отмечают, что в группе пациентов с проксимальным переходным кифозом средний возраст на 10 лет больше, чем в группе без проксимального переходного кифоза. С другой стороны, есть множество работ, где авторы показывают, что возраст не является фактором риска для возникновения проксимального переходного кифоза [19–22]. В нашем исследовании статистически достоверной связи между возрастом пациента и проксимальным переходным углом не обнаружено. По данным систематического метаанализа Zhao et al. [23], у женщин чаще развивается проксимальный переходный кифоз после протяженной фиксации, чем у мужчин. К такому же выводу приходят Bridwell et al. [2], Ha et al. [24] и Lafage et al. [25]. Скорее всего, это обусловлено наличием остеопороза, который чаще встречается у пожилых женщин, тем самым увеличивая риск развития проксимального переходного кифоза. В нашем исследовании пол пациента не имел статистически достоверного влияния на развитие проксимального переходного кифоза. Такие же результаты получены

при оценке влияния курения на развитие проксимального переходного кифоза, что подтверждается в других научных работах [2, 19, 22].

По данным ряда авторов [9, 26, 27], остеопороз является существенным фактором риска развития проксимального переходного кифоза у пациентов с деформациями позвоночника. В проведенной нами работе частота проксимального переходного кифоза увеличивалась в 2,5 раза при наличии остеопороза. Следует отметить, что немаловажную роль в развитии проксимального переходного кифоза играет ИМТ, однако литературные данные неоднозначны, а порой и противоречат друг другу. Wang et al. [9] отмечают, что ИМТ больше у пациентов с развитием проксимального переходного кифоза, такие же результаты получили Yagi et al. [27]. Однако встречается информация, что ИМТ меньше в группе пациентов с проксимальным переходным кифозом, а также, что ИМТ не является статистически значимым фактором развития проксимального переходного кифоза [15, 20, 28].

Из рентгенологических факторов, способных повлиять на развитие проксимального переходного кифоза, чаще всего обсуждаются LL, PI, PI-LL, SVA, PJA, ТК. По данным метаанализа Zhao et al. [23], предоперационная сагиттальная вертикальная ось, PT и PI-LL больше у пациентов, у которых развился проксимальный переходной кифоз, в то время как поясничный лордоз и наклон крестца меньше. Чаще всего отмечается, что отклонение предоперационного SVA более 50 мм является фактором риска возникновения проксимального переходного кифоза. Однако есть множество работ, которые указывают, что отклонение SVA не фактор риска его развития [29]. Является ли величина грудного кифоза фактором риска возникновения проксимального переходного кифоза – в настоящее время это предмет дискуссии. В проведенном нами исследовании грудной кифоз не является статистически значимым фактором риска развития

проксимального переходного кифоза. Значения ТК в группах с проксимальным переходным кифозом и без него до операции составили $34,2 \pm 8,1$ и $31,8 \pm 7,9$ ($p = 0,097$). После оперативного лечения данный показатель имел следующие значения: в группе с проксимальным переходным кифозом – $38,4 \pm 8,6$, в группе без проксимального переходного кифоза – $33,1 \pm 7,1$ ($p = 0,178$). С другой стороны, Buell et al. [20] отмечают, что величина грудного кифоза в группе пациентов с проксимальным переходным кифозом была на 14° больше, чем в группе без проксимального переходного кифоза. В исследовании Mauro et al. [30] также отмечается, что величина ТК достоверно больше в группе пациентов с проксимальным переходным кифозом. Только в работе Ghandi et al. [31] сообщается о том, что ТК статистически достоверно меньше у пациентов с проксимальным переходным кифозом (в группе с проксимальным переходным кифозом грудной кифоз – $31,64^\circ \pm 8,63^\circ$; в группе без проксимального переходного кифоза грудной кифоз – $40,37^\circ \pm 14,08^\circ$; $p = 0,031$).

Из операционных факторов, способных провоцировать развитие проксимального переходного кифоза, следует обратить внимание на величину коррекции поясничного лордоза, тип остеотомии, включение в зону фиксации крестца и уровень проксимальной точки фиксации.

Величина коррекции поясничного лордоза является значимым фактором риска развития проксимального переходного кифоза. Mauro et al. [30] отмечают, что коррекция поясничного лордоза более чем на 30° является независимым фактором риска для послеоперационного проксимального переходного кифоза. Kim et al. [28] отмечают, что гиперкоррекция поясничного лордоза и сагиттальной вертикальной оси (более 80 мм) значительно увеличивает риск ревизионных операций по поводу проксимального переходного кифоза.

По данным многочисленных исследований, тип остеотомии никак не влия-

яет на развитие проксимального переходного кифоза, такие же данные были получены Zhao et al. [21]. Большинство авторов отмечают увеличение риска развития проксимального переходного кифоза при включении в зону фиксации крестца. По данным Bridwell et al. [2], в группе пациентов с включением в зону фиксации крестца частота проксимального переходного кифоза была выше. Результаты метаанализа, включающего 14 исследований, также показали, что фиксация крестца является фактором риска развития проксимального переходного кифоза [32]. По данным Park et al. [33], частота возникновения проксимального переходного кифоза значительно выше у пациентов с уровнем проксимальной точки фиксации в пределах Th₁₁–L₁. По данным Bridwell et al. [2], уровень проксимальной точки фиксации ниже Th₈ позвонка может существенно увеличить частоту развития проксимального переходного кифоза. Однако следует отметить работу O'Shaughnessy et al. [34], в которой показано резкое увеличение частоты послеоперационных осложнений при уровне проксимальной фиксации выше Th₁₀. Авторы справедливо отмечают нецелесообразность продления протяженности фиксации на верхнегрудной уровень только в целях предотвращения возникновения проксимального переходного кифоза. В нашей работе различий в частоте развития проксимального переходного кифоза между группами с различной проксимальной точкой фиксации выявлено не было.

К факторам риска развития нестабильности металлоконструкции, связанным с пациентом, большинство экспертов относят снижение минеральной плотности костной ткани и повышение ИМТ [35–37]. Из хирургических факторов риска развития нестабильности металлоконструкции наиболее значимым является протяженность инструментальной фиксации. Неоднократно подтверждается более высокая частота развития нестабильности металлоконструкции при многоуровневой фиксации по сравнению со стабилизацией одно-

го позвоночно-двигательного сегмента [35, 38]. Основными рентгенологическими факторами риска развития нестабильности металлоконструкции являются нарушения позвоночно-тазовых соотношений [28].

Проведенный нами многофакторный анализ показал, что из 16 основных рассматриваемых факторов риска статистическую значимость в развитии проксимального переходного кифоза имеют только 5, а достоверно влияют на его возникновение лишь 3: остеопороз ($p = 0,001$), коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,036$) и послеоперационный PJA $\geq 10^\circ$ ($p = 0,001$). При этом наличие остеопороза повышает вероятность развития проксимального переходного кифоза в 2,5 раза, восстановление поясничного лордоза более 30° – в 1,5 раза, а увеличение PJA $\geq 10^\circ$ – в 3,5 раза.

На развитие нестабильности металлоконструкции в ее биомеханическом аспекте статистически значимое влияние оказывали 4 фактора риска, а достоверно обуславливали ее развитие 3 фактора: остеопороз ($p = 0,018$), коррекция поясничного лордоза более 30° ($p = 0,034$) и отклонение SVA кпереди более 50 мм ($p = 0,001$). При этом наличие остеопороза повышает вероятность развития проксимального переходного кифоза в 1,8 раза, восстановление поясничного лордоза более чем на 30° – в 1,7 раза, а смещение SVA кпереди более чем на 50 мм – в 3,3 раза.

С учетом выявленных данных перед операцией большое внимание необходимо уделять состоянию минеральной плотности костной ткани. При наличии остеопороза, в предоперационном периоде требуется его корректировка и использование костного цемента для укрепления имплантируемых винтов. Проведенные исследования указывают, что данный метод не только повышает выживаемость металлоконструкции, но и предохраняет от возникновения переломов в проксимальной зоне фиксации, которая и обуславливает развитие проксимального переходного кифоза [39, 40].

Величина интраоперационной коррекции поясничного лордоза имеет не менее важное значение для развития осложнений. Дело в том, что полное восстановление сагиттального баланса с максимальной коррекцией лордоза, особенно в случаях с его выраженной потерей, приводит к значительному возрастанию поперечных сил натяжения, следствием чего может стать не только дестабилизация фиксирующей системы, но и возрастание нагрузок на проксимальную зону фиксации. Особенно это выражено в случаях ригидности грудного отдела позвоночника. Соответственно с этим, как показало проведенное исследование, коррекция поясничного лордоза свыше 30° , вне зависимости от его исходных показателей, существенно повышает риски развития как проксимального переходного кифоза, так и нестабильности металлоконструкции. При отсутствии выраженного сагиттального дисбаланса коррекция лордоза до 30° позволяет в большинстве случаев провести полное восстановление сагиттального профиля пациента. В случаях грубого дисбаланса с полной потерей лордоза или формированием кифоза в поясничном отделе частичной коррекции, как правило, недостаточно для восстановления всех позвоночно-тазовых параметров. Однако в данном случае, на наш взгляд, стоит пренебречь математически сформированной моделью с одной лишь целью – снизить риск возникновения тяжелых ортопедических осложнений, таких как проксимальный переходный кифоз и нестабильность металлоконструкции.

Риск возникновения проксимального переходного кифоза значительно возрастает и при увеличении PJA $\geq 10^\circ$ после операции, следовательно, этот параметр чрезвычайно важно контролировать, в первую очередь, интраоперационно. Необходимо использовать хирургические методы, позволяющие провести коррекцию возникших изменений и, соответственно, улучшить отдаленные результаты лечения.

Среди наиболее важных биомеханических факторов риска развития нестабильности металлоконструкции является отклонение SVA более чем на 50 мм. Кроме того, проведенные расчеты показали, что каждый последующий 1 см отклонения SVA кпереди повышает риск развития данного осложнения на 23,2 %. Таким образом, задачей хирурга для уменьшения рисков развития нестабильности металлоконструкции является максимальное уменьшение отклонения туловища кпереди. Это сложно, поскольку в данной ситуации приходится искать компромисс между глубиной коррекции поясничного лордоза и степенью восстановления SVA. Как известно, оба указанных параметра имеют прямую корреляционную зависимость, именно степень коррекции лордоза определяет величину восстановления SVA. Выстроить приоритеты степени хирургической коррекции в данной ситуации достаточно сложно, но совокупность факторов, на наш взгляд, в большей степени указывает на необходимость частич-

ной коррекции лордоза (до 30°), поскольку именно этот параметр в большей степени определяет качество жизни пациента после операции и предвосхищает развитие рассматриваемых осложнений. В связи с этим наше представление о степени восстановления SVA базируется на принципах максимально допустимой коррекции поясничного лордоза с целью наилучшего восстановления SVA и уменьшения отрицательного воздействия сагиттального дисбаланса на стабильность металлоконструкции.

Заключение

Проведенное ретроспективное исследование показало, что наиболее значимыми факторами риска возникновения проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции после корригирующих операций у пациентов с дегенеративным сколиозом являются наличие остеопороза, интраоперационная коррекция поясничного лордоза более чем на 30°, увеличение PJA более 10°

и смещение сагиттальной вертикальной оси кпереди более чем на 50 мм. Учет этих факторов в предоперационном периоде и на этапе хирургического вмешательства может обеспечить уменьшение вероятности возникновения проксимального переходного кифоза и нестабильности металлоконструкции. Требуется рандомизированное проспективное мультицентровое исследование для оценки клинической значимости выявленных факторов риска и определения методов профилактики возникновения рассматриваемых осложнений после хирургического лечения пациентов с деформациями поясничного отдела позвоночника.

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

Литература/References

- Glassman SD, Bridwell KH, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine* 2005;30:2024–2029. DOI: 10.1097/01.brs.0000179086.30449.96.
- Bridwell KH, Lenke LG, Cho SK, Pahys JM, Zebala LP, Dorward IG, Cho W, Baldus C, Hill BW, Kang MM. Proximal junctional kyphosis in primary adult deformity surgery: evaluation of 20 degrees as a critical angle. *Neurosurgery*. 2013;72:899–906. DOI: 10.1227/neu.0b013e31828bacd8.
- Заборовский Н.С., Пташников Д.А., Михайлов Д.А., Смекаленков О.А., Масевнин С.В., Лапасева О.А. Влияние коррекции деформации позвоночника на качество жизни пожилых пациентов // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2016. Т. 80. № 3. С. 58–65. [Zabarovskiy NS, Ptashnikov DA, Mikhaylov DA, Smekalenkov OA, Masevnin SV, Lapaseva OA. The effect of spinal deformity correction on the quality of life of elderly patients. *Zh Vopr Neirokhir Im N.N. Burdenko*. 2016;80(3):58–65. In Russian]. DOI: 10.17116/neiro201680358-65.
- Segreto FA, Passias PG, Lafage R, Lafage V, Smith JS, Line BG, Mundis GM, Bortz CA, Stekas ND, Horn SR, Diebo BG, Brown AE, Ihejirika Y, Nunley PD, Daniels AH, Gupta MC, Gum JL, Hamilton DK, Klineberg EO, Burton DC, Hart RA, Schwab FJ, Bess S, Shaffrey CI, Ames CP. Incidence of acute, progressive, and delayed proximal junctional kyphosis over an 8-year period in adult spinal deformity patients. *Oper Neurosurg*. 2020;18:75–82. DOI: 10.1093/ons/onz128.
- Uribe JS, Deukmedjian AR, Mummaneni PV, Fu KM, Mundis GM Jr, Okonkwo DO, Kanter AS, Eastlack R, Wang MY, Anand N, Fessler RG, La Marca F, Park P, Lafage V, Deviren V, Bess S, Shaffrey CI. Complications in adult spinal deformity surgery: an analysis of minimally invasive, hybrid, and open surgical techniques. *Neurosurg Focus*. 2014;36:E15. DOI: 10.3171/2014.3.focus13534.
- Басанкин И.В., Тахмазян К.К., Афаунов А.А., Пташников Д.А., Понкина О.Н., Гаврюшенко Н.С., Малахов С.Б., Шаповалов В.К. Способ профилактики переломов смежных позвонков при транспедикулярной фиксации на фоне остеопороза // Хирургия позвоночника. 2016;13(3):8–14. [Basankin IV, Takhmazyan KK, Afaunov AA, Ptashnikov DA, Ponkina ON, Gavryushenko NS, Malakhov SB, Shapovalov VK. Method for preventing fractures of adjacent vertebrae during transpedicular fixation in osteoporosis. *Hir. Pozvonoc*. 2016;13(3):8–14. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2016.3.8-14.
- Левченко С.К., Древалъ О.Н., Ильин А.А., Коллеров М.Ю., Рынков И.П., Басков А.В. Экспериментально-анатомическое исследование функциональной транспедикулярной стабилизации позвоночника // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2011. Т. 75. № 1. С. 20–26. [Levchenko SK, Dreval' ON, Ilyin AA, Kollerov MYu, Rynkov IP, Baskov AV. Experimental anatomical study of transpedicular stabilization of the spine. *Zh Vopr Neirokhir Im N.N. Burdenko*. 2011;75(1):20–26. In Russian].
- Михайловский М.В., Сергунин А.Ю. Проксимальные переходные кифозы – актуальная проблема современной вертебрологии // Хирургия позвоночника. 2014. № 1. С. 11–23. [Mikhailovsky MV, Sergunin AYU. Proximal junctional kyphosis: A topical problem of modern spine surgery. *Hir. Pozvonoc*. 2014;(1):11–23. In Russian]. DOI: 10.14531/ss2014.1.11-23.
- Wang H, Ma L, Yang D, Wang T, Yang S, Wang Y, Wang Q, Zhang F, Ding W. Incidence and risk factors for the progression of proximal junctional kyphosis

- in degenerative lumbar scoliosis following long instrumented posterior spinal fusion. *Medicine* (Baltimore). 2016;95:E4443. DOI: 10.1097/MD.0000000000004443.
10. **Aghayev E, Zullig N, Diel P, Dietrich D, Benneker LM.** Development and validation of a quantitative method to assess pedicle screw loosening in posterior spine instrumentation on plain radiographs. *Eur Spine J.* 2014;23:689–694. DOI: 10.1007/s00586-013-3080-2.
 11. **Chiu YC, Yang SC, Yu SW, Tu YK.** Pedicle screw breakage in a vertebral body: A rare complication in a dynamic stabilization device. *Formosan J Musculoskelet Disord.* 2011;2:143–146. DOI: 10.1016/j.fjmd.2011.09.007.
 12. **Mohi Eldin MM, Ali AAM.** Lumbar transpedicular implant failure: a clinical and surgical challenge and its radiological assessment. *Asian Spine J.* 2014;8:281–297. DOI: 10.4184/asj.2014.8.3.281.
 13. **Rollinghoff M, Schluter-Brust K, Groos D, Sobottke R, Michael JW, Eysel P, Delank KS.** Mid-range outcomes in 64 consecutive cases of multilevel fusion for degenerative diseases of the lumbar spine. *Orthop. Rev. (Pavia).* 2010;2:E3. DOI: 10.4081/or.2010.e3.
 14. **Wu ZX, Gong FT, Liu L, Ma ZS, Zhang Y, Zhao X, Yang M, Lei W, Sang HX.** A comparative study on screw loosening in osteoporotic lumbar spine fusion between expandable and conventional pedicle screws. *Arch Orthop Trauma Surg.* 2012;132:471–476. DOI: 10.1007/s00402-011-1439-6.
 15. **Jung JM, Hyun SJ, Kim KJ, Jahng TA, Kim HJ, Choi Y.** Anatomic trajectory screw fixation at upper instrumented vertebra is a substantial risk factor for proximal junctional kyphosis. *World Neurosurg.* 2019;129:E522–E529. DOI: 10.1016/j.wneu.2019.05.198.
 16. **Nicholls FH, Bae J, Theologis AA, Eksi MS, Ames CP, Berven SH, Burch S, Tay BK, Deviren V.** Factors associated with the development of and revision for proximal junctional kyphosis in 440 consecutive adult spinal deformity patients. *Spine.* 2017;42:1693–1698. DOI: 10.1097/brs.0000000000002209.
 17. **Oe S, Togawa D, Hasegawa T, Yamato Y, Yoshida G, Kobayashi S, Yasuda T, Banno T, Arima H, Mihara Y, Ushirozako H, Matsuyama Y.** The risk of proximal junctional kyphosis decreases in patients with optimal thoracic kyphosis. *Spine Deform.* 2019;7:759–770. DOI: 10.1016/j.jspd.2018.12.007.
 18. **Ohba T, Ebata S, Oba H, Koyama K, Haro H.** Correlation between postoperative distribution of lordosis and reciprocal progression of thoracic kyphosis and occurrence of proximal junctional kyphosis following surgery for adult spinal deformity. *Clin Spine Surg.* 2018;31:E466–E472. DOI: 10.1097/bsd.0000000000000702.
 19. **Arima H, Glassman SD, Dimar JR 2nd, Matsuyama Y, Carreon LY.** Neurologic comorbidities predict proximal junctional failure in adult spinal deformity. *Spine Deform.* 2018;6:576–586. DOI: 10.1016/j.jspd.2018.01.008.
 20. **Buell TJ, Chen CJ, Quinn JC, Buchholz AL, Mazur MD, Mullin JP, Nguyen JH, Taylor DG, Bess S, Line BG, Ames CP, Schwab FJ, Lafage V, Shaffrey CI, Smith JS.** Alignment risk factors for proximal junctional kyphosis and the effect of lower thoracic junctional tethers for adult spinal deformity. *World Neurosurg.* 2019;121:E96–E103. DOI: 10.1016/j.wneu.2018.08.242.
 21. **Zhao J, Yang M, Yang Y, Yin X, Yang C, Li L, Li M.** Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity: a novel predictive index. *Eur Spine J.* 2018;27:2303–2311. DOI: 10.1007/s00586-018-5514-3.
 22. **Passias PG, Horn SR, Jalai CM, Ramchandran S, Poorman GW, Kim HJ, Smith JS, Sciubba D, Soroceanu A, Ames CP, Hamilton DK, Eastlack R, Burton D, Gupta M, Bess S, Lafage V, Schwab F.** Cervical alignment changes in patients developing proximal junctional kyphosis following surgical correction of adult spinal deformity. *Neurosurgery.* 2018;83:675–682. DOI: 10.1093/neuros/nyx479.
 23. **Zhao J, Chen K, Zhai X, Chen K, Li M, Lu Y.** Incidence and risk factors of proximal junctional kyphosis after internal fixation for adult spinal deformity: a systematic evaluation and meta-analysis. *Neurosurg Rev.* 2020 May 19. Online ahead of print. DOI: 10.1007/s10143-020-01309-z.
 24. **Ha KY, Kim SI, Kim YH, Park HY, Ahn JH.** Jack-knife posture after correction surgery for degenerative sagittal imbalance - Does spinopelvic parameter always matter in preventing stooping posture? *Spine Deform.* 2018;6:771–780. DOI: 10.1016/j.jspd.2018.03.007.
 25. **Lafage R, Bess S, Glassman S, Ames C, Burton D, Hart R, Kim HJ, Klineberg E, Henry J, Line B, Scheer J, Protopsaltis T, Schwab F, Lafage V.** Virtual modeling of postoperative alignment after adult spinal deformity surgery helps predict associations between compensatory spinopelvic alignment changes, overcorrection, and proximal junctional kyphosis. *Spine.* 2017;42:E1119–E1125. DOI: 10.1097/brs.0000000000002116.
 26. **Hyun SJ, Kim YJ, Rhim SC.** Patients with proximal junctional kyphosis after stopping at thoracolumbar junction have lower muscularity, fatty degeneration at the thoracolumbar area. *Spine J.* 2016;16:1095–1101. DOI: 10.1016/j.spinee.2016.05.008.
 27. **Yagi M, King AB, Boachie-Adjei O.** Incidence, risk factors, and natural course of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis. Minimum 5 years of follow-up. *Spine.* 2012;37:1479–1489. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31824e4888.
 28. **Kim HJ, Bridwell KH, Lenke LG, Park MS, Song KS, Piyaskulkaew C, Chuntarapas T.** Patients with proximal junctional kyphosis requiring revision surgery have higher postoperative lumbar lordosis and larger sagittal balance corrections. *Spine.* 2014;39:E576–E580. DOI: 10.1097/brs.0000000000000246.
 29. **Cho KJ, Suk SI, Park SR, Kim JH, Jung JH.** Selection of proximal fusion level for adult degenerative lumbar scoliosis. *Eur Spine J.* 2013;22:394–401. DOI: 10.1007/s00586-012-2527-1.
 30. **Maruo K, Ha Y, Inoue S, Samuel S, Okada E, Hu SS, Deviren V, Burch S, William S, Ames CP, Mummaneni PV, Chou D, Berven SH.** Predictive factors for proximal junctional kyphosis in long fusions to the sacrum in adult spinal deformity. *Spine.* 2013;38:E1469–E1476. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182a51d43.
 31. **Gandhi SV, Januszewski J, Bach K, Graham R, Vivas AC, Paluzzi J, Kanter A, Okonkwo D, Tempel ZJ, Agarwal N, Uribe JS.** Development of proximal junctional kyphosis after minimally invasive lateral anterior column realignment for adult spinal deformity. *Neurosurgery.* 2019;84:442–450. DOI: 10.1093/neuros/nyy061.
 32. **Liu FY, Wang T, Yang SD, Wang H, Yang DL, Ding WY.** Incidence and risk factors for proximal junctional kyphosis: a meta-analysis. *Eur Spine J.* 2016;25:2376–2383. DOI: 10.1007/s00586-016-4534-0.
 33. **Park SJ, Lee CS, Chung SS, Lee JY, Kang SS, Park SH.** Different risk factors of proximal junctional kyphosis and proximal junctional failure following long instrumented fusion to the sacrum for adult spinal deformity: survivorship analysis of 160 patients. *Neurosurgery.* 2017;80:279–286. DOI: 10.1227/neu.0000000000001240.
 34. **O'Shaughnessy BA, Bridwell KH, Lenke LG, Cho W, Baldus C, Chang MS, Auerbach JD, Crawford CH.** Does a long fusion «T3-sacrum» portend a worse outcome than a short fusion «T10-sacrum» in primary surgery for adult scoliosis? *Spine.* 2012;37:884–890. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182376414.
 35. **Lynn G, Mukherjee DP, Kruse RN, Sadasivan KK, Albright JA.** Mechanical stability of thoracolumbar pedicle screw fixation. The effect of crosslinks. *Spine.* 1997;22:1568–1572. DOI: 10.1097/00007632-199707150-00007.
 36. **Berjano P, Bassani K, Casero G, Sinigaglia A, Cecchinato R, Lamartina C.** Failures and revisions in surgery for sagittal imbalance: analysis of factors influencing failure. *Eur Spine J.* 2013;22 Suppl 6:S853–S858. DOI: 10.1007/s00586-013-3024-x.
 37. **Yu BS, Zhuang XM, Zheng ZM, Zhang JF, Li ZM, Lu WW.** Biomechanical comparison of 4 fixation techniques of sacral pedicle screw in osteoporotic condition. *J Spinal Disord Tech.* 2010;23:404–409. DOI: 10.1097/BSD.0b013e3181b63f4d.

38. Parker JW, Lane JR, Karaikovic EE, Gaines RW. Successful short-segment instrumentation and fusion for thoracolumbar spine fractures: a consecutive 41/2-year series. *Spine*. 2000;25:1157–1170. DOI: 10.1097/00007632-200005010-00018.
39. Galbusera F, Volkheimer D, Reitmaier S, Berger-Roscher N, Kienle A, Wilke HJ. Pedicle screw loosening: a clinically relevant complication? *Eur Spine J*. 2015;24:1005–1016. DOI: 10.1007/s00586-015-3768-6.
40. Ghobrial GM, Eichberg DG, Kolcun JPG, Madhavan K, Lebowitz NH, Green BA, Gjolaj JP. Prophylactic vertebral cement augmentation at the uppermost instrumented vertebra and rostral adjacent vertebra for the prevention of proximal junctional failure following long segment fusion for adult spinal deformity. *Spine J*. 2017;17:1499–1505. DOI: 10.1016/j.spinee.2017.05.015.

Адрес для переписки:

Басанкин Игорь Вадимович
350086, Россия, Краснодар, ул. 1 Мая, 167,
НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1
им. проф. С.В. Очаповского,
basankin@rambler.ru

Статья поступила в редакцию 16.06.2020

Рецензирование пройдено 25.09.2020

Подписано в печать 30.09.2020

Address correspondence to:

Basankin Igor Vadimovich
Research Institute – Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 1
n.a. Prof. S.V. Ochapovsky,
167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350086, Russia,
basankin@rambler.ru

Received 16.06.2020

Review completed 25.09.2020

Passed for printing 30.09.2020

Игорь Вадимович Басанкин, д-р мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии № 3, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0003-3549-0794, basankin@rambler.ru;

Дмитрий Александрович Пташников, д-р мед. наук, заведующий отделением патологии позвоночника и костной онкологии, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Россия, 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, 8, ORCID: 0000-0001-5765-3158, drptasnikov@yandex.ru;

Сергей Владимирович Масевнин, канд. мед. наук, врач травматолог-ортопед травматолого-ортопедического отделения № 18, Научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Россия, 195427, Санкт-Петербург, ул. Академика Байкова, 8, ORCID: 0000-0002-9853-7089, rmasevnin@gmail.com;

Аскер Алиевич Афаунов, д-р мед. наук, проф., заведующий кафедрой травматологии, Кубанский государственный медицинский университет, Россия, 350063, Краснодар, ул. Митрофана Седина, 4, ORCID: 0000-0001-7976-860X, afaunovkr@mail.ru;

Абрам Акович Гользатян, канд. мед. наук, врач-нейрохирург нейрохирургического отделения № 3, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0003-1260-4007, abramgulz@gmail.com;

Карпет Карпетович Тахмязян, врач травматолог-ортопед, нейрохирург нейрохирургического отделения № 3, НИИ – Краснодарская краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.В. Очаповского, Россия, 350086, Краснодар, ул. 1 Мая, 167, ORCID: 0000-0002-4496-2709, de.karpo@gmail.com

Igor Vadimovich Basankin, DMSc, Head of Neurosurgery Department No. 3, Research Institute – Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350901, Russia, ORCID: 0000-0003-3549-0794, basankin@rambler.ru;

Dmitry Aleksandrovich Ptashnikov, DMSc, Head of the Department of Spinal Pathology and Bone Oncology of the Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. R.R. Vreden, 8 Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427, Russia, ORCID: 0000-0001-5765-3158, drptasnikov@yandex.ru;

Sergey Vladimirovich Masevnin, MD, PhD, traumatologist-orthopedist in the Traumatology and Orthopedic Department No. 18 of Russian Scientific Research Institute of Traumatology and Orthopedics n.a. R.R. Vreden, 8 Akademika Baykova str., St. Petersburg, 195427, Russia, ORCID: 0000-0002-9853-7089, rmasevnin@gmail.com;

Asker Alievich Afaunov, DMSc, Prof., Head of the Department of Traumatology, Kuban State Medical University, 4 Mitrofana Sedina str., Krasnodar, 350063, Russia, ORCID: 0000-0001-7976-860X, afaunovkr@mail.ru;

Abram Akopovich Gulzatyan, MD, PhD, neurosurgeon in the Department of Neurosurgery No. 3, Research Institute – Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350901, Russia, ORCID: 0000-0003-1260-4007, abramgulz@gmail.com;

Karapet Karapetovich Takhmazyan, traumatologist-orthopedist, neurosurgeon in the Department of Neurosurgery No. 3, Research Institute – Krasnodar Regional Clinical Hospital No. 1 n.a. Prof. S.V. Ochapovsky, 167 Pervogo Maya str., Krasnodar, 350901, Russia, ORCID: 0000-0002-4496-2709, de.karpo@gmail.com.