

**ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ ПАЦИЕНТОВ С САГИТТАЛЬНЫМ ДИСБАЛАНСОМ ДЕГЕНЕРАТИВНОЙ ЭТИОЛОГИИ: СРАВНЕНИЕ ДВУХ МЕТОДИК***Е.С. Байков, А.В. Пелеганчук, А.Д. Сангинов, О.Н. Леонова, А.В. Крутько*Федеральное государственное бюджетное учреждение
«Новосибирский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии имени Я.Л. Цивьяна»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Новосибирск

Цель. Сравнить клинико-рентгенологические результаты лечения пациентов с деформациями позвоночника, оперированных методом педикулярной субтракционной остеотомии (Pedicule Subtraction Osteotomy – PSO) и корригирующим спондилодезом на поясничном отделе позвоночника. **Материалы и методы.** Проведено ретроспективное моноцентровое когортное исследование. Проанализированы данные 42 пациентов. PSO (I группа) выполнена 12 пациентам; 30 пациентам – комбинация хирургических методов (II группа) с обязательным вентральным корригирующим спондилодезом на уровнях L4-L5, L5-S1. Клинико-рентгенологические параметры оценены в период госпитализации и минимум через 1 год.

Результаты. Послеоперационная госпитализация в I группе 32,5 ± 7,4 дня, 27,1 ± 7,4 дня – во II группе ($p = 0,558758$). Продолжительность операции в I группе 402,5 ± 55,6 мин, во II группе – 526,0 ± 116,2 мин ($p = 0,001124$); кровопотеря 1862,5 ± 454,3 мл против 1096,0 ± 543,3 мл ($p = 0,000171$). В обеих группах значимо улучшены клинико-рентгенологические параметры после операции и через 1 год ($p < 0,05$). Во II группе в сравнении с I после операции и через 1 год: ниже боль в спине по визуально-аналоговой шкале боли (Visual Analog scale – VAS) ($p = 0,015424$ и $p = 0,015424$); ниже ODI (Oswestry Disability Index) через 1 год ($p = 0,000001$). В I группе в сравнении со II группой после операции и через 1 год SVA меньше ($p = 0,029879$ и $p = 0,000014$ соответственно), поясничный лордоз выше ($p = 0,045002$ и $p = 0,024120$), LDI (Lordosis Distribution Index) восстановлен оптимальнее ($p = 0,000001$ и $p = 0,000002$), GAP (Global Alignment and Proportion) ниже ($p = 0,005845$ и $p = 0,002639$). Идеальный *min Russoly* восстановлен чаще у пациентов II группы ($p = 0,00032$). Осложнения в I группе отмечены у 12 (100 %), во II группе – у 13 (43,3 %) пациентов ($p = 0,001$).

Выводы. Передний корригирующий межтеловой спондилодез L4-L5, L5-S1 в многоэтапном хирургическом лечении в сравнении с PSO достоверно лучше и гармоничнее восстанавливает параметры сагиттального баланса, имеет значительно ниже объем интраоперационной кровопотери, меньше периоперационных осложнений и значительно улучшает качество жизни пациентов. Ключевые слова: деформация позвоночника у взрослых; дегенеративный сколиоз; сагиттальный дисбаланс; PSO; вертебротомия.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Источник финансирования: исследование не имело дополнительного финансирования.

ДЛЯ ЦИТИРОВАНИЯ: Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Сангинов А.Д., Леонова О.Н., Крутько А.В. Хирургическое лечение пациентов с сагиттальным дисбалансом дегенеративной этиологии: сравнение двух методик. *Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова.* 2020;27(3):16-26. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027316-26>

SURGICAL TREATMENT OF PATIENTS WITH SAGITTAL IMBALANCE OF DEGENERATIVE ETIOLOGY: A COMPARISON OF TWO METHODS*E.S. Baikov, A.V. Peleganchuk, A.J. Sanginov, O.N. Leonova, A.V. Krutko*

Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk, Russia

Purpose. Compare the clinical and radiological results of treatment of patients with spinal deformities operated on using the PSO method and corrective fusion in the lumbar spine.

Materials and methods. Retrospective monocenter cohort study. The data of 42 patients were analyzed. PSO (group I) was performed in 12 patients; 30 patients had a combination of surgical methods (group II) with mandatory ventral corrective spinal fusion at levels L4-L5, L5-S1. Clinical and radiological parameters were evaluated during hospitalization and at least 1 year later.

Results. Postoperative hospitalization in group I – 32.5 ± 7.4 days, 27.1 ± 7.4 in group II ($p = 0.558758$). The duration of the operation in group I was 402.5 ± 55.6 minutes, in group II 526.0 ± 116.2 minutes ($p = 0.001124$); blood loss 1862.5 ± 454.3 ml versus 1096.0 ± 543.3 ml ($p = 0.000171$). In both groups, significantly improved clinical and radiological parameters after surgery and after 1 year ($p < 0.05$). In group II, as compared with group I after surgery and more than 1 year: lower back pain according to VAS ($p = 0.015424$ and $p = 0.015424$); below ODI after 1 year was ($p = 0.000001$). In group I, compared with group II after surgery and after 1 year, SVA is less ($p = 0.029879$ and $p = 0.000014$), lumbar lor-

dosis is higher ($p = 0.045002$ and $p = 0.024120$), LDI is restored more optimally ($p = 0.000001$ and $p = 0.000002$), the GAP is lower ($p = 0.005845$ and $p = 0.002639$). The ideal Russoly type is restored more often in patients of group II ($p = 0,00032$). Complications in group I were noted in 12 (100%) patients, in group II — in 13 (43.3%) patients ($p = 0.001$).

Conclusions. *In multistep surgical treatment compared with PSO, the anterior corrective interbody fusion L4-L5, L5-S1 reliably better and more harmoniously restores the sagittal balance parameters, has significantly lower volume of intraoperative blood loss, fewer perioperative complications and significantly improves the quality of life of patients.*

Key words: spinal deformity in adults; degenerative scoliosis; sagittal imbalance; PSO; vertebrotoomy.

Conflict of interest: authors declare no conflict of interest.

Financing source: n/a.

TO CITE THIS ARTICLE: Baikov ES, Peleganchuk AV, Sanginov AJ, Leonova ON, Krutko AV. Surgical treatment of patients with sagittal imbalance of degenerative etiology: a comparison of two methods. *N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics*. 2020;27(3):16-26. doi: <https://doi.org/10.17816/vto202027316-26>

ВВЕДЕНИЕ

Индивидуализированная гармоничность изгибов позвоночника является базовой составляющей комфортного прямохождения человека. Согласно концепции французского хирурга Dubousset, который ввел понятие «конуса экономии», человек в вертикальном положении имеет определенные границы, в пределах которых затрачивается минимальное количество энергии, а выход за которые сопряжен с усилением мышечной нагрузки, включением механизмов компенсации [1]. При их истощении возникает потребность в использовании средств опоры. Одной из основных причин развития деформаций позвоночника взрослых пациентов и «выхода» за пределы оптимальных значений «конуса экономии» является прогрессирующая дегенерация межпозвонковых дисков [2]. Нарушения в сагиттальной плоскости в рамках многоплоскостных деформаций позвоночника имеют большее значение в формировании клинических проявлений и, как следствие, прямую корреляционную зависимость с качеством жизни [3, 4]. Особое значение в развитии сагиттального дисбаланса имеет патология на двух нижне-поясничных уровнях, которые формируют в среднем 66 % поясничного лордоза [5]. Поскольку доля людей, достигших пожилого и старческого возраста, ежегодно увеличивается, следовательно, повышается потребность в хирургической помощи пациентам с деформациями позвоночника, цель которой — улучшение качества жизни за счет коррекции развившихся изменений [6].

В хирургической практике имеется ряд методов коррекции многоплоскостных деформаций, которые включают различные виды остеотомий позвоночника по F. Schwab и соавт. [7], корригирующие межтеловые спондилодезы (ALIF, LLIF, TLIF), заднюю винтовую фиксацию. При дегенеративной патологии, формирующей ригидные деформации, наиболее эффективным методом ее коррекции является педикулярная субтракционная остеотомия (PSO) [8]. С ее помощью можно добиваться угловых изменений на одном сегменте до 40° [9]. Однако данный вид остеотомии достаточно травматичен

и имеет высокую частоту как интра-, так и послеоперационных осложнений, которые могут достигать практически 40 % [10, 11]. Аналогичные возможности по коррекции сагиттального баланса имеет комбинированный спондилодез, выполненный из переднего (гиперлордотическими кейджами на нижне-поясничных уровнях), прямого бокового и трансфораминального доступов (на средне- и верхне-поясничном уровнях) [12]. PSO не может быть выполнено минимально-инвазивным способом, ее возможности ограничены в части восстановления идеального типа Roussouly, создания оптимального отношения ниже- и выше-поясничного лордоза, которые имеют связь с механическими осложнениями [13, 14]. Недостатки этой методики могут быть решены применением комбинации хирургических доступов с целью уменьшения хирургической агрессии и улучшения исходов лечения. Вопрос доказанности преимуществ того или иного метода в литературе остается открытым. Это послужило формированию *цели нашего исследования* — на ретроспективной когорте сравнить результаты клинических и рентгенологических данных пациентов с деформациями позвоночника преимущественно в сагиттальной плоскости дегенеративного генеза, оперированных методом PSO и корригирующим спондилодезом из комбинации доступов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования — моноцентровое ретроспективное когортное исследование. Проанализированы данные 42 пациентов, которым проведено хирургическое вмешательство на поясничном отделе позвоночника с 2014 по 2018 г. Болевой синдром в поясничном отделе позвоночника и ногах (корешковый), нейрогенная перемежающаяся хромота, неврологический дефицит, не купируемые консервативным лечением, являлись показанием к операции. Причинами вертеброгенных синдромов были дегенеративный стеноз позвоночного канала в сочетании с нарушением сагиттального баланса позвоночника. Всем пациентам требовалась коррекция в поясничном отделе позвоночника бо-

лее 20°, при этом нарушения позвоночно-тазовых взаимоотношений и глобального баланса соответствовали одному и более из следующих параметров: SVA > 5 см, PI-LL > 10°, PT > 20°, индекс распределения лордоза (LDI) < 40 %. Все пациенты имели тип N по SRS-Schwab (деформация во фронтальной плоскости < 30°).

Было выделено 2 исследуемые группы. В первую вошли 12 пациентов, оперированных методом PSO в сочетании с задней транспедикулярной винтовой фиксацией. Вертебротомия всем пациентам проводилась на уровне L3 позвонка. Вторую группу составили 30 пациентов, которым проведен корригирующий спондилодез на поясничном отделе позвоночника. Данный метод заключался в обязательной установке гиперлордотических кейджей (15 и 18°) на уровнях L4-L5 (или) L5-S1. В случае необходимости дополнительной коррекции, локализации субстрата клинико-неврологических проявлений, выполняли продление транспедикулярной и межтеловой фиксации (DLIF или TLIF (банановидным кейджем)) на вышележащие уровни поясничного отдела позвоночника. Этой группе пациентов выполняли остеотомию 1-го или 2-го типа по SRS-Schwab на уровнях спондилодеза. Хирургические этапы проводили за одно или несколько вмешательств (через 7–10 дней). Это планировалось на дооперационном этапе и базировалось на соматическом статусе пациента с целью минимизации разовой хирургической агрессии и риска осложнений.

Срок наблюдения пациентов составил от 1 года до 4 лет. Анализированы клинические, операционные данные, рентгенологические параметры. Проводилась оценка данных, полученных дооперационно, интраоперационно, на момент выписки и минимум через 1 год с момента операции.

Клинические данные: возраст, пол, индекс массы тела, визуально-аналоговая шкала боли (Visual Analog scale — VAS) спина и нога, ODI (Oswestry Disability Index), достижение MCID (минимальная клинически значимая разница) для ODI после 1 года с момента операции. Клинически значимым мы считали уменьшение ODI как минимум на 14,3 балла [15]. Хирургические данные: тип операции (первичная, повторная), продолжительность этапов операции (у второй группы суммарно всех операций), общий объем кровопотери, уровни хирургического вмешательства, интра- и послеоперационные осложнения.

Инструментальный диагностический спектр включал до операции: функциональную рентгенографию; рентгенографию позвоночника в положении стоя в обычной позе, в двух стандартных проекциях от C0 до средней трети бедренных костей, положение кистей на противоположных ключицах; магнитно-резонансную томографию (МРТ) и мультиспиральную компьютерную томографию (МСКТ) поясничного отдела позвоночника. После операции: рентгенографию позвоночника в положении стоя в обычной позе, в двух стандартных проекциях от C0 до средней трети бедренных костей, положение кистей на противоположных ключицах; при

необходимости — МСКТ и(или) МРТ поясничного отдела позвоночника. Через 1 год после операции: рентгенографию позвоночника в положении стоя в обычной позе, в двух стандартных проекциях от C0 до средней трети бедренных костей, положение кистей на противоположных ключицах; МСКТ поясничного отдела позвоночника.

Радиологические параметры включали: PI, PT, SVA, LL, Low LL (Low lumbar lordosis — L4-S1), PI-LL, тип Russoly, Global Alignment and Proportion (GAP).

Тип Russoly у каждого пациента определяли по PI: типы I и II — PI < 45°, тип III — PI 45–60°, тип IV — PI > 60° [9]. Восстановление типа Russoly определяли как некорригированный, корригированный, гиперкорригированный [13].

GAP — система оценки изменений позвоночно-тазовых взаимоотношений и глобального баланса, выраженная в баллах. Данный метод предложен С. Yilgog и соавт. в 2017 г. [11] и предполагает индивидуальный расчет значений: положение таза, поясничный лордоз, индекс распределения лордоза, глобальное позвоночно-тазовое отношение, возраст. GAP выражается в трех состояниях: 0–2 балла — пропорциональный баланс; 3–6 — умеренно диспропорциональный баланс; >7 баллов — грубо диспропорциональный.

Обработку полученных результатов исследования проводили с использованием вычисления описательных статистик (для количественных переменных среднее значение — M , стандартное отклонение — m , результаты представлены в виде $M \pm m$; для порядковых переменных приведены частоты значений и доли в процентах относительно числа валидных наблюдений) и путем сравнения количественных и качественных признаков в исследуемых группах пациентов. Для анализа использовали непараметрические методы. Различия между сравниваемыми средними величинами исследуемых параметров в группах оценивали с помощью непараметрического U -критерия Манна — Уитни. Связь качественных признаков между собой проводили с использованием критерия Фишера. Взаимосвязь двух признаков между собой оценивали с помощью корреляционного анализа по Спирмену. Характер тесноты связей коэффициента корреляции учитывали по следующей шкале принимаемых им интервалов значений (ρ): < 0,19 — очень слабая связь, 0,20–0,29 — слабая, 0,30–0,49 — умеренная, 0,50–0,69 — средняя, > 0,70 — сильная степень связи. Значимой считали тесноту связи между признаками не менее 0,3 (> 0,3). Уровень пороговой статистической значимости (p) принимали меньше либо равным 0,05 ($p < 0,05$). Для статистической обработки данных применяли программу SPSS 15.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Первая группа состояла из 6 (50 %) мужчин и 6 (50 %) женщин. Средний возраст исследуемых пациентов — $61,6 \pm 4,4$ года (от 55 до 69 лет). Индекс массы тела в среднем составил $31,3 \pm 6,8$ кг/м² (от 22,2 до 37,7 кг/м²). Во вторую группу вошли 4 (13,3 %) мужчины и 26 (86,7 %) женщин. Средний

возраст исследуемых пациентов — $58,9 \pm 7,9$ года (от 41 до 75 лет). Индекс массы тела в среднем составил $32,2 \pm 3,5$ кг/м² (от 24,7 до 38,3 кг/м²).

Количество ранее оперированных пациентов в I группе составило 6 человек (50 %), во II группе — 8 (26,7 %) человек ($p = 0,50499$). Первично у пациентов выполняли моноsegmentарный спондилодез на одном из поясничных уровней (транспедикулярная фиксация в сочетании с или без межтеловой стабилизации). Неблагоприятный исход первичной операции был обусловлен несращением с развитием псевдоартроза, потерей коррекции на оперированном уровне, несостоятельностью транспедикулярной фиксации, грубыми патологическими изменениями на соседних уровнях.

Послеоперационная госпитализация составила в группе PSO $32,5 \pm 7,4$ дня (от 20 до 46 дней) против $27,1 \pm 7,4$ дня (от 15 до 43 дней) в группе комбинированного лечения ($p = 0,558758$). Продолжительность хирургического вмешательства в I группе составила $402,5 \pm 55,6$ мин и была меньше, чем суммарная всех этапов во II группе — $526,0 \pm 116,2$ мин. Данный показатель достоверно отличался в группах ($p = 0,001124$). Средняя кровопотеря в I группе — $1862,5 \pm 454,3$ мл, что было значительно больше, чем общий объем во всех этапах операции II группы — $1096,0 \pm 543,3$ мл ($p = 0,000171$).

В I группе вертебротомия всем пациентам проводилась на уровне L3 позвонка. Транспедикулярная фиксация выполнена на пяти уровнях в 9 (75,0 %) случаях, на шести уровнях — в 3 (25,0 %) случаях.

Во II группе транспедикулярная стабилизация выполнена всем 30 пациентам. Двухуровневая фиксация проведена в 14 (46,7 %) случаях, трех-

уровневая — в 11 (36,7 %), четырехуровневая — в 5 (16,6 %). ALIF и ТПФ (транспедикулярная фиксация) на уровнях L4-L5 и (или) L5-S1 выполнены 10 (33,3 %) пациентам. Вентральный межтеловой спондилодез и задняя винтовая фиксация, дополненные DLIF на уровнях L2-L3 и (или) L3-L4, проведены 14 (46,7 %) пациентам. ALIF и ТПФ, дополненные TLIF только на уровне L3-L4, проведены 6 пациентам (20,0 %).

Статистический анализ изменений клинических и радиологических параметров в группах в сравнении с до- и после операции представлен в табл. 1–4. Из представленных данных видно достоверно значимое улучшение всех исследованных параметров в обеих группах.

При межгрупповом сравнении исследуемых параметров определены следующие закономерности. В группе комбинированного лечения боль в спине по VAS после операции и через 1 год достоверно была ниже, чем в группе PSO ($p = 0,015424$ и $p = 0,015424$ соответственно). MCID ODI в I группе был достигнут в 9 (75,0 %) случаях, во II группе — в 26 (86,7 %). При этом в группе комбинированного лечения ODI через 1 год был значительно ниже, чем у пациентов с PSO ($p = 0,000001$). По результатам сравнительного анализа радиологических данных также определены достоверные различия в группах. В группе комбинированного лечения в сравнении с группой PSO после операции и через 1 год SVA были значительно меньше ($p = 0,029879$ и $p = 0,000014$ соответственно), поясничный лордоз LL был достоверно больше ($p = 0,045002$ и $p = 0,024120$ соответственно), индекс распределения лордоза (LDI) был восстановлен оптимальнее ($p = 0,000001$ и $p = 0,000002$ соответ-

Таблица 1 / Table 1

Анализ клинических данных I группы

Analysis of clinical data of group I

Параметры	До операции	После операции	<i>p</i> -level	Через 1 год	<i>p</i> -level
VAS спина, баллы	$7,3 \pm 0,5$	$4,3 \pm 1,1$	0,002218 *	$5,0 \pm 1,3$	0,007686 *
VAS нога, баллы	$2,8 \pm 1,1$	$0,8 \pm 0,8$	0,002218 *	$1,3 \pm 0,9$	0,002218 *
ODI, %	$66,5 \pm 5,9$	—	—	$51,0 \pm 8,7$	0,009633 *

* Изменения статистически значимы.

Примечание. VAS — Визуально-аналоговая шкала боли. ODI — индекс Освестри.

* Changes are statistically significant.

Note. VAS — Visual Analog scale. ODI — Oswestry Disability Index.

Таблица 2 / Table 2

Анализ клинических данных II группы

Analysis of clinical data of group II

Параметры	До операции	После операции	<i>p</i> -level	Через 1 год	<i>p</i> -level
VAS спина, баллы	$6,7 \pm 0,9$	$3,3 \pm 0,9$	0,000002 *	$3,3 \pm 0,8$	0,000002 *
VAS нога, баллы	$4,6 \pm 1,4$	$0,5 \pm 0,6$	0,000002 *	$0,9 \pm 0,8$	0,000002 *
ODI, %	$60,4 \pm 8,0$	—	—	$34,7 \pm 4,9$	0,000002 *

* Изменения статистически значимы.

Примечание. VAS — Визуально-аналоговая шкала боли. ODI — индекс Освестри.

* Changes are statistically significant.

Note. VAS — Visual Analog scale. ODI — Oswestry Disability Index.

Таблица 3 / Table 3

Анализ изменений параметров сагиттального баланса I группы
Analysis of changes in the sagittal balance parameters of group I

Параметры	До операции	После операции	p-level	Через 1 год	p-level
PT, градусы	28,5 ± 8,2	17,8 ± 4,8	0,002218 *	21,5 ± 7,7	0,002218 *
SVA, см	12,5 ± 6,1	4,2 ± 1,1	0,002218 *	6,3 ± 0,9	0,63787
LL, градусы	11,3 ± 22,5	48,8 ± 9,8	0,002218 *	43,3 ± 7,3	0,002218 *
LDI, %	30,0 ± 31,6	34,0 ± 6,4	0,15794	41,0 ± 10,6	0,15794
PI-LL, градусы	40,5 ± 23,0	3,0 ± 7,3	0,002218 *	8,5 ± 8,7	0,002218 *
GAP, баллы:					
0–2	0	3 (25,0 %)	0,0641	3 (25,0 %)	0,0641
3–6	0	6 (50,0 %)	0,0137 *	3 (25,0 %)	0,0641
>7	12 (100 %)	3 (25,0 %)	0,0003 *	6 (50,0 %)	0,0137 *

* Изменения статистически значимы.

* Changes are statistically significant.

Таблица 4 / Table 4

Анализ изменений параметров сагиттального баланса II группы
Analysis of changes in the sagittal balance parameters of group II

Параметры	До операции	После операции	p-level	Через 1 год	p-level
PT, градусы	26,1 ± 5,7	17,4 ± 3,9	0,000002 *	19,33 ± 4,4	0,000002 *
SVA, см	6,7 ± 3,5	2,7 ± 2,3	0,000002 *	3,7 ± 1,7	0,000004 *
LL, градусы	36,3 ± 18,6	55,1 ± 11,8	0,000002 *	51,6 ± 10,7	0,000002 *
LDI, %	35,8 ± 20,9	68,7 ± 10,8	0,000002 *	68,9 ± 10,0	0,000002 *
PI-LL, градусы	21,0 ± 13,8	2,2 ± 8,7	0,000002 *	5,7 ± 8,1	0,000002 *
GAP, баллы:					
0–2	0	16	0,000001 *	18	0,000001 *
3–6	14	14	0,999999	12	0,794882
>7	16	0	0,000001 *	0	0,000001 *

* Изменения статистически значимы.

* Changes are statistically significant.

ственно), а также показатель GAP был значительно ниже ($p = 0,005845$ и $p = 0,002639$ соответственно). Остальные исследуемые параметры достоверно не различались.

В группе PSO у 3 (25,0 %) пациентов имелся III тип по Russoly, у 9 (75,0 %) — IV тип, I и II типы — ни в одном случае. В группе комбинированного лечения I и II типы по Russoly выявлены у 2 (6,7 %) пациентов, у 18 (60,0 %) — III тип, у 10 (33,3 %) — IV тип. Восстановление идеального типа Russoly не отмечено ни у одного пациента группы PSO, тип ниже идеального — в 3 (25,0 %) случаях, гиперкоррекция — в 9 (75,0 %) случаях. Восстановление идеального типа Russoly отмечено у 18 (60,0 %) пациентов группы комбинированного лечения, тип ниже идеального — в 6 (20,0 %) случаях, выше идеального — также в 6 (20,0 %) случаях. Таким образом, сравнивая возможности методик по восстановлению идеального типа Russoly, отмечено, что в группе комбинированного лечения его достижение значительно превосходило таковое в группе PSO ($p = 0,00032$).

Встречавшиеся осложнения были разделены на 5 видов: механические, инфекционные (ИОХВ), неврологические, тромбозоболочечные и прочие. К механическим осложнениям были отнесены: перелом элементов металлоконструкции, перелом частей позвонков, миграция имплантатов, проксимального переходного кифоза (Proximal Junctional Kyphosis — PJK), несостоятельность концевых точек фиксации. К прочим относились: пневмония, уроинфекция, травма крупных сосудов, эвентрация петель кишечника, ликворея, почечная недостаточность. Распределение видов осложнений в группах представлено в табл. 5. По этим данным видно, что в группе PSO общее количество осложнений достоверно выше, чем у пациентов с комбинированным лечением ($p = 0,001$).

В I группе имелось 5 (41,7 %) механических осложнений, которые были обусловлены переломом стержней в 3 (25,0 %) случаях, диагностированных через 4, 6 и 7 мес., и развитием в 2 случаях PJK 1A и 3A по M. Yagi и соавт. [16], диагностированных

Таблица 5 / Table 5

Сравнительный анализ осложнений у пациентов в I и II группах
Comparative analysis of complications of groups I and II

Виды осложнений	I группа	II группа	p-level
Механические	5 (41,7 %)	3 (10,0 %)	0,0309 *
Инфекционные	1 (8,3 %)	1 (3,3 %)	0,4948
Неврологические	3 (25,0 %)	1 (3,3 %)	0,0192 *
Тромбоэмболические	3 (25,0 %)	6 (20,0 %)	0,6987
Прочие	5 (41,7 %)	6 (10,0 %)	0,069
Количество пациентов с осложнениями	12 (100 %)	13 (43,3 %)	0,0005 *

* Изменения статистически значимы.

* Changes are statistically significant.

через 3 и 10 мес. В данной группе у всех 5 пациентов с механическими осложнениями имелась гиперкоррекция типа Russoly. Во II группе механические осложнения были связаны в 1 (3,3 %) случае с переломом тела позвонка и в 2 (6,7 %) — с миграцией гиперлордотического кейджа.

Число повторных хирургических вмешательств в I группе составило 4 (33,3 %) случая: в трех — перелом элементов металлоконструкции, в одном — РЖК.

Во II группе было 3 (10,0 %) реоперации: в одном случае — эвентрация петель тонкого кишечника, в двух — миграция межтелового имплантата. Однако при межгрупповом сравнении достоверных различий по признаку реоперации не выявлено ($p = 0,164$).

На рис. 1 и 2 представлены клинические примеры хирургического лечения пациентов из группы PSO и комбинированного лечения.

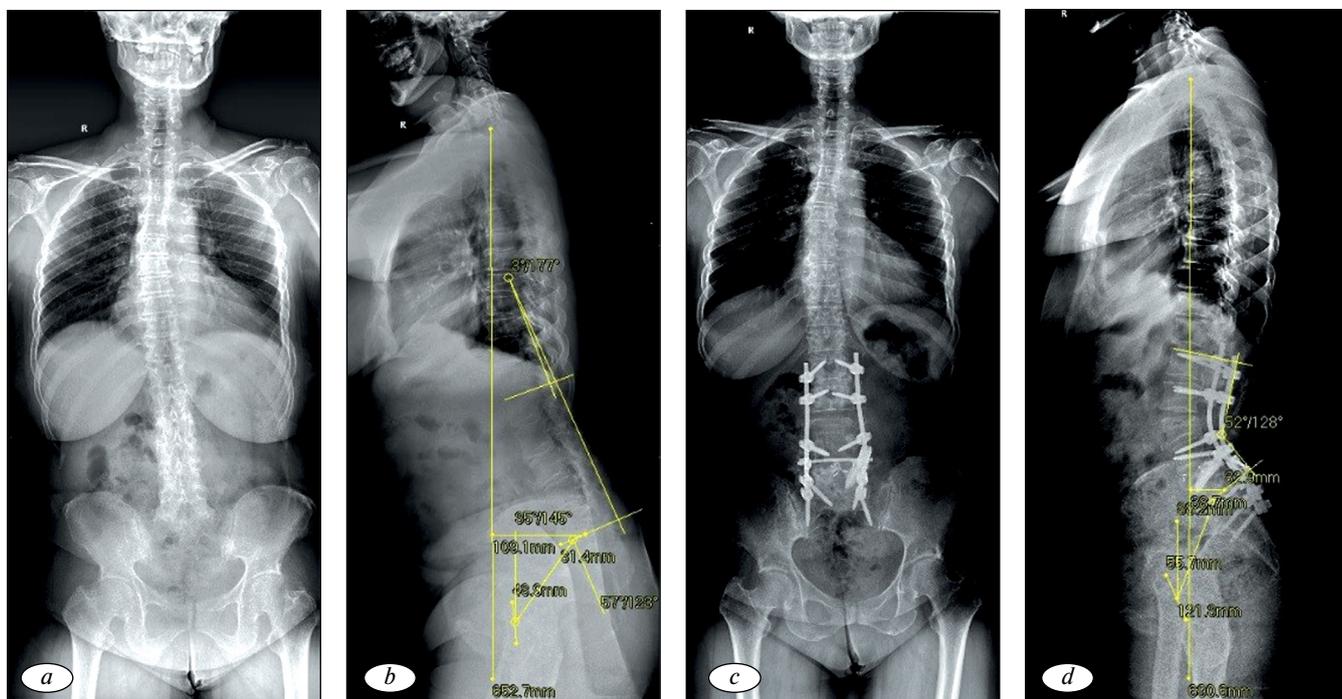


Рис. 1. Рентгенограммы пациентки, 55 лет, с дегенеративным стенозом и нарушением сагиттального баланса, проявляющихся выраженным болевым синдромом в поясничном отделе позвоночника, синдромом компрессии L4, L5 корешков слева: *a* и *b* — дооперационные рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях. PI — 57°, PI-LL — 54°, PT — 35°, SVA — 109 мм, LDI — 33 %, GAP — 11 баллов, III тип Russouly. Пациентке проведено: PSO L3, PLIF на уровне L4-L5, остеотомия Schwab II типа на уровне L4-L5, задняя винтовая фиксация L1-S1; *c* и *d* (через 1 год) — рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях. PI — 57°, PI-LL — 5°, PT — 18°, SVA — 38 мм, LDI — 25 %, GAP — 4 балла

Fig. 1. X-Ray scans of a 55-year-old patient with degenerative stenosis and sagittal imbalance, radiculopathy L4 and L5 on the left with severe pain in the lumbar spine: *a* and *b* — preoperative X-Ray scans in step mode at the anterior and lateral views. PI — 57°, PI-LL — 54°, PT — 35°, SVA — 109 mm, LDI — 33%, GAP — 11 points, III type Russouly. The patient underwent: PSO at L3 level, PLIF at the L4-L5 level, osteotomy Schwab II type at the L4-L5 level, posterior screw fixation at the L1-S1 levels; *c* and *d* (after 1 year) — X-Ray scans in step mode at the anterior and lateral views postoperatively. PI — 57°, PI-LL — 5°, PT — 18°, SVA — 38 mm, LDI — 25%, GAP — 4 points

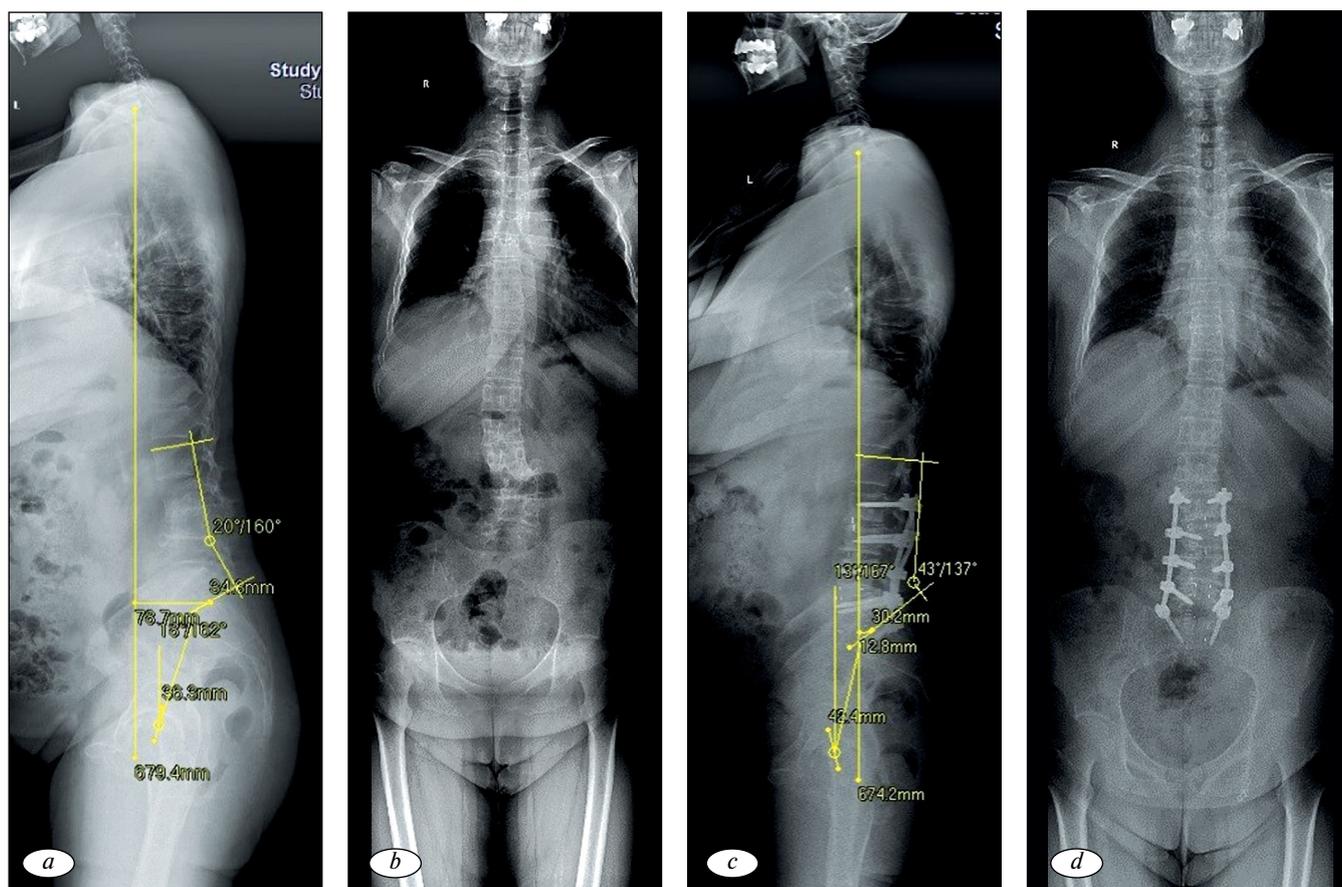


Рис. 2. Рентгенограммы пациентки, 50 лет, с поясничным сколиозом de novo, нарушением сагиттального баланса, дегенеративным стенозом, проявляющихся выраженным болевым синдромом в поясничном отделе позвоночника и нейрогенной перемежающейся хромотой: *a* и *b* — дооперационные рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях. PI — 46°, PI-LL — 26°, PT — 18°, SVA — 78 мм, LDI — 96 %, GAP — 7 баллов, III тип Russouly. Пациентке проведено: ALIF на уровнях L4-L5, L5-S1 и DLIF на уровнях L2-L3, L4-L5, остеотомия Schwab I и II тип на всех уровнях, задняя винтовая фиксация L2-S1; *c* и *d* (через 1 год) — рентгенограммы в степ-режиме в боковой и прямой проекциях после. PI — 46°, PI-LL — 3°, PT — 13°, SVA — 30 мм, LDI — 79 %, GAP — 2 балла

Fig. 2. X-Ray scans of a 50-year-old patient with de novo lumbar scoliosis, sagittal imbalance, degenerative stenosis, with neurogenic intermittent claudication and severe pain in the lumbar spine: *a* and *b* — preoperative X-Ray scans in step mode at the anterior and lateral views. PI — 46°, PI-LL — 26°, PT — 18°, SVA — 78 mm, LDI — 96%, GAP — 7 points, III type Russouly. The patient underwent: ALIF at the L4-L5, L5-S1 levels and DLIF at the L2-L3, L4-L5 levels, osteotomy by Schwab I and II type at all lumbar levels, posterior screw fixation at the L2-S1 levels; *c* and *d* (after 1 year) — radiographs in step mode at the anterior and lateral views postoperatively. PI — 46°, PI-LL — 3°, PT — 13°, SVA — 30 mm, LDI — 79%, GAP — 2 points

ОБСУЖДЕНИЕ

Трехколонные остеотомии, такие как PSO, являются наиболее выполняемыми и эффективными у пациентов с деформациями позвоночника при необходимости значимой коррекции, особенно в сагиттальной плоскости [17]. Однако данный вид хирургического вмешательства сопряжен с высокой частотой периоперационных осложнений, которые могут достигать 59 % [17], а связанная с этим частота повторных операции 28 % [11].

Альтернативой PSO, не уступающей по корригирующим возможностям, может быть использование комбинации хирургических методик в виде корригирующих спондилодезов, выполненных из вентрального, бокового, дорзальных доступов в сочетании с задней винтовой фиксацией. Преимуществами данного вида хирургического лечения па-

циентов с деформациями позвоночника могут быть снижение одномоментной операционной травмы, за счет временного разделения этапов, их выполнения минимально-инвазивным способом. Данный подход может отражаться на частоте периоперационных осложнений, что является крайне важным моментом у возрастных пациентов с отягощенным коморбидным статусом. К преимуществам данного вида лечения также можно отнести возможность гармоничного восстановления позвоночно-тазовых взаимоотношений, оказывающих значимое влияние на глобальный сагиттальный профиль позвоночника.

Как известно, нижне-поясничный лордоз формирует до 70 % общего поясничного лордоза [11]. При грубой дегенерации L4-L5, L5-S1 межпозвонковых дисков происходит потеря оптимального распределения поясничного лордоза, что является пусковым

механизмом в развитии сагиттального дисбаланса с соответствующими клиническими проявлениями [2, 3, 4]. Поэтому одной из главных задач при хирургических вмешательствах, направленных на коррекцию в сагиттальной плоскости, является гармоничное восстановление поясничного лордоза за счет двух ниже-поясничных межпозвонковых дисков. В настоящем исследовании при сравнении двух методик выявлено значимое увеличение поясничного лордоза сразу после хирургического вмешательства как в группе PSO ($p = 0,002218$), так и в группе комбинированного лечения ($p = 0,000002$), что прослеживалось и как минимум через 1 год с момента операции ($p = 0,002218$ и $p = 0,000002$ соответственно). Однако индекс распределения лордоза значительно улучшился только во II группе и после операции, и через 1 год после ее проведения ($p = 0,000002$ и $p = 0,000002$ соответственно).

На гармоничность сагиттального баланса указывает тип Russouly, а точнее его значения, приведенные к идеальным, после корригирующего вмешательства. Тип определяется до операции по константному параметру PI. Исходя из этого, значения его характеризующих параметров можно вычислить до операции [13]. Стремление к созданию идеального типа Russouly после корригирующего вмешательства является одной из главных его задач. Обоснованием данного утверждения является исследование J. Pizones и соавт. [13]. На когорте из 96 пациентов с деформациями позвоночника и минимум двухлетним периодом наблюдения ими определена значимая связь между механическими осложнениями и типом Russouly после операции. У пациентов с восстановлением идеального типа доля пациентов с механическими осложнениями составила 15,1%, при типе Russouly выше идеального — 77,4 % механических осложнений, ниже идеального — 58,3 %. Комбинированный подход при коррекции деформаций с преимущественным нарушением в сагиттальной плоскости имеет большие технические возможности с точки зрения адресного воздействия. PSO не всегда позволяет придерживаться вышеуказанного принципа, так как на поясничном уровне его проведение в большинстве случаев выполнимо не ниже уровня L3 позвонка, что не позволяет в ряде случаев восстановить идеальный тип Russouly. В другом исследовании J. Pizones и соавт. [18] оценили восстановление идеального типа Russouly в зависимости от уровня проведения PSO (L3, L4 или L5). Ими выявлено, что максимальная возможность добиться идеального типа была при проведении PSO L4 и III типе Russouly. Однако это удалось лишь у 51,9 % пациентов. В нашем исследовании восстановление идеального типа Russouly не отмечено ни у одного пациента из группы PSO, при этом в группе комбинированного лечения это достигнуто у 18 (60,0 %) человек. Различия в группах были достоверны ($p = 0,00032$). Несмотря на то что в группе PSO у всех 5 пациентов с механическими осложнениями имелась гиперкоррекция, в общей когорте пациентов значимой корреляционной связи с послеоперационным типом Russouly не

выявлено ($p = 0,098$). Это может быть обусловлено малой статистической выборкой.

К настоящему времени растет число исследований по сравнению результатов хирургического лечения пациентов с грубыми деформациями позвоночника методом трехколонной остеотомии и корригирующего межтелового спондилодеза на поясничном отделе позвоночника. Хотя высококачественные работы отсутствуют. Одной из квинтэссенций таких исследований является сопоставимость корригирующих возможностей обсуждаемых методик. В работе J.C. Leveque и соавт. [19] выявлено, что поясничный лордоз после PSO в среднем увеличился на 35°, против 31° в группе вентрального корригирующего спондилодеза ($p > 0,05$), PI-LL уменьшился до 10,7° и 10,2° соответственно (достоверность отличий между группами $p > 0,05$). G. M. Mundis и соавт. [17] в аналогичном исследовании также не выявили различия между группами по корригирующим возможностям. Поясничный лордоз увеличился на 29,5° в группе комбинированного лечения и на 25,4° в группе PSO ($p = 0,52$), PI-LL уменьшен на 29,6° против 24,9° соответственно ($p = 0,41$). В нашем исследовании отмечено значимое улучшение всех позвоночно-тазовых и глобальных параметров в обеих группах в сравнении с дооперационными данными, кроме LDI в группе PSO. Однако в отличие от вышеупомянутых исследований, мы выявили, что в группе комбинированного лечения такие параметры, как SVA, LL, LDI, GAP, были улучшены значительно, чем в группе PSO. Этот эффект прослеживался и через 1 год после операции ($p < 0,05$). Остальные исследуемые параметры достоверно не различались.

Хирургическое лечение пациентов с деформациями позвоночника, не зависимо от его вида, всегда протяженное и сопряжено со значительной кровопотерей. Конечно, важное влияние на эти параметры оказывают опыт хирурга, оснащенность операционной, качество анестезиологического обеспечения. J.C. Leveque и соавт. [19] в сравнительном исследовании выявили достоверно меньшую кровопотерю при комбинированном лечении (суммарно всех стадий), чем при PSO, в среднем 1466 мл против 2910 мл соответственно ($p = 0,007$). Наши данные оказались сопоставимы с предыдущими. Средняя кровопотеря в группе PSO составила $1862,5 \pm 454,3$ мл, а в группе комбинированного лечения — $1096,0 \pm 543,3$ мл ($p = 0,000171$). Однако общая продолжительность хирургического вмешательства во II группе превосходила I группу, $526,0 \pm 116,2$ мин против $402,5 \pm 55,6$ мин соответственно ($p = 0,001124$).

Значимой проблемой при хирургическом лечении пациентов с деформациями позвоночника остается высокая частота периоперационных осложнений, что обусловлено продолжительностью вмешательства, степенью травматичности [10, 11, 20]. По данным разных авторов, их величина может достигать 40 % и более [10, 11, 20, 21]. Определенное значение имеет тип операции — остеотомия выполняется как первичная операция, либо в качестве

повторного вмешательства. М.С. Gupta и соавт. [22] в своем исследовании выявили 27,1 % «больших» осложнений при первичной PSO и 48,4 % — при ревизионной PSO. При комбинированном подходе в хирургии деформаций позвоночника также имеется достаточное количество осложнений, которое может быть сопоставимо с трехколонной остеотомией [17, 22]. Для данных вмешательств характерны специфические осложнения, обусловленные типом доступа (вентральный, прямой боковой). К ним можно отнести повреждение крупных сосудов, органов брюшной полости и забрюшинного пространства, неврологические расстройства, обусловленные повреждением нервов поясничного сплетения. В работе G.M. Mundis и соавт. [17] по сравнению с результатами хирургического лечения пациентов методом PSO и комбинированного минимально-инвазивного метода не выявлено достоверных отличий по числу больших осложнений — 41,2 % против 35,3 % соответственно ($p = 0,73$). J.C. Leveque в похожем исследовании получил иные данные [19]. Он выявил 57,1 % осложнений в группе PSO и 15,4 % — в группе комбинированного лечения ($p = 0,046$). В нашей работе отмечено достоверное большее количество всех осложнений в группе PSO ($p = 0,001$). В данной группе также преобладали такие виды осложнений, как механические и неврологические ($p = 0,0309$ и $p = 0,0192$ соответственно). В группе PSO 3 (25,0 %) осложнения были обусловлены переломом стержней и 2 (16,7%) — развитием проксимального переходного кифоза, при этом у всех пациентов имелась гиперкоррекция типа Russouly. В группе комбинированного лечения выявлен перелом тела позвонка в 1 (3,3 %) случае, а также миграция межтелового кейджа в 2 (6,7 %) случаях.

В работах с I и II уровнем доказательности показано, что качество жизни пациентов с деформациями позвоночника после корригирующих вмешательств значительно улучшается, несмотря на достаточно большое количество осложнений [22]. F.J. Schwab и соавт. [22] в крупном проспективном мультицентровом исследовании выявили значимую корреляционную связь между параметрами сагиттального баланса (SVA, PT и PI-LL) и качеством жизни (ODI, SF-12, SRS-22r). По данным обзора литературы, проведенного R. Saigal и соавт. [12], включившего данные 26 статей, хирургическое вмешательство у взрослых пациентов с деформациями позвоночника, направленное на их коррекцию, достоверно улучшило качество жизни по таким шкалами, как ODI, SF36-PC, SF36-PC. Аналогичные результаты определены в метаанализе А.М. Tarawneh и соавт. [23]. Основываясь на данных 8 статей с общим количеством пациентов 431, авторы выявили, что MCID был достигнут как по шкале ODI, так и по SRS (22 или 24). В настоящем исследовании как в группе PSO, так и в группе комбинированного лечения через год после операции отмечено значимое снижение болевого синдрома по шкале VAS и улучшение качества жизни по ODI. MCID по ODI в 14,3 балла был достигнут в группе PSO у 75,0 % пациентов,

в группе комбинированного лечения — у 86,7 %. При межгрупповом сравнении отмечено более значимое улучшение качества жизни (ODI) через 1 год после операции у пациентов II группы ($p = 0,000001$).

Конечно, нельзя утверждать, что комбинированный способ лечения пациентов с деформациями позвоночника дегенеративной этиологии полностью заменит PSO. Он займет определенную нишу. Применение комбинации способов может быть альтернативой PSO с позиции уменьшения одномоментной операционной агрессии за счет использования минимально-инвазивных технологий, временного разделения хирургического вмешательства на этапы, что будет способствовать снижению числа больших осложнений без ущерба для корригирующих возможностей. Требуется проведение высокодоказательных исследований с большим количеством пациентов для уточнения показаний к использованию данного вида хирургического лечения.

Согласно классификация SIGN (Шотландской межколлегийской организации по разработке клинических рекомендаций — Scottish Intercollegiate Guidelines Network), данное исследование относится к уровню доказательности «2—». Ограничениями данного исследования являются: отсутствие псевдорандомизации методом PSM из-за малого количества клинического материала; одноцентровое ретроспективное исследование; неоднородный период послеоперационного наблюдения (от 1 до 4 лет).

ВЫВОДЫ

Корригирующие вмешательства на поясничном отделе позвоночника у пациентов с деформациями позвоночника дегенеративной этиологии значимо улучшают показатели позвоночно-тазового и глобального сагиттального баланса, значимо снижают интенсивность болевого синдрома и повышают качество жизни.

Передний корригирующий межтеловой спондилодез на уровнях L4-L5, L5-S1 в многоэтапном хирургическом лечении по сравнению с PSO достоверно лучше и гармоничнее восстанавливает параметры сагиттального баланса, имеет значительно ниже объем интраоперационной кровопотери, меньше периоперационных осложнений и значительно улучшает качество жизни пациентов.

ЛИТЕРАТУРА [REFERENCES]

1. Schwab F, Patel A, Ungar B, et al. Adult spinal deformity-postoperative standing imbalance: how much can you tolerate? An overview of key parameters in assessing alignment and planning corrective surgery. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2010;35(25):2224-2231. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181ee6bd4>.
2. Aebi M. The adult scoliosis. *Eur Spine J*. 2005;14(10):925-948. <https://doi.org/10.1007/s00586-005-1053-9>.
3. Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, et al. The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2005;30(18):2024-2029. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000179086.30449.96>.

4. Михайлов Д.А., Пташников Д.А., Усиков В.Д., и др. Актуальные вопросы лечения дегенеративного сколиоза на современном этапе (обзор зарубежной литературы). *Травматология и ортопедия России*. 2014;(4):127-134. [Mikhaylov DA, Ptashnikov DA, Usikov VD, et al. Topical issues of treatment of degenerate scoliosis at adults at the present stage (review). *Travmatologiya i ortopediya Rossii*. 2014;(4):127-134. (In Russ.)]
5. Le Huec JC, Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *Eur Spine J*. 2016;25(11):3630-3637. <https://doi.org/10.1007/s00586-016-4485-5>.
6. Васильев А.И. Дегенеративный сколиоз: обзор мировой литературы. *Хирургия позвоночника*. 2016;13(4):56-65. [Vasilyev AI. Degenerative scoliosis: literature review. *Hirurgiâ pozvonochnika (Spine Surgery)*. 2016;13(4):56-65. (In Russ.)] <https://doi.org/10.14531/ss2016.4.56-65>.
7. Schwab F, Blondel B, Chay E, et al. The comprehensive anatomical spinal osteotomy classification. *Neurosurgery*. 2015;76(Suppl 1):S33-41; discussion S41. <https://doi.org/10.1227/01.neu.0000462076.73701.09>.
8. Пантелеев А.А. Эффективность применения педикулярной субтракционной остеотомии в целях коррекции сагиттального баланса у пациентов с ригидными деформациями позвоночника: Дисс. ... кан. мед. наук. М.; 2019. 168 с. [Panteleev AA. *Effektivnost' primeneniya pedikulyarnoi subtraksionnoi osteotomii v tselyakh korrektsii sagittal'nogo balansa u patsientov s rigidnymi deformatsiyami pozvonochnika*. [dissertation] Moscow; 2019. 168 p. (In Russ.)] Available at: <https://www.sechenov.ru/upload/medialibrary/055/DISSERTATSIYA-Panteleev.pdf>
9. Berjano P, Aebi M. Pedicle subtraction osteotomies (PSO) in the lumbar spine for sagittal deformities. *Eur Spine J*. 2015;24(Suppl 1):S49-57. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3670-7>.
10. Auerbach JD, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Major complications and comparison between 3-column osteotomy techniques in 105 consecutive spinal deformity procedures. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2012;37(14):1198-1210. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e31824ffde>.
11. O'Neill KR, Lenke LG, Bridwell KH, et al. Clinical and radiographic outcomes after 3-column osteotomies with 5-year follow-up. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2014;39(5):424-432. <https://doi.org/10.1097/BRS.000000000000156>.
12. Saigal R, Mundis GM Jr, Eastlack R, et al. Anterior column realignment (ACR) in adult sagittal deformity correction: technique and review of the literature. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2016;41(Suppl 8):S66-73. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001483>.
13. Pizones J, Moreno-Manzanaro L, Sánchez Pérez-Grueso FJ, et al. ESSG European Spine Study Group. Restoring the ideal Roussouly sagittal profile in adult scoliosis surgery decreases the risk of mechanical complications. *Eur Spine J*. 2020;29(1):54-62. <https://doi.org/10.1007/s00586-019-06176-x>.
14. Yilgor C, Sogunmez N, Yavuz Y, et al. European Spine Study Group. Relative lumbar lordosis and lordosis distribution index: individualized pelvic incidence-based proportional parameters that quantify lumbar lordosis more precisely than the concept of pelvic incidence minus lumbar lordosis. *Neurosurg Focus*. 2017;43(6):E5-E9. <https://doi.org/10.3171/2017.8.FOCUS17498>
15. Yuksel S, Ayhan S, Nabiyev V, et al. European Spine Study Group (ESSG). Minimum clinically important difference of the health-related quality of life scales in adult spinal deformity calculated by latent class analysis: is it appropriate to use the same values for surgical and nonsurgical patients? *Spine J*. 2019;19(1):71-78. <https://doi.org/10.1016/j.spinee.2018.07.005>.
16. Yagi M, Akilah KB, Boachie-Adjei O. Incidence, risk factors and classification of proximal junctional kyphosis: surgical outcomes review of adult idiopathic scoliosis affiliations. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2011;36(1):E60-68. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181eeae2>.
17. Mundis GM Jr, Turner JD, Kabirian N, et al. International Spine Study Group. Anterior column realignment has similar results to pedicle subtraction osteotomy in treating adults with sagittal plane deformity. *World Neurosurg*. 2017;105:249-256. <https://doi.org/10.1016/j.wneu.2017.05.122>.
18. Pizones J, Moreno-Manzanaro L, Perez-Grueso FJS, et al. ESSG European Spine Study Group. Effect of lumbar pedicle subtraction osteotomy level on lordosis distribution and shape. *Eur Spine J*. 2020;29(6):1388-1396. <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06421-8>.
19. Leveque JC, Yanamadala V, Buchlak QD, Sethi RK. Correction of severe spinopelvic mismatch: decreased blood loss with lateral hyperlordotic interbody grafts as compared with pedicle subtraction osteotomy. *Neurosurgical Focus*. 2017;43(2):E15. <https://doi.org/10.3171/2017.5.FOCUS17195>.
20. Daubs MD, Brodke DS, Annis P, Lawrence BD. Perioperative complications of pedicle subtraction osteotomy. *Global Spine J*. 2016;6(7):630-635. <https://doi.org/10.1055/s-0035-1570088>.
21. Gupta MC, Ferrero E, Mundis G, et al. International Spine Study Group. Pedicle subtraction osteotomy in the revision versus primary adult spinal deformity patient: is there a difference in correction and complications? *Spine (Phila Pa 1976)*. 2015;40(22):E1169-1175. <https://doi.org/10.1097/BRS.0000000000001107>.
22. Schwab FJ, Blondel B, Bess S, et al. International Spine Study Group (ISSG). Radiographical spinopelvic parameters and disability in the setting of adult spinal deformity: a prospective multicenter analysis. *Spine (Phila Pa 1976)*. 2013;38(13):E803-812. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e318292b7b9>.
23. Tarawneh AM, Venkatesan M, Pasku D, et al. Impact of pedicle subtraction osteotomy on health-related quality of life (HRQOL) measures in patients undergoing surgery for adult spinal deformity: a systematic review and meta-analysis. *Eur Spine J*. 2020. (Forthcoming). <https://doi.org/10.1007/s00586-020-06439-y>.

Информация об авторах:

Евгений Сергеевич Байков — канд. мед. наук, заведующий отделением нейрохирургии № 2. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. SPIN: 5367-5438. Scopus 57189456380. ORCID 0000-0002-4430-700X. E-mail: Evgen-bajk@mail.ru.

Алексей Владимирович Пелеганчук — канд. мед. наук, нейрохирургическое отделение № 2. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-4588-428X. Scopus 57203729190. E-mail: APeleganchuk@mail.com.

Абдугафур Джабборович Сангинов — канд. мед. наук, нейрохирургическое отделение № 2. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-4744-4077. Scopus 57202849091 и 57204055129. E-mail: Dr.sanginov@gmail.com.

Ольга Николаевна Леонова — канд. мед. наук. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-9916-3947. E-mail: onleonova@gmail.com.

Александр Владимирович Крутько — д-р мед. наук, начальник отдела нейровертебрологии. ФГБУ «НИИТО им. Я.Л. Цивьяна», Новосибирск. ORCID 0000-0002-2570-3066. Scopus 54795500200. E-mail: AKrutko@niito.ru.

Information about authors:

Evgenii S. Baykov — MD, PhD, Head of the Department of Neurosurgery No. 2. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. SPIN: 5367-5438. ORCID: 0000-0002-4430-700X. Scopus 57189456380. E-mail: Evgen-bajk@mail.ru.

Alexey V. Peleganchuk — MD, PhD, Department of Neurosurgery No. 2. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. ORCID 0000-0002-4588-428X. Scopus 57203729190. E-mail: APeleganchuk@mail.com.

Abdugafur J. Sanginov — MD, PhD, Department of Neurosurgery No. 2. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. E-mail: Dr.sanginov@gmail.com.

Olga N. Leonova — MD, PhD, Research scientist. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. ORCID 0000-0002-9916-3947. E-mail: onleonova@gmail.com.

Aleksandr V. Krutko — MD, PhD, Head of the Department of Neurovertebrology. Ya.L. Tsivyan Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Novosibirsk. ORCID 0000-0002-2570-3066. Scopus 54795500200. E-mail: AKrutko@niito.ru.