

**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 клиничко-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. Клиничко-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 клиничко-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 *тип 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 клинко-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. Yilgor 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 ( $\rho$ ): < 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/м<sup>2</sup> (от 22,2 до 37,7 кг/м<sup>2</sup>). Во вторую группу вошли 4 (13,3 %) мужчины и 26 (86,7 %) женщин. Средний

возраст исследуемых пациентов — 58,9 ± 7,9 года (от 41 до 75 лет). Индекс массы тела в среднем составил 32,2 ± 3,5 кг/м<sup>2</sup> (от 24,7 до 38,3 кг/м<sup>2</sup>).

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 моносегментарный 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 ± 7,4 дня (от 20 до 46 дней) против 27,1 ± 7,4 дня (от 15 до 43 дней) в группе комбинированного лечения ( $p = 0,558758$ ). Продолжительность хирургического вмешательства в I группе составила 402,5 ± 55,6 мин и была меньше, чем суммарная всех этапов во II группе — 526,0 ± 116,2 мин. Данный показатель достоверно отличался в группах ( $p = 0,001124$ ). Средняя кровопотеря в I группе — 1862,5 ± 454,3 мл, что было значительно больше, чем общий объем во всех этапах операции II группы — 1096,0 ± 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	$p$ -level	Через 1 год	$p$ -level
VAS спина, баллы	7,3 ± 0,5	4,3 ± 1,1	0,002218 *	5,0 ± 1,3	0,007686 *
VAS нога, баллы	2,8 ± 1,1	0,8 ± 0,8	0,002218 *	1,3 ± 0,9	0,002218 *
ODI, %	66,5 ± 5,9	—	—	51,0 ± 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	$p$ -level	Через 1 год	$p$ -level
VAS спина, баллы	6,7 ± 0,9	3,3 ± 0,9	0,000002 *	3,3 ± 0,8	0,000002 *
VAS нога, баллы	4,6 ± 1,4	0,5 ± 0,6	0,000002 *	0,9 ± 0,8	0,000002 *
ODI, %	60,4 ± 8,0	—	—	34,7 ± 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.

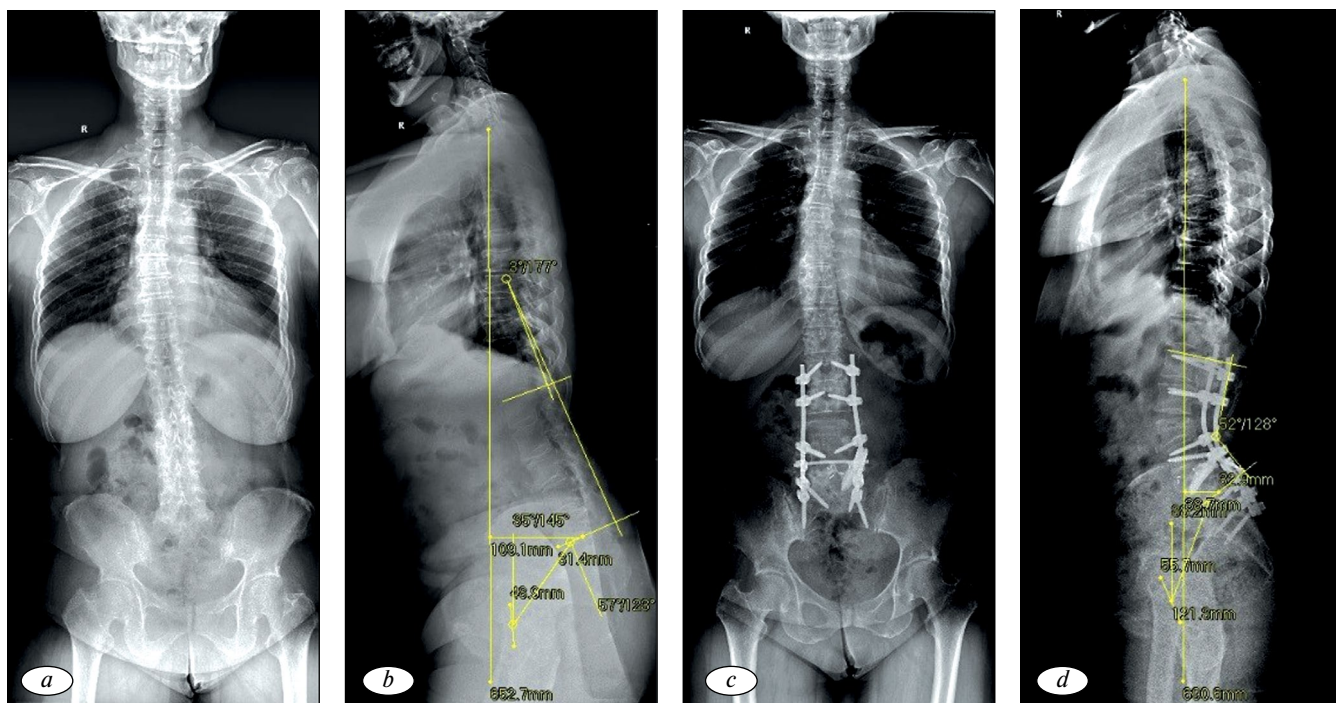
\* Changes are statistically significant.

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.

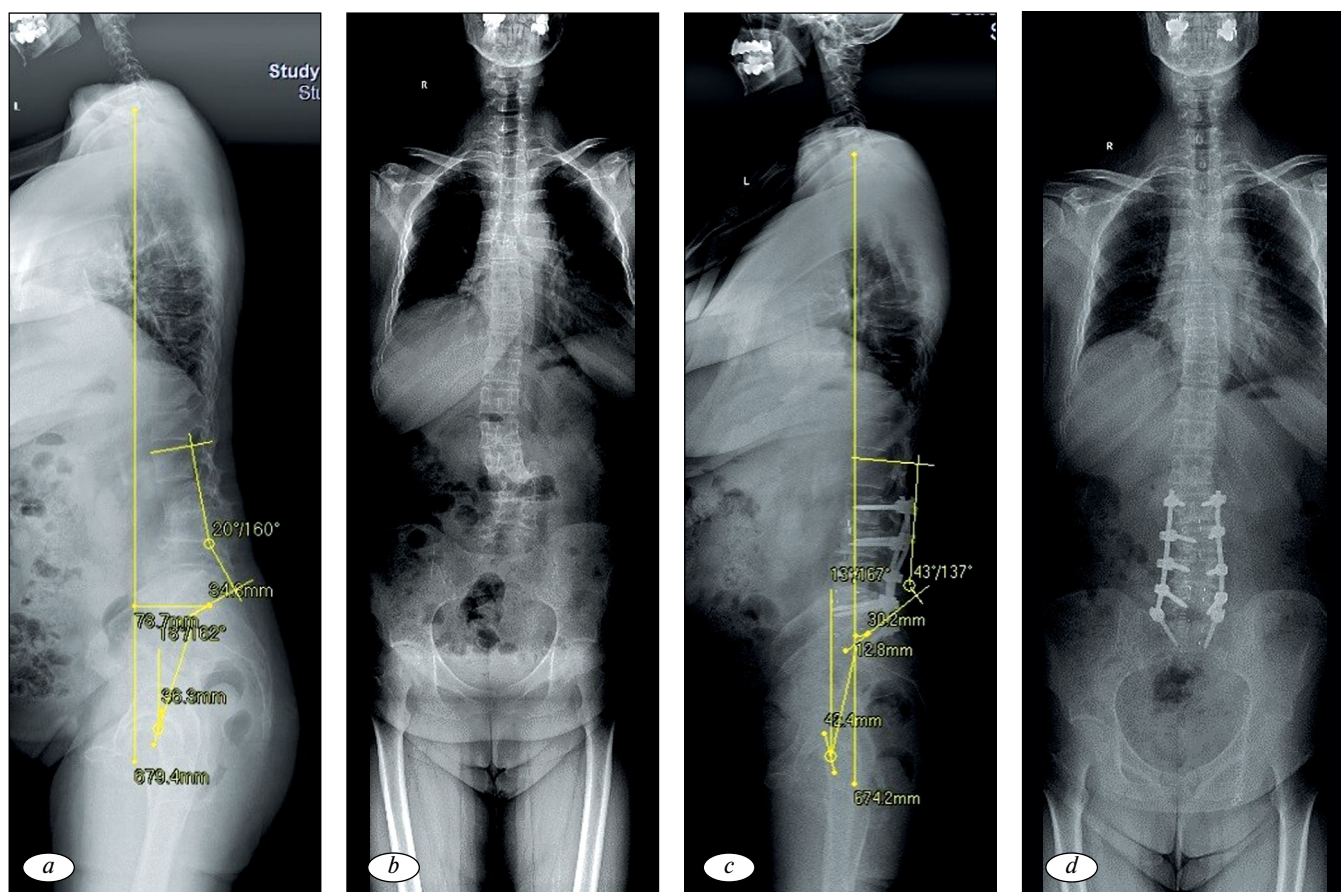
Во II группе было 3 (10,0 %) реоперации: в одном случае — эвентрация петель тонкого кишечника, в двух — миграция межтелового имплантата. Однако при межгрупповом сравнении достоверных различий по признаку реоперации не выявлено ( $p = 0,164$ ).

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 спондилезов, 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 значимо 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 Rousouly. 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. [Pantelev 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-Pantelev.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.