



DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_1_106

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАЧЕСТВА ЖИЗНИ ПАЦИЕНТОВ С ДЕГЕНЕРАТИВНЫМИ СТЕНОЗАМИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ МЕТОДОВ РАСЧЁТА КОРРЕКЦИИ ПОЯСНИЧНОГО ЛОРДОЗА ПОСЛЕ КОРОТКОСЕГМЕНТНЫХ ДЕКОМПРЕССИВНО-СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВ

В. В. Сериков¹, В. А. Мануковский¹, С. В. Виссарионов²,
Т. И. Тамаев¹, И. С. Афанасьева¹

¹ ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И. И. Джанелидзе»; Россия, Будапештская ул., д. 3, лит. А, Санкт-Петербург, 192242

² ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г. И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации; Парковая ул. дом 64–68, Пушкин, Санкт-Петербург, 196603

РЕЗЮМЕ. Несмотря на большое количество исследований в области сагиттального баланса, в литературных источниках нам не удалось найти данных о сравнении применения различных методик предоперационного планирования коррекции поясничного лордоза у пациентов с дегенеративными стенозами.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ: сравнить показатели качества жизни и эффективность методов расчёта коррекции поясничного лордоза у пациентов с дегенеративными стенозами при декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ: проанализированы результаты клинического обследования, хирургического лечения и послеоперационного периода 60 пациентов в возрасте от 22 до 72 лет (33 женщины и 27 мужчин) с одно или многоуровневым стенозом поясничного отдела на уровнях от L3 до S1 позвонка С и D степени по классификации Schizas. Пациентам выполнены вмешательства по технологии TLIF с коррекцией сегментарного лордоза на уровне поражения. Все пациенты разделены на две группы по 30 человек в зависимости от метода расчёта коррекции поясничного лордоза: у первой группы расчёт основан на сагиттальной рентгенографии поясничного отдела позвоночника и таза с захватом головок бедренных костей в положении стоя с использованием формулы идеального лордоза $LL=0.54 \times PI+27.6$. У второй группы расчёт основан на полноростовых сагиттальных рентгенограммах с использованием индекса FBI. Всем пациентам до и после операции проводилась оценка уровня болевого синдрома по ВАШ и качества жизни по шкалам ODI и RDQ. Срок послеоперационного катамнеза 12 месяцев.

РЕЗУЛЬТАТЫ. Не было выявлено достоверных статистических различий (при $p>0,05$) между группами исследования по возрасту, полу, уровням поражения и их количеству, а также по уровню болевого синдрома и качеству жизнедеятельности по шкалам ODI и RDQ как до, так и после оперативного лечения в срок от 6 до 12 месяцев. Результаты изменения поясничного лордоза и других позвоночно-тазовых параметров, параметров глобального баланса свидетельствуют о статистически значимых изменениях поясничного лордоза в обеих группах исследования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. При короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на уровне от L3 до S1 метод расчёта коррекции поясничного лордоза достоверно не влияет на клинический исход в срок от 6 до 12 месяцев после оперативного лечения.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: спинальный стеноз, поясничный отдел, сагиттальный баланс, сравнительный анализ, трансфораминальный поясничный спондилодез, индекс полного баланса.

Для цитирования: Сериков В. В., Мануковский В. А., Виссарионов С. В., Тамаев Т. И., Афанасьева И. С. Сравнительный анализ показателей качества жизни пациентов с дегенеративными стенозами и эффективности методов расчёта коррекции поясничного лордоза после короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств. Российский нейрохирургический журнал им. проф. А. Л. Поленова. 2023;15(1):106–114. DOI 10.56618/2071-2693_2023_15_1_106

COMPARATIVE ANALYSIS OF PATIENTS' LIFE QUALITY WITH DEGENERATIVE STENOSIS
AND EFFECTIVENESS OF METHODS OF CALCULATION OF LUMBAR LORDOSIS CORRECTION
AFTER SHORT-SEGMENT DECOMPRESSION AND FUSION

V. V. Serikov¹, V. A. Manukovskiy¹, S. V. Vissarionov², T. I. Tamaev¹, I. S. Afanaseva¹

¹Saint-Petersburg I. I. Dzhanlidze Research Institute of Emergency Medicine,
3A Budapeshtskaya st., Saint-Petersburg, 192242, Russia

²H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopedics and Trauma Surgery of the Ministry of Health of the
Russian Federation, 64–68 Parkovaya st., Pushkin, Saint-Petersburg, 196603, Russia

SUMMARY. Despite the large number of studies on sagittal balance, we were unable to find data in the literature comparing the use of different techniques for preoperative planning of lumbar lordosis correction in patients with degenerative stenosis.

AIM OF THE STUDY: to compare quality-of-life indicators and the effectiveness of methods for calculating lumbar lordosis correction in patients with degenerative stenosis during decompression and fusion on the lower lumbar spine.

MATERIALS AND METHODS: The results of clinical examination, surgical treatment, and postoperative period were analyzed in 60 patients aged 22 to 72 years (33 women and 27 men) with single- or multilevel lumbar stenosis at the L3 to S1 vertebrae grade C and D according to the Schizas classification. Patients underwent TLIF surgery with correction of segmental lordosis at the level of the affected segment. All patients were divided into two groups of 30 depending on the method of calculation of lumbar lordosis correction: in the first group, the calculation was based on sagittal radiography of the lumbar spine and pelvis with capturing the femoral heads in standing position using the ideal lordosis formula $LL=0.54 \times PI+27.6$. In the second group, the calculation was based on whole-body sagittal radiographs using the FBI index. All patients were assessed preoperatively and postoperatively for pain on the VAS and quality of life on the ODI and RDQ scales. The postoperative follow-up period was 12 months.

RESULTS. No significant statistical differences (at $p>0.05$) were found between the study groups in terms of age, sex, lesion levels and their number, as well as pain level and quality of life on ODI and RDQ scales both before and after surgical treatment at 6 to 12 months. The results of changes in lumbar lordosis and other spinopelvic and global balance parameters indicate statistically significant changes in lumbar lordosis in both study groups.

CONCLUSION. In short-segment decompression and fusion interventions at the L3 to S1 level, the method of calculation of lumbar lordosis correction does not significantly affect the clinical outcome 6 to 12 months after surgical treatment.

KEY WORDS: spinal stenosis, lumbar spine, sagittal balance, comparative analysis, transforaminal lumbar interbody fusion, full balance index.

For citation: Serikov V. V., Manukovskiy V. A., Vissarionov S. V., Tamaev T. I., Afanaseva I. S. Comparative analysis of patients' life quality with degenerative stenosis and effectiveness of methods of calculation of lumbar lordosis correction after short-segment decompression and fusion. *Rossiiskii neirokhirurgicheskii zhurnal imeni professora A. L. Polenova*. 2023;15(1):106–114. DOI 10.56618/2071–2693_2023_15_1_106

Введение.

Сагиттальный баланс позвоночника — это концепт, разработанный первопроходцами ортопедического направления во второй половине 20-го века и получивший широкое распространение в начале 21-го века. Взаимосвязь между формой, положением таза в пространстве и поясничным лордозом была впервые описана в 1992 г. Duval-Beaupère с соавт. и широко освещалась в литературе [1–3].

Дальнейшее изучение взаимосвязи пространственного положения таза и величины поясничного лордоза привело к формированию различных формул идеального поясничного лордоза, основанных на тазовом индексе человека [2,4]. К сожалению, эти формулы были рассчитаны для небольшого количества наблюдений и имели низкую точность для низких и высоких значений тазового индекса. На основе полученных данных полноростовых латеральных рентгенограмм Roussouly с соавт. [5] предложили формулу поясничного лордоза, которая была дополнена Le Huec с соавт. [6] и их базой данных 3D снимков 268 здоровых взрослых людей из разных этнических групп: $LL (L1-S1)=0.54 \times PI+27.6$.

Изучение состояния поясничного лордоза и пространственной конфигурации таза сформировали эллиптическую модель, которая предполагала, что около 70 % поясничного лордоза располагалось между телами L4 и S1 позвонков, а 40 % лордоза приходилось на уровень L5–S1 [7]. Существуют исследования подтверждающие, что параметры позвоночно-тазовых взаимоотношений значительно влияют на темпы развития дегенеративных процессов в нижнепоясничных сегментах, что только подтверждает величину вклада этих сегментов в поясничный лордоз [8].

Исследования в области сагиттального профиля позвоночного столба и взаимосвязи его конфигурации с тазовыми параметрами ввели понятие глобального сагиттального баланса позвоночника. Цель определения глобального сагиттального баланса состоит в том, чтобы связать шейный, грудной и поясничный отделы позвоночника с формой и/или положением таза в пространстве. В 2011 году Le Huec с соавт. предложил «индекс полного баланса» (Full Balance Index — FBI) с целью предоперационного планирования необходимой коррекции [9,10].

В 2015 году авторы представили результаты успешного применения данной методики для оценки и коррекции сагиттального баланса [11].

К сожалению, все методы расчёта коррекции лордоза, основанные на параметрах глобального баланса, требуют наличие в учреждениях здравоохранения современной дорогостоящей рентгеновской аппаратуры, как правило иностранного производства, что тормозит применение нового научного подхода на всей территории Российской Федерации в области лечения пациентов с дегенеративными стенозами поясничного и крестцового отделов позвоночника с учётом параметров сагиттального баланса.

Несмотря на большое количество исследований в области сагиттального баланса, в литературных источниках нам не удалось найти данных о сравнительных клинических результатах применения различных методик предоперационного планирования и коррекции поясничного лордоза у пациентов с дегенеративным стенозом при декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника. Это послужило главной идеей для проведения данного исследования, в котором мы сравнили предоперационное планирование, основанное только на позвоночно-тазовых параметрах, и планирование, основанное на уже доказавшем свою эффективность индексе глобального баланса FBI.

Цель исследования — сравнительный анализ показателей качества жизни и эффективности методов расчёта коррекции поясничного лордоза у пациентов с дегенеративными стенозами при декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника.

Материалы и методы. Проанализированы результаты декомпрессивно-стабилизирующего хирургического лечения 60 пациентов из заднего доступа по технологии TLIF с дегенеративными стенозами поясничного отдела позвоночника на уровнях от L3 до S1. В исследовании приняло участие 33 мужчины и 27 женщин. Средний возраст пациентов — 48 лет (от 22 до 72 лет). Все пациенты проходили лечение в нейрохирургическом отделении № 2 ГБУ «Санкт-Петербургский НИИ скорой помощи им. И. И. Джанелидзе» в период с 2015 по 2019 г.г. По поводу одно- или многоуровневых дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника от уровня L3 до S1 позвонка. Всем пациентам выполнена декомпрессия позвоночного канала и невралных структур из заднего срединного доступа с последующей стабилизацией системами транспедикулярной фиксации по методике трансфораминального поясничного межтелового спондилодеза (TLIF). Хирургическое лечение проводили по поводу моно- и полирадикулярного болевого синдрома, синдрома перемежающейся нейрогенной хромоты на одном или нескольких уровнях. Нарушения параметров величины поясничного лордоза и сагиттального баланса сочетались с болевым синдромом, наличием различных неврологических расстройств и снижением качества жизнедеятельности пациен-

тов. Хирургическое лечение пациентов выполнено 2 хирургами нейрохирургического отделения № 2 ГБУ СПб НИИ СП им. И. И. Джанелидзе высшей категории, хирургический стаж работы которых в вертебрологии составлял от 9 до 22 лет, с количеством операций на позвоночнике от 1200 до 7000. Пациентам проводили стандартное предоперационное обследование, включавшее клиничко-неврологический осмотр, лабораторные исследования, рентгенограммы поясничного и крестцового отделов с функциональными пробами, МРТ поясничного и крестцового отделов позвоночника.

Критериями включения пациентов в исследование являлись: возраст от 18 до 80 лет; наличие стойкого или рецидивирующего радикулярного болевого синдрома, синдрома перемежающейся нейрогенной хромоты, не купирующихся консервативными методами лечения в течение 1 месяца; дегенеративный стеноз или многоуровневые стенозы поясничного и крестцового отделов позвоночника С и D степени по классификации С. Schizas и N. Theumann (2009) от уровня L3 до S1 по данным МРТ, отсутствие ранее перенесенных операций на позвоночнике. Критерии исключения: возраст до 18 и старше 80 лет; диско-васкулярный конфликт; любая сопутствующая соматическая или другая патология в стадии декомпенсации; наличие ранее перенесённых оперативных вмешательств на позвоночнике; наличие посттравматической или другого генеза деформации в шейном и грудном отделах позвоночника; вторичное поражение позвоночника; другая патология позвоночного столба и крупных суставов конечностей, включая посттравматические изменения, опухолевые и воспалительные патологические процессы позвоночного столба и др.; отказ пациента от оперативного лечения и участия в исследовании.

В зависимости от методики расчёта коррекции величины поясничного лордоза все пациенты разделены на 2 группы. У пациентов первой группы объём коррекции рассчитывали на основании величины дефицита лордоза: $dGLL = GLL - GLL_{th}$, где GLL — это величина поясничного лордоза пациента от верхней замыкательной пластинки S1 позвонка до верхней замыкательной пластинки L1 позвонка, измеренная с помощью программно-аппаратного комплекса на боковых рентгенограммах пациента от уровня тазобедренных суставов до уровня L1 позвонка, выполненных стоя, а GLL_{th} — это величина идеального лордоза, рассчитанная по формуле, предложенной Jean Charles Le Huec и Kazuhiro Hasegawa в 2016 г.: $GLL_{th} = 0.54 \cdot PI + 27.6$. У пациентов второй группы объём коррекции поясничного лордоза рассчитывали по величине индекса полного баланса (FBI — Full Balance Index), предложенного J. C. Le Huec и соавт. в 2011 г. $FBI = C7TA + FOA + PTCA$.

С учетом разности подходов к расчётам коррекции поясничного лордоза, пациентам первой группы исследования проводили обзорную сагиттальную рентгенографию поясничного отдела позвоночника

и таза с захватом головок бедренных костей в положении стоя, а пациентам второй группы исследования осуществляли полноростовую панорамную рентгенографию в сагиттальной плоскости. Данные исследования проводили в соответствующих группах до и после оперативного лечения.

В ходе оперативного вмешательства осуществляли одноэтапную хирургическую декомпрессию невралгических структур из заднего доступа путем выполнения фасетэктомии с удалением грыжи диска, дискэктомией, декомпрессией дурального мешка и корешков, протезированием позвоночно-двигательного сегмента ригидными межтеловыми имплантатами по технологии TLIF с задней транспедикулярной стабилизацией данного сегмента и коррекцией сагиттального профиля поясничного отдела позвоночника путём применения различных техник остеотомии, в зависимости от величины необходимой сегментарной коррекции поясничного лордоза.

После хирургического лечения все пациенты получали расширенную периоперационную антибактериальную профилактику, противоотечную, симптоматическую терапию. Вертикализацию больных осуществляли на 2–3-е сутки после операции с рекомендациями ношения корсета средней степени жесткости. После хирургического лечения пациентам выполняли МСКТ поясничного и крестцового отделов позвоночника, обзорную рентгенографию поясничного и крестцового отделов позвоночника в боковой проекции с захватом головок бедренных костей, панорамную полноростовую рентгенографию в боковой проекции.

Срок наблюдения за пациентами составил 12 месяцев. В рамках исследования проводили сравнение клинических результатов хирургического лечения между группами исследования. Всем пациентам производили оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ), качество жизни больных оценивали по шкалам ODI (Oswestry Disability Index) и RDQ (Roland Morris Questionnaire). Перед операцией и после оперативного лечения производили оценку тазовых показателей и величины поясничного лордоза: тазовый индекс PI (Pelvic Incidence), угол наклона таза PT (Pelvic Tilt), угол наклона крестца SS (Sacral Slope), величина поясничного лордоза GLL (Global Lumbar Lordosis), углы лордоза в сегментах L4-S1,

L5-S1 и L4-L5. Пациентам 2 группы также производили оценку параметров глобального сагиттального баланса позвоночника по интегральному индексу FBI (Full Balance Index).

В ходе анализа позвоночно-тазовых параметров с помощью программного обеспечения Surgimap v2.3.0.1 (Nemaris, США) у пациентов рассчитывали величину объема коррекции поясничного лордоза до оперативного лечения. После проведенного оперативного лечения производили анализ величин произведенной коррекции и расчетного отклонения поясничного лордоза, с целью оценки объема и точности произведенной интраоперационной коррекции. Связь между величиной расчетного отклонения поясничного лордоза и показателями болевого синдрома после хирургического лечения определяли посредством корреляционного анализа по Спирмену на протяжении всего периода наблюдения.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного статистического комплекса Statistica 12.0 (StatSoft, США) на платформе Windows 10 (Microsoft, США). Для выявления статистических различий использовали U-критерий Манна-Уитни, t-критерий Стьюдента, точный критерий Фишера и коэффициент корреляции Спирмена. Результаты считались значимыми при $p < 0,05$.

Результаты.

В зависимости от методики расчета величины коррекции поясничного лордоза были сформированы 2 равные группы по 30 человек: первая группа — 17 мужчин и 13 женщин со средним возрастом 45 лет (от 34 до 53), вторая — 16 мужчин и 14 женщин со средним возрастом 48,5 лет (от 39 до 64). Среди пациентов у 44 было одноуровневое стенотическое поражение (у 26 пациентов на уровне L5-S1, у 15 — L4-L5, у 3 — L3-L4), двухуровневое поражение встречалось у 15 пациентов (у 3 пациентов с поражением уровней L3-L4, L4-L5, у 12 — с поражением L4-L5, L5-S1) и только у 1 пациента выявлено трехуровневое дегенеративное поражение со стенозом канала.

Характеристики групп по возрасту, полу, уровням поражения и их количеству, исходным показателям болевого синдрома по ВАШ и качеству жизни по шкалам ODI и RDQ представлены в таблицах (Таблица 1) (Таблица 2).

Таблица 1. Характеристика групп исследования по возрасту, полу, структуре и количеству уровней поражения.
Table 1. Characteristics of the study groups by age, gender, structure and number of affected levels.

Группа <i>Study group</i>	Количество <i>Number of cases</i>	Пол <i>Sex</i>		Возраст (среднее; min-max) <i>Age (mean; min-max)</i>	Количество уровней поражения <i>Amount of damaged levels</i>			Количество пораженных уровней <i>Number of affected levels</i>		
		Мужчины <i>Men</i>	Женщины <i>Women</i>		1	2	3	L5-S1	L4-L5	L3-L4
Первая <i>First group</i>	30	17	13	45 (34; 53)	23	7	0	21	13	3
Вторая <i>Second group</i>	30	16	14	48.5 (39; 64)	21	8	1	18	18	4

Таблица 2. Характеристика групп исследования по основным позвоночно-тазовым показателям.

Table 2. Characteristics of the study groups according to the main spinal and pelvic parameters.

Группа <i>Study group</i>	Количество <i>Number of cases</i>	ВАШ (%) <i>VAS</i> (p=0.582)	ODI (%) (p=0.982)	RDQ (p=0.182)	PI (°) (p=0.727)	SS (°) (p=0.593)	PT (°) (p=0.219)	GLL (°) (p=0.844)
первая <i>first group</i>	30	49 (36; 76)	39 (26; 48)	13 (8; 16)	48.8 (43; 52.6)	33.9 (30.7; 38.7)	14.8 (7.9; 20.8)	49.7 (40.1; 55.2)
вторая <i>second group</i>	30	56.5 (39; 62)	39 (30; 46)	11 (8; 15)	48.7 (44.4; 60.3)	33.5 (27.7; 39.3)	16.9 (14.7; 19.5)	45.4 (40.7; 58.9)

Примечание: здесь и далее в таблицах данные представлены в виде: Ме(интерквартильный размах)

Note: hereinafter in the tables, the data is presented as: Me (interquartile range)

Анализ приведённых данных показывает отсутствие статистически значимых различий (при $p > 0,05$) в группах пациентов по приведённым критериям и подтверждает однородность групп исследования.

После выполненного оперативного лечения всем пациентам произвели оценку болевого синдрома по шкале ВАШ в первые 10 дней после операции. На 10 день и далее через 1.5, 3, 6, 9, 12 месяцев проводили комплексную оценку данных болевого синдрома и данных качества жизни пациентов по шкалам ODI и RDQ. В результате нами не было выявлено

достоверных статистических различий (при $p < 0,05$) между группами исследования по уровню послеоперационного болевого синдрома и качеству жизнедеятельности по шкалам ODI и RDQ после выполненного оперативного лечения.

Результаты изменения поясничного лордоза и других позвоночно-тазовых параметров и параметров глобального баланса свидетельствуют о статистически значимых изменениях поясничного лордоза после операции в обеих группах исследования (Таблица 3) (Таблица 4).

Таблица 3. Результаты изменения позвоночно-тазовых параметров в 1 группе.

Table 3. Results of changes in spinal and pelvic parameters in group 1.

Параметр <i>Parameter</i>	До коррекции <i>Before correction</i>	После коррекции <i>After correction</i>	Критерий, уровень значимости (p) <i>Criterion, significance level (p)</i>
PI (°)	48.8 (43; 52.6)	49.3 (42.9; 52.4)	$t=0.138$ $p=0.891$
PT (°)	33.9 (30.7; 38.7)	13.9 (7.9; 19.7)	$Z=0.517$ $p=0.605$
SS (°)	14.8 (7.9; 20.8)	35.6 (28.7; 43.2)	$t=-1.029$ $p=0.312$
GLL (°)	49.7 (40.1; 55.2)	52.5 (44.7; 58.5)	$Z=2.390$ $p=0.017$

Таблица 4. Результаты изменения параметров глобального сагиттального баланса в 2 группе.

Table 4. Results of changes of global sagittal balance parameters in group 2.

Параметр <i>Parameter</i>	До коррекции <i>Before correction</i>	После коррекции <i>After correction</i>	Критерий, уровень значимости (p) <i>Criterion, significance level (p)</i>
PI (°)	48.7 (44.4; 60.3)	48.9 (44.4; 60.1)	$Z=1.213$ $p=0.225$
PT (°)	33.5 (27.7; 39.3)	14.9 (11.8; 19.6)	$t=0.500$ $p=0.621$
SS (°)	16.9 (14.7; 19.5)	31.6 (28.3; 39.5)	$t=-0.618$ $p=0.542$
GLL (°)	45.4 (40.7; 58.9)	54 (45.6; 59)	$t=-2.607$ $p=0.014$
SVA (мм) (mm)	7.1 (-19.5; 43.3)	-18.1 (-34.3; -1.9)	$t=4.728$ $p<0.001$
FOA (°)	6.0 (1.9; 10.4)	2.4 (0.5; 4.3)	$Z=3.435$ $p<0.001$
C7TA (°)	1.6 (-1.7; 5.0)	-1.8 (-4.0; 0.1)	$t=5.713$ $p<0.001$
FBI (°)	9.0 (4.6; 19.0)	3.7 (1.1; 7.6)	$t=4.855$ $p<0.001$

Медиана коррекции поясничного лордоза в 1 группе исследования составила 5.2° (3.2; 7.6), а во 2 группе — 9° (2.2; 15.6). Величина расчётного отклонения поясничного лордоза после оперативного лечения в 1 группе составила 4.9° (2.8; 1.3), а во 2 группе — 5.1° (2.6; 8.9), что не имеет статистически значимых различий между группами исследо-

вания. По данным корреляционного анализа величина расчётного отклонения поясничного лордоза имеет статистически достоверную положительную корреляционную связь с уровнем болевого синдрома и показателями качества жизни у пациентов обеих групп исследования уже через 6 месяцев после оперативного лечения (Таблица 5).

Таблица 5. Уровень корреляционной связи между клиническими показателями и величиной расчётного отклонения поясничного лордоза в динамике.

Table 5. The level of correlation between clinical parameters and the magnitude of the calculated deviation of the lumbar lordosis in dynamics.

Показатели <i>Indicators</i>	10 дней <i>10 days</i> ($p=0.904^*$)		1.5 месяца <i>1.5 months</i> ($p=0.385^*$)		3 месяца <i>3 months</i> ($p=0.050^*$)		6 месяцев <i>6 months</i> ($p=0.015^*$)		9 месяцев <i>9 months</i> ($p=0.005^*$)		12 месяцев <i>12 months</i> ($p=0.001^*$)	
	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа	1 группа	2 группа
ВАШ <i>VAS</i>	0.21	-0.02	0.25	0.16	0.43	0.36	0.54	0.44	0.5	0.59	0.59	0.57
ODI	0.2	0.11	0.5	0.47	0.61	0.73	0.59	0.75	0.6	0.73	0.64	0.73
RDQ	0.49	0.76	0.67	0.84	0.7	0.87	0.7	0.86	0.74	0.86	0.76	0.85

* указан максимальный уровень значимости корреляционной связи в точке исследования

* the maximum level of significance of the correlation at the point of study is indicated

Обсуждение.

По результатам нашего исследования, применение в лечении дегенеративных стенозов нижнего поясничного и крестцового отделов комплексного нейроортопедического подхода позволяет выполнить коррекцию сегментарного лордоза на уровне поражения и получить хорошие клинические послеоперационные результаты независимо от методологии предоперационного планирования и величины сегментарной коррекции. Принимая во внимание теоретический лордоз для каждого отдельного пациента и его PI, а также нормальное распределение лордоза вдоль поясничного отдела позвоночника, можно рассчитать величину коррекции в соответствии с протяженностью металлофиксации и величиной сегментарного дефицита лордоза на поражённом уровне, что находит подтверждение в работах других исследователей [12–15]. В своём исследовании мы анализировали результаты клинических исходов с использованием только технологии TLIF, однако существуют данные других ученых, которые подтверждают возможности восстановления сегментарного лордоза с использованием других технологий выполнения декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств [16]. Эти данные свидетельствуют о независимости возможностей проведения сегментарной коррекции поясничного лордоза от технологии выполнения спондилодеза. (Рисунок 1) (Рисунок 2)

Результаты нашего исследования позволяют говорить о возможности самостоятельного применения сагиттальной рентгенографии поясничного и крестцового отделов позвоночника с захватом бедренных костей для проведения предоперационного планирования по коррекции сегментарного лордоза на нижнепоясничных уровнях при дегенеративном стенозическом поражении. Это открывает возможности широкого применения концепции сагиттального баланса даже без привлечения дорогостоящей аппаратуры с возможностью полноростовой сагиттальной

рентгенографии при декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах.

Согласно Berjano с соавт. предоперационное планирование с учётом вышеописанных методик оценки позвоночно-тазовых взаимоотношений и параметров сагиттального баланса сегодня обязательны для применения при любом декомпрессивно-стабилизирующем вмешательстве [17], поскольку существует выраженная связь между сбалансированным сагиттальным профилем позвоночника и клиническими данными показателей качества жизни пациентов. Дополняют эти идеи работа В.С. Климова с соавт., которая говорит о необходимости дифференцированного подхода в оперативной тактике лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника в зависимости от параметров баланса позвоночника [18]. Несмотря на большой объём научных исследований, Василенко с соавт. отмечают, что изменения сагиттального баланса у пациентов пожилого и старческого возраста требуют дальнейшего изучения [19], так как лечение данной категории пациентов согласно работе Хлебова В.В. с соавт. осложняется большим количеством предикторов неудовлетворительного исхода оперативного лечения [20]. В своей работе Е.С. Байков с соавт. отмечают значительное улучшение показателей позвоночно-тазового и глобального сагиттального баланса после многоэтапного корригирующего хирургического лечения [16].

Результаты корреляционного анализа между величиной расчётного отклонения поясничного лордоза и показателями качества жизни пациентов говорят о высокой достоверной связи между данными параметрами. Одновременно с этим необходимо подчеркнуть, что этот аспект требует дальнейшего изучения с использованием большего количества наблюдений, с целью достоверного доказательства о новом предикторе клинических исходов.

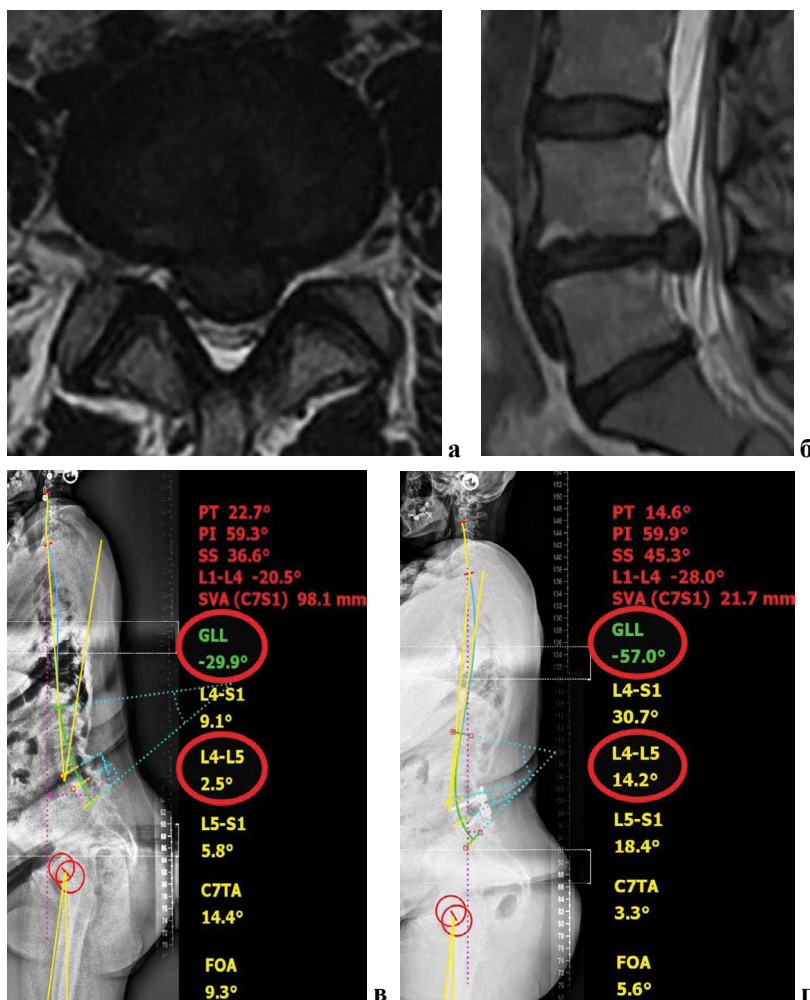
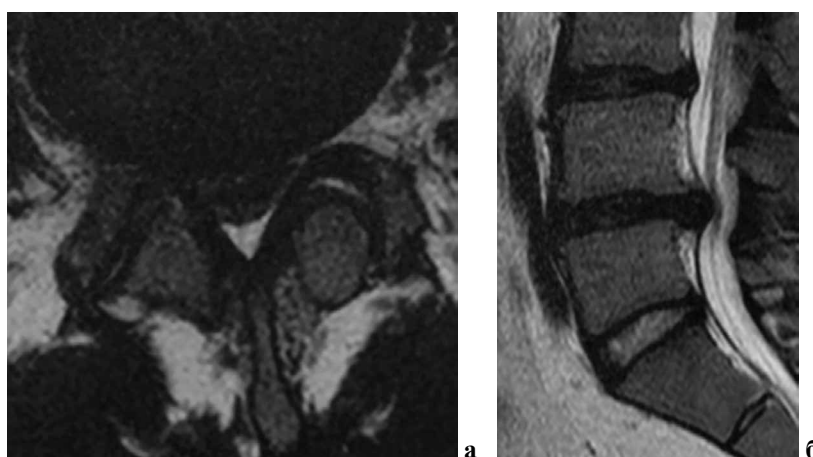


Рисунок 1. Вариант лечения пациента 51 года с дегенеративным стенозом на уровне L4-L5 с использованием полноростовых сагиттальных рентгенограмм и формулы FBI: а — аксиальная проекция на МРТ до операции; б — сагиттальная проекция на МРТ до операции; в-г — полноростовые рентгенограммы до и после оперативного лечения с указанием сегментарного и поясничного лордоза.

Figure 1. Example of treatment of patient 51 years old with degenerative stenosis at the L4-L5 level using full stand sagittal radiographs and the FBI formula: a — axial projection on MRI before surgery; b — sagittal projection on MRI before surgery; c-d — full-growth radiographs before and after surgical treatment indicating segmental and lumbar lordosis.



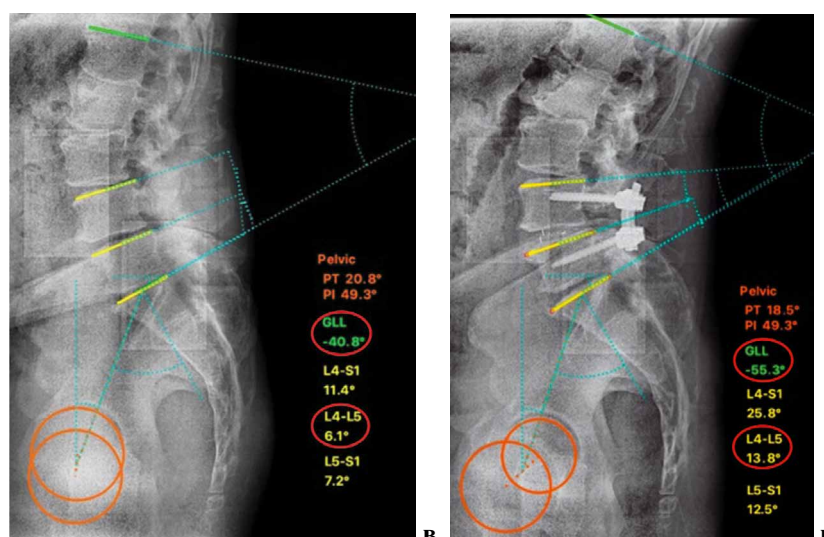


Рисунок 2. Пример лечения пациента 61 года с дегенеративным стенозом на уровне L4-L5 с использованием обзорной сагиттальной рентгенографии поясничного, крестцового отделов позвоночника и таза: а — аксиальная проекция на МРТ до операции; б — сагиттальная проекция на МРТ до операции; в-г — обзорные сагиттальные рентгенограммы до и после оперативного лечения с указанием изменения сегментарного и поясничного лордоза.

Figure 2. Example of treatment of a patient 61 years old with degenerative stenosis at the L4-L5 level using overview sagittal radiography of the lumbar, sacral spine and pelvis: a — axial projection on MRI before surgery; b — sagittal projection on MRI before surgery; c-d — overview sagittal radiographs before and after surgery treatment with indication of changes in segmental and lumbar lordosis.

Заключение.

Сравнительный анализ применения различных методов расчёта коррекции поясничного лордоза у пациентов с дегенеративными стенозами поясничного отдела на уровне L3-S1 при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах позволил сделать следующие выводы. Метод расчёта коррекции поясничного лордоза на нижнепоясничных уровнях позвоночника достоверно не влияет на клинический функциональный исход оперативного лечения пациентов с дегенеративными стенозами этой области. При отсутствии возможности выполнения полноростовой сагиттальной рентгенографии позвоночника возможно использовать сагиттальную рентгенографию поясничного отдела позвоночника и таза с захватом головок бедренных костей для выполнения расчёта объёма коррекции сегментарного поясничного лордоза на уровне поражения. Величина расчётного отклонения поясничного лордоза может использоваться в качестве предиктора клинического исхода оперативного лечения после декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств на нижнепоясничном отделе позвоночника.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов. **Conflict of interest.** The author declares no conflict of interest.

Финансирование. Исследование проведено без спонсорской поддержки. **Financing.** The study was performed without external funding.

Соблюдение прав пациентов и правил биоэтики: Все пациенты подписали информированное согласие на участие в исследовании. **Compliance with patient rights and principles of bioethics.** All patients gave written informed consent to participate in the study.

ORCID авторов / ORCID of authors

Сериков Валерий Владимирович /
Serikov Valerii Vladimirovich
<https://orcid.org/0000-0002-3165-3173>

Мануковский Вадим Анатольевич /
Manukovskiy Vadim Anatol'evich
<https://orcid.org/0000-0003-0319-814X>

Виссарионов Сергей Валентинович /
Vissarionov Sergei Valentinovich
<https://orcid.org/0000-0003-4235-5048>

Тамеев Тахир Исмаилович / Tamaev Tahir Ismailovich
<https://orcid.org/0000-0001-5336-4666>

Афанасьева Ирина Сергеевна / Afanaseva Irina Sergeevna
<https://orcid.org/0000-0003-0286-4286>

Литература/References

1. Duval-Beaupère G, Schmidt C, Cosson P. A Barycentremetric study of the sagittal shape of spine and pelvis: the conditions required for an economic standing position. *Ann Biomed Eng.* 1992;20(4):451–62. <https://doi.org/10.1007/BF02368136>
2. Legaye J, Duval-Beaupère G, Hecquet J, Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J.* 1998;7(2):99–103. <https://doi.org/10.1007/s005860050038>

3. Duval-Beaupere G, Marty C, Barthel F, et al. Sagittal profile of the spine prominent part of the pelvis. *Stud Health Technol Inform.* 2002;88:47–64.
4. Schwab F, Lafage V, Patel A, Farcy JP. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine (Phila Pa 1976).* 2009;34(17):1828–1833. <https://doi.org/10.1097/BRS.0b013e3181a13c08>
5. Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J. Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine (Phila Pa 1976).* 2005;30(3):346–353. <https://doi.org/10.1097/01.brs.0000152379.54463.65>
6. 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>
7. Janik TJ, Harrison DD, Cailliet R, Troyanovich SJ, Harrison DE. Can the sagittal lumbar curvature be closely approximated by an ellipse?. *J Orthop Res.* 1998;16(6):766–770. <https://doi.org/10.1002/jor.1100160620>
8. Продан А.И., Радченко В.А., Хвисюк А.Н., Куценко В.А. Закономерности формирования вертикальной осанки и параметры сагиттального позвоночно-тазового баланса у пациентов с хронической люмбалгией и люмбоишиалгией. *Хирургия позвоночника.* 2006;(4):61–69. [Prodan AI, Radchenko VA, Khvisyuk AN, Kutsenko VA. Mechanism of vertical posture formation and parameters of sagittal spinopelvic balance in patients with chronic low back pain and sciatica. *Hir. Pozvonoc.* 2006;(4):61–69. (In Russ.).] <https://doi.org/10.14531/ss2006.4.61-69>
9. Le Huec JC, Charosky S, Barrey C, Rigal J, Aunoble S. Sagittal imbalance cascade for simple degenerative spine and consequences: algorithm of decision for appropriate treatment. *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 5(Suppl 5):699–703. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1938-8>
10. Le Huec JC, Leijssen P, Duarte M, Aunoble S. Thoracolumbar imbalance analysis for osteotomy planification using a new method: FBI technique. *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 5(Suppl 5):669–680. <https://doi.org/10.1007/s00586-011-1935-y>
11. Le Huec JC, Cogniet A, Demezon H, Rigal J, Saddiki R, Aunoble S. Insufficient restoration of lumbar lordosis and FBI index following pedicle subtraction osteotomy is an indicator of likely mechanical complication. *Eur Spine J.* 2015;24 Suppl 1: S 112-S 120. <https://doi.org/10.1007/s00586-014-3659-2>
12. Крутько А.В. Сагиттальный баланс. Гармония в формулах. Новосибирск: АНО Клиника НИИТО, 2016.— 67 с. [Krutko AV. Sagittal balance. Harmony in formulas. Novosibirsk: ANO «NIITO Clinic»; 2016. (In Russ.).]
13. Крутько А.В., Перих В.В., Прохоренко В.М., Леонова О.Н. Нарушение сагиттального баланса при заболеваниях и повреждениях позвоночника. учебное пособие. Новосибирск: Новосибирский государственный медицинский университет, 2020. [Krutko AV, Roerich VV, Prokhorenko VM, Leonova ON. Violation of sagittal balance in diseases and injuries of the spine. Novosibirsk: Novosibirsk State Medical University, 2020. (In Russ.).]
14. Barrey C, Darnis A. Current strategies for the restoration of adequate lordosis during lumbar fusion. *World J Orthop.* 2015;6(1):117–126. Published 2015 Jan 18. <https://doi.org/10.5312/wjo.v6.i1.117>
15. Goldstein JA, Macenski MJ, Griffith SL, McAfee PC. Lumbar sagittal alignment after fusion with a threaded interbody cage. *Spine (Phila Pa 1976).* 2001;26(10):1137–1142. <https://doi.org/10.1097/00007632-200105150-00009>
16. Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Сангинов А.Д., Леонова О.Н., Крутько А.В. Одноэтапное и многоэтапное хирургическое лечение пациентов с нарушением сагиттального баланса дегенеративной этиологии. *Хирургия позвоночника.* 2021;18(2):44–53. [Baikov ES, Peleganchuk AV, Sanginov AJ, Leonova ON, Krutko AV. Single- and multistage surgical treatment of patients with degenerative sagittal imbalance. *Hirurgiia pozvonochnika (Spine Surgery).* 2021;18(2):44–53. <https://doi.org/10.14531/ss2021.2.44-53>
17. Berjano P, Cecchinato R, Damianno M, et al. Preoperative calculation of the necessary correction in sagittal imbalance surgery: validation of three predictive methods. *Eur Spine J.* 2013;22 Suppl 6(Suppl 6): S 847-S 852. <https://doi.org/10.1007/s00586-013-3025-9>
18. Климов В.С., Василенко И.И., Рябых С.О., и др. Влияние реконструкции сагиттального баланса на результаты лечения пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным спондилолистезом низкой степени градации: анализ моноцентровой четырехлетней когорты. *Гений Ортопедии.* 2020;26(4):555–564. [Klimov VS, Vasilenko II, Rybak SO, et al. Effect of the reconstructed sagittal balance on outcomes in the elderly with degenerative low-grade spondylolisthesis: single center four-year cohort study. *Genij Ortopedii.* 2020;26(4):555–564. (In Russ.).] <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2020-26-4-555-564>
19. Василенко И.И., Климов В.С., Евсюков А.В., и др. Изменение сагиттального баланса у пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника. *Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко.* 2015;79(5):102–107. [Vasilenko II, Klimov VS, Evsyukov AV, et al. A change in the sagittal balance in elderly and senile patients with degenerative stenosis of the lumbar spine. *Zhurnal Voprosy Neurokhirurgii Imeni N. N. Burdenko.* 2015;79(5):102–107. (In Russ.).] <https://doi.org/10.17116/neiro2015795102-107>
20. Хлебов В.В., Волков И.В., Карабаев И.Ш. Влияние соматического статуса пациента на исходы декомпрессивно-стабилизирующей операции на поясничном отделе позвоночника при дегенеративной патологии. *Российский нейрохирургический журнал им. профессора А.Л. Поленова.* 2022;14(3):110–114. [Khlebov VV, Volkov IV, Karabaev IS. Influence of the patient's somatic status on the outcomes of lumbar interbody fusion in treatment degenerative spine disease. *Russian Neurosurgical Journal named after professor A. L. Polenov.* 2022;14(3):110–114. (In Russ.).] https://doi.org/10.56618/20712693_2022_14_3_110