



ФАКТОРЫ РИСКА РАЗВИТИЯ ПРОКСИМАЛЬНЫХ ПЕРЕХОДНЫХ КИФОЗОВ В ХИРУРГИИ ИДИОПАТИЧЕСКОГО СКОЛИОЗА

А.Ю. Сергунин, М.В. Михайловский, А.Н. Сорокин

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна

Цель исследования. Выявление факторов риска развития проксимальных переходных кифозов (proximal junctional kyphosis – PJK) у пациентов с идиопатическим сколиозом, оперированных с помощью сегментарного инструментария.

Материал и методы. Проведен анализ рентгенограмм 95 пациентов с идиопатическим сколиозом, оперированных с помощью сегментарного инструментария. Анализировали дооперационные, послеоперационные спондилограммы, а также снимки, выполненные к концу второго года наблюдения. PJK определяли как увеличение угла кифоза между нижней замыкательной пластинкой верхнего инструментированного позвонка и верхней замыкательной пластинкой двух соседних проксимальных позвонков на 10° и больше по сравнению с предоперационным углом на этом же уровне.

Результаты. Распространенность PJK к концу второго года наблюдения составила 24 %. Средняя величина проксимального переходного угла в группе пациентов с PJK до операции $6,7^\circ \pm 5,4^\circ$, в группе пациентов у которых PJK не сформировался – $6,1^\circ \pm 4,6^\circ$. В течение двух недель после операции угол в группе I увеличился до $15,0^\circ \pm 6,7^\circ$, в группе II – до $6,9^\circ \pm 4,4^\circ$. Спустя два года после операции угол в группе I – $23,0^\circ \pm 6,0^\circ$, в группе II – $8,4^\circ \pm 5,6^\circ$.

Заключение. Статистически значимыми факторами риска оказались исходный гиперкифоз грудного отдела позвоночника (больше 40°), значительное изменение величины грудного кифоза в послеоперационном периоде, исходная величина проксимального переходного угла, дистальное расположение верхнего инструментированного позвонка, использование гибридной фиксации.

Ключевые слова: хирургическое лечение, проксимальный переходный кифоз, факторы риска, идиопатический сколиоз.

Для цитирования: Сергунин А.Ю., Михайловский М.В., Сорокин А.Н. Факторы риска развития проксимальных переходных кифозов в хирургии идиопатического сколиоза // Хирургия позвоночника. 2015. Т. 12. № 3. С. 28–32.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.3.28-32>.

RISK FACTORS FOR PROXIMAL JUNCTIONAL KYPHOSIS IN IDIOPATHIC SCOLIOSIS SURGERY
A.Yu. Sergunin, M.V. Mikhailovsky, A.N. Sorokin

Objective. To identify risk factors for development of proximal junctional kyphosis (PJK) in patients with idiopathic scoliosis treated with segmental posterior spinal instrumentation.

Material and Methods. Radiographs of 95 patients with idiopathic scoliosis operated on using segmental posterior spinal instrumentation were analyzed. Preoperative and postoperative spondylograms and images taken at the end of the second year of follow-up were evaluated. The PJK was defined as 10° or more increase in the angle of kyphosis between the caudal endplate of the upper instrumented vertebra and the cephalad endplate of two adjacent proximal vertebrae as compared with preoperative angle at the same level.

Results. The prevalence of PJK at the end of the second year of follow-up was 24 %. Before surgery the average value of the proximal transition angle was $6.7^\circ \pm 5.4^\circ$ in patients with PJK (Group I) and $6.1^\circ \pm 4.6^\circ$ in patients who have not formed PJK (Group II). Within two weeks after surgery, the angle increased to $15.0^\circ \pm 6.7^\circ$ in patients of Group I and to $6.9^\circ \pm 4.4^\circ$ in patients of Group II. Two years after surgery the angle was $23.0^\circ \pm 6.0^\circ$ and $8.4^\circ \pm 5.6^\circ$, respectively.

Conclusion. Statistically significant risk factors were initial hyperkyphosis of the thoracic spine ($>40^\circ$), significant change in thoracic kyphosis in the postoperative period, initial value of the proximal transition angle, distal location of the upper instrumented vertebra, and the use of hybrid fixation.

Key Words: surgical treatment, proximal junctional kyphosis, risk factors, idiopathic scoliosis.

Please cite this paper as: Sergunin AYu, Mikhailovsky MV, Sorokin AN. Risk factors for proximal junctional kyphosis in idiopathic scoliosis surgery. Hir. Pozvonoc. 2015;12(3):28–32. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2015.3.28-32>.

В настоящее время существует большое количество публикаций, посвященных проблеме проксимальных переходных кифозов (РЖК). Одной из первых была статья Lee et al. [11], в которой проанализированы результаты хирургического лечения с применением сегментарного инструментария 69 пациентов с идиопатическим сколиозом со сроком наблюдения не менее двух лет. Под переходным кифозом авторы подразумевали увеличение более чем на 5° угла между верхним инструментированным и вышележащими позвонками, по сравнению с предоперационными рентгенограммами. Проксимальный переходный кифоз был выявлен у 32 (46 %) пациентов. В последующие годы авторы вместе с факторами риска старались определить количественные параметры РЖК. В своей работе Glattes et al. [5] отметили, что о наличии РЖК можно говорить, если величина переходного кифоза больше или равна 10° или на 10° больше, чем в дооперационном периоде. В отечественной литературе нам не удалось найти ни одной работы, посвященной этой проблеме.

Цель исследования – выявление факторов риска развития РЖК у пациентов с идиопатическим сколиозом, оперированных с помощью сегментарного инструментария.

Материал и методы

Проанализированы рентгенограммы 95 пациентов с идиопатическим сколиозом, оперированных с помощью сегментарного инструментария. Срок наблюдения – два года.

Критерии отбора: идиопатический сколиоз, качество рентгенограмм, позволяющее достоверно оценить величину и протяженность кифоза в верхнегрудном отделе позвоночника, период наблюдения два года и более с момента операции. Среди пациентов были 82 женщины и 13 мужчин. Возраст больных на момент операции варьировал от 8 до 43 лет (в среднем $17,8 \pm 7,15$ года). У 34 пациентов величина грудного кифоза превышала 40° (в среднем $58,03^\circ \pm 13,51^\circ$), у 30 – была в пределах 20° – 40° (в среднем $30,83^\circ \pm 5,13^\circ$), у 34 – менее 20° (в среднем $11,6^\circ \pm 4,61^\circ$).

Анализ рентгеновских снимков включал в себя измерение параметров грудного кифоза и поясничного

лордоза по Cobb, величины сколиотической дуги, сагиттального баланса определяемого как отстояние линии отвеса от центроида C_7 позвонка относительно краниодорсального угла S_1 позвонка, при вентральном смещении оценивался как положительный, при дорсальном – как отрицательный. РЖК определяли как увеличение угла кифоза между нижней замыкательной пластинкой верхнего инструментированного позвонка и верхней замыкательной пластинкой двух соседних проксимальных позвонков на 10° и больше по сравнению с предоперационным углом на этом же уровне. Рентгенологическое обследование выполняли до операции, в течение двух недель после хирургического вмешательства и в конце периода наблюдения (рис.).

Коррекцию деформации позвоночника проводили с помощью дорсального сегментарного инструментария в условиях скелетного вытяжения за череп и голени. Дополнительно 32 пациентам выполняли мобилизующую дискэктомию и вентральный спондилодез. Гибридную конструкцию с использованием транспедикулярной фиксации установили 32 больным, у оставшихся 63 применили только крюки. Адаптацию к вертикальному положению начиналась спустя трое суток после операции, на 10–12-й день больных выписывали домой без внешней иммобилизации.

Опираясь на данные литературы [1–11], в качестве возможных факторов риска для анализа отобрали следующие параметры: величину проксимального переходного угла до операции, исходную величину грудного кифоза, трансторакальное вмешательство, протяженность заднего спондилодеза, изменение параметров грудного кифоза после вмешательства, сагиттальный баланс, уровень верхнего инструментированного позвонка, гибридную и ламинарную конструкции, возраст на момент операции, тест Risser, пол пациента. Статистическую обработку данных проводили с помощью стандартного t-теста, определяемого программой «Microsoft Office Excel 2007».



Рис.

Рентгенограммы пациентки К., 15 лет, с идиопатическим сколиозом; процесс формирования проксимального переходного кифоза в послеоперационном периоде: **а** – исходная величина переходного кифоза между предполагаемым уровнем верхнего инструментированного позвонка и двумя проксимально расположенными позвонками; **б** – увеличение проксимального переходного кифоза до 17° через 2 недели после операции; **в** – увеличение проксимального переходного кифоза до 25° через 2 года после операции

Результаты

Проксимальный переходный кифоз к окончанию двухлетнего периода наблюдения сформировался у 23 (24 %) пациентов из 95. Средняя величина проксимального переходного угла в группе пациентов с РЖК (группа I) до операции – $6,7^\circ \pm 5,4^\circ$, в группе пациентов, у которых РЖК не сформировался (группа II) $6,1^\circ \pm 4,6^\circ$ ($P = 0,678$). В течение двух недель после операции угол в группе I увеличился более чем в два раза, в то время как в группе II изменения были незначительны. Спустя два года после операции произошло дальнейшее значительное увеличение угла переходного кифоза в группе I (табл. 1).

Группы I и II заметно отличались по исходной величине предоперационного угла грудного кифоза. В раннем послеоперационном периоде угол кифоза в группе I уменьшился на $14,9^\circ$, в группе II – на $10,0^\circ$. К окончанию двухлетнего периода наблюдения грудной кифоз, в сравнении с предоперационным периодом, в группе I уменьшился на $11,74^\circ$, в группе II – на $8,89^\circ$.

Средняя протяженность заднего спондилодеза, тест Risser в обеих группах практически не отличалась. Возрастные отличия были также не столь заметны. Несмотря на отличие величины сагиттального баланса в группах, как в дооперационном, так и в послеоперационном периоде, критерий Стьюдента достоверной разницы не показал.

Самая заметная корреляция выявлена между послеоперационным РЖК и дооперационным проксимальным переходным углом, а также переходным углом спустя два года после операции (табл. 2). У пациентов с исходной величиной проксимального переходного угла от 0 до 5° РЖК развился в 22,5 % случаев (11 из 49 пациентов), при величине переходного угла от 6 до 12° – в 26 % (9 из 34 больных), более 12° – в 27,3 % случаев. Корреляция с предоперационным и послеоперационным кифозом менее отчетлива. Разница между исходным углом

грудного кифоза и послеоперационным кифозом показала умеренную положительную корреляцию с разницей исходного проксимального переходного угла и послеоперационным переходным кифозом ($r = 0,399$; $P = 0,048$), а также отсутствие связи с РЖК спустя два года с момента операции ($r = 0,093$, $P = 0,700$). Возраст на момент операции, протяженность заднего спондилодеза, тест Risser продемонстрировали слабую связь или вовсе отсутствие.

Распространенность РЖК к концу второго года наблюдения среди пациентов с гиперкифозом составляла 38,2 %. У больных с нормальным кифозом РЖК возник в 20,0 % случаев, у пациентов с лордосколиозом – в 12,9 %. Среди пациентов, у которых в послеоперационном периоде произошло уменьшение грудного кифоза на 5° и более, РЖК сформировался в 29,3 % случаев (17 из 58 наблюдений). При изменении параметров грудного кифоза в большую или мень-

Таблица 1

Сравнительные характеристики групп исследования

Параметры	I группа (n = 23)	II группа (n = 72)	P
Возраст на момент операции, лет	18,9 ± 9,2	17,2 ± 6,4	0,399
Протяженность спондилодеза, количество сегментов	12,9 ± 0,8	13,0 ± 0,7	0,611
Тест Risser	3,1 ± 1,7	3,0 ± 1,7	0,781
Грудной кифоз по Cobb, град.			
до операции	45,9 ± 21,9	30,9 ± 20,0	0,006
после операции	31,0 ± 10,7	20,9 ± 10,2	0,0003
через 2 года после операции	34,1 ± 14,4	22,0 ± 12,5	0,001
Сагиттальный баланс, мм			
до операции	16,2 ± 13,9	19,4 ± 13,7	0,379
после операции	19,6 ± 15,5	24,6 ± 17,5	0,199
через 2 года после операции	27,5 ± 19,2	34,1 ± 20,3	0,166
Проксимальный переходный угол, град.			
до операции	6,7 ± 5,4	6,1 ± 4,6	0,678
после операции	15,0 ± 6,7	6,9 ± 4,4	<0,0001
через 2 года после операции	23,0 ± 6,0	8,4 ± 5,6	0,001

Среднее и стандартное отклонение, статистически достоверная разница ($P < 0,05$).

Таблица 2

Коэффициент корреляции Пирсона между величиной послеоперационного проксимального переходного кифоза и различными параметрами

Параметры	Коэффициент корреляции (R) и достоверность (P)
Дооперационный проксимальный переходный угол	R = 0,567 (P < 0,0001)
Проксимальный переходный угол спустя два года после операции	R = 0,471 (P = 0,0002)
Предоперационный кифоз	R = 0,285 (P < 0,0001)
Послеоперационный кифоз	R = 0,321 (P < 0,0001)
Возраст на момент операции	R = 0,038 (P = 0,240)
Тест Risser	R = 0,047 (P < 0,0001)
Протяженность спондилодеза	R = -0,152 (P = 0,152)

R = «-» – связь отрицательная; R = 0 – связь отсутствует; R = 0,1–0,3 – слабая положительная связь; R = 0,3–0,7 – умеренная положительная связь.

шую сторону в пределах 5° РЖК возник в 14,8 % (4 случая из 27). В случае увеличения грудного кифоза на 5° и более РЖК формировался у 20,0 % больных (2 наблюдения из 10) ($P < 0,0001$). Среди тех пациентов, которым выполняли вентральный спондилодез, РЖК развился в 25,0 %. У больных, которым вентральное вмешательство не выполнялось, РЖК сформировался в 20,0 % случаев. У мужчин РЖК развился в 23,0 % случаев, у женщин – в 24 %. У пациентов, которым была установлена конструкция только с ламинарной фиксацией, РЖК развился в 17,5 % случаев, с гибридным инструментарием – в 37,5 %. Среди пациентов, у которых протяженность заднего спондилодеза была в пределах 10–12 позвонков, РЖК возник в 21,5 % случаев, более 12 позвонков – в 25,3 %.

У больных с верхним инструментированным позвонком на уровне Th₃ РЖК формировался в 20,0 % случаев, на уровне Th₄ – в 24,0 %, на уровне Th₅ – в 37,5 % (табл. 3).

Обсуждение

Частота встречаемости РЖК к концу двухлетнего периода наблюдения среди пациентов с идиопатическим сколиозом, оперированных с помощью дорсального инструментария, составила 24 %. Исследование показало, что при использовании гибридной металлоконструкции (проксимально располагались крюки, в дистальной части транспедикулярная фиксация) РЖК развивается чаще, чем при использовании только ламинарной фиксации. Причины более частого формирования РЖК у пациентов с гибридной конструкцией в настоящем исследовании нам установить не удалось. Пациенты, имеющие исходный гиперкифоз грудного отдела позвоночника, продемонстрировали более высокую частоту встречаемости РЖК к концу второго года наблюдения, в сравнении с пациентами с нормальным кифозом, а также с лордосколиозом. Это заставляет предположить, что у пациентов с грудным кифозом более 40° имеется склонность к формированию РЖК

в послеоперационном периоде. Среди больных, у которых грудной кифоз уменьшился в раннем послеоперационном периоде на 5° и больше, отмечена более высокая частота встречаемости РЖК, по сравнению с пациентами, у которых грудной кифоз увеличился на 5° и более, а также в сравнении с больными, у которых кифоз изменился в большую или меньшую сторону в пределах 5°.

Выявлена умеренная корреляция между послеоперационным кифозом грудного отдела позвоночника и послеоперационным переходным кифозом. Разница между исходным и послеоперационным углом грудного кифоза показала положительную корреляцию с разницей исходного проксимального переходного угла и послеоперационным переходным кифозом. Эти данные свидетельствуют о том, что значительное изменение величины грудного кифоза может приводить к развитию РЖК. Исходная величина проксимального переходного угла продемонстрировала умеренную связь с РЖК

после операции, а также положительную корреляцию с РЖК через два года после операции. У пациентов с исходной величиной проксимального переходного угла от 0 до 5° РЖК встречался реже всего, по мере увеличения дооперационных параметров проксимального переходного угла частота встречаемости РЖК в послеоперационном периоде заметно росла. Это свидетельствует о том, что чем выше исходная величина проксимального переходного угла, тем выше риск развития РЖК. Более дистальное расположение верхнего инструментированного позвонка может быть одним из факторов развития РЖК, так как, согласно полученным данным, при формировании верхнего захвата на уровне Th₅ проксимальный переходный кифоз возник в 37,5 % случаев, при установке захвата на уровне Th₃ – в 24,0 %. Возможные причины будут обсуждаться в следующих работах.

Увеличение частоты формирования проксимальных переходных кифозов на 5° у пациентов, которым

Таблица 3

Распределение пациентов по факторам риска

Фактор риска	Пациенты (n = 95)	Пациенты с проксимальными переходными кифозами (n = 23)	P
Предоперационный грудной кифоз			
больше 40°	34	13	<0,0001
20–40°	30	6	
меньше 20°	27	4	
Вентральный спондилодез			
да	32	8	0,0001
нет	60	12	
Пол			
мужской	30	3	0,007
женский	82	20	
Инструментарий			
ламинарный	63	11	0,005
гибридный	32	12	
Протяженность спондилодеза			
10–12 позвонков	28	6	0,17
больше 12 позвонков	67	17	
Верхний инструментированный позвонок			
Th ₃	20	5	0,72
Th ₄	50	12	
Th ₅	16	6	

выполнялся вентральный спондилодез, по сравнению с большими без вентрального вмешательства, можно связать с тем, что данный этап в большинстве случаев проводился пациентам с более грубыми и ригидными деформациями, а не с выполнением самого вентрального вмешательства. Исследование показало, что протяженность заднего спондилодеза и исходный сагиттальный баланс не влияют на развитие РЖК. Среди мужчин и жен-

щин частота встречаемости РЖК практически одинакова и составляет 23 и 24 % соответственно.

Ни в одном рассмотренном случае РЖК не был клинически значимым и не потребовал повторного хирургического вмешательства.

Заключение

Исходный гиперкифоз, значительное уменьшение его после операции,

исходная величина проксимального переходного угла, низкое расположение верхнего инструментированного позвонка, использование гибридной фиксации имеют достоверную связь с формированием РЖК в послеоперационном периоде. Трансторакальное вмешательство, протяженность заднего спондилодеза, возраст пациента, его пол, тест Risser не указывают на какую-либо связь с развитием РЖК.

Литература/References

1. **Михайловский М.В., Фомичев Н.Г.** Хирургия деформации позвоночника. Новосибирск, 2011. [Mikhailovsky MV, Fomichev NG. Surgery of Spinal Deformities. Novosibirsk, 2011. In Russian].
2. **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: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2014.1.11-23>.
3. **Di Silvestre M, Lolli F, Vommaro F, Martikos K, Toscano A, Maredi E, Greggi T.** Adult scoliosis and PJK after posterior fusion: Is possible to prevent it? Abstract book of Spineweek, Amsterdam, 2012:P223.
4. **Di Silvestre M, Lolli F, Martikos K, Toscano A, Maredi E, Greggi T.** Revision surgery for Proximal Junctional Failure (PJF) with neurological injury after spinal deformity surgery. Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course. Lion, France, 2013. Final Program. P328.
5. **Glattes RC, Bridwell KH, Lenke LG, Kim YJ, Rinella A, Edwards C 2nd.** Proximal junctional kyphosis in adult spinal deformity following long instrumented posterior spinal fusion: incidence, outcome, and risk factor analysis. Spine. 2005;30:1643–1649. DOI: 10.1097/01.brs.0000169451.76359.49.
6. **Hart R, Hiratzka J, Hamilton D, Bess R, Schwab F, Shaffrey C, Ames C, Lafage V, Deviren V, Smith O, Klineberg E, McCarthy I, Burton D, Hostin R.** Proximal junctional failure in adult deformity patients results in higher rate of revision but limited impact on clinical outcome. Scoliosis Research Society 48th Annual Meeting and Course. Lion, France, 2013. Final Program. P. 218.
7. **Hassanzadeh H, Gupta S, Jain A, El Dafrawy MH, Skolasky RL, Kebaish KM.** Type of anchor at the proximal fusion level has a significant effect on the incidence of proximal junctional kyphosis and outcome in adults after long posterior spinal fusion. Spine Deform. 2013;1:299–305. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jspd.2013.05.008>.
8. **Kim YJ, Lenke LG, Bridwell KH, Kim J, Cho SK, Cheh G, Yoon J.** Proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis after 3 different types of posterior segmental spinal instrumentation and fusions: incidence and risk factor analysis of 410 cases. Spine. 2007;32:2731–2738. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815a7ead.
9. **Kim Y, Lenke L, Bridwell K, Boachie-Adjei O, Gupta M, Hosogane N.** Significance of intraoperative thoracic kyphosis increase to prevent proximal junctional kyphosis in adolescent idiopathic scoliosis following posterior segmental spinal instrumentation and fusion: A multicenter analysis of 518 cases. SRS 43rd Annual Meeting & Course. Salt Lake City, 2008. Scientific Program Abstracts. Paper No. 75.
10. **Kim YJ, Lenke LG, Kim J, Bridwell KH, Cho SK, Cheh G, Sides B.** Comparative analysis of pedicle screw versus hybrid instrumentation in posterior spinal fusion of adolescent idiopathic scoliosis. Spine. 2006;31:291–298. DOI: 10.1097/01.brs.0000197865.20803.d4.
11. **Lee GA, Betz RR, Clements DH 3rd, Huss GK.** Proximal kyphosis after posterior spinal fusion in patients with idiopathic scoliosis. Spine. 1999;24:795–799. DOI: 10.1097/00007632-199904150-00011.

Адрес для переписки:

Сергунин Александр Юрьевич
630091, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,
Новосибирский НИИТО,
saport@ngs.ru

Address correspondence to:

Sergunin Aleksandr Yuryevich
NIITO, Frunze str., 17,
Novosibirsk, 630091, Russia,
saport@ngs.ru

Статья поступила в редакцию 28.09.2014

Александр Юрьевич Сергунин, мл. науч. сотрудник; Михаил Витальевич Михайловский, д-р мед. наук, проф.; Артем Николаевич Сорокин, канд. мед. наук, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна.

Aleksandr Yuryevich Sergunin, junior researcher; Mikbail Vitalyevich Mikbailovsky, MD, DMSc, Prof.; Artyom Nikolayevich Sorokin, MD, PhD, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsiyuan, Russia.