

## НЕЙРООРТОПЕДИЧЕСКИЙ ПОДХОД В ЛЕЧЕНИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ СТЕНОЗОВ ПРИ КОРОТКОСЕКМЕНТНЫХ ДЕКОМПРЕССИВНО-СТАБИЛИЗИРУЮЩИХ ВМЕШАТЕЛЬСТВАХ НА НИЖНЕПОЯСНИЧНОМ ОТДЕЛЕ ПОЗВОНОЧНИКА

Сериков В.В.<sup>1</sup>, Мануковский В.А.<sup>1</sup>, Виссарионов С.В.<sup>2</sup>, Тамаев Т.И.<sup>1</sup>, Афанасьева И.С.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ГБУ «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт скорой помощи им. И.И. Джанелидзе», Санкт-Петербург, e-mail: neurosurgeon.vs@gmail.com;

<sup>2</sup> ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр детской травматологии и ортопедии им. Г.И. Турнера» Министерства здравоохранения Российской Федерации, Санкт-Петербург

В рамках улучшения качества лечения пациентов с дегенеративными стенозами поясничного отдела позвоночника нами предложен нейроортопедический подход при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника. Цель работы: изучить клиническую эффективность применения различных методов расчёта коррекции сегментарного поясничного лордоза при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника. В исследование включено 90 пациентов в возрасте от 20 до 79 лет (50 мужчин и 40 женщин) с одно- или многоуровневым дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника на уровнях от L3 до S1. Сформированы 1 контрольная и 2 исследуемые группы по 30 человек в зависимости от использованного подхода к лечению. Всем пациентам выполнена декомпрессия и стабилизация по технологии TLIF. В исследуемых группах лечение дополнялось коррекцией сегментарного лордоза. У 2-й группы расчёт коррекции лордоза производили на основании сагиттальной рентгенографии поясничного отдела позвоночника и таза в положении стоя с использованием формулы идеального лордоза:  $LL=0,54 \times PI+27,6$ , у 3-й группы на основании полноростовых сагиттальных рентгенограмм с использованием индекса FBI. Всем пациентам до и после операции проводилась оценка болевого синдрома по ВАШ и качества жизни по ODI и RDQ. Срок катамнеза 12 месяцев. Качество жизни по ODI выше в исследуемых группах по сравнению с контрольной, начиная с 1,5 месяцев после операции. Качество жизни по RDQ выше в исследуемых группах, начиная с 6 месяцев после операции. Болевой синдром по ВАШ и качество жизни по ODI и RDQ не отличаются между исследуемыми группами на всём периоде наблюдения. Применение нейроортопедического подхода улучшает послеоперационные показатели уровня болевого синдрома и качества жизни во всех исследуемых группах по сравнению с контрольной.

Ключевые слова: позвоночник, спинальный стеноз, нейрохирургия, спондилодез, сагиттальный баланс, FBI.

## NEUROORTHOPEDIC APPROACH IN THE DEGENERATIVE STENOSES TREATMENT WITH SHORT-SEGMENT DECOMPRESSION AND FUSION ON THE LOWER LUMBAR SPINE

Serikov V.V.<sup>1</sup>, Manukovsky V.A.<sup>1</sup>, Vissarionov S.V.<sup>2</sup>, Tamaev T.I.<sup>1</sup>, Afanaseva I.S.<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg I.I. Dzhanelidze Research Institute of Emergency Medicine, Saint-Petersburg, e-mail: neurosurgeon.vs@gmail.com;

<sup>2</sup> H. Turner National Medical Research Center for Children's Orthopaedics and Trauma Surgery, Saint-Petersburg

To improve treatment quality of patients with degenerative lumbar spine stenosis, we proposed a neuroorthopedic approach to short-segment decompression and fusion on the lower lumbar spine. To study the clinical effectiveness of various methods usage for calculating the correction amount of segmental lumbar lordosis in short-segment decompression and fusion interventions on the lower lumbar spine. The study included 90 patients aged 20 to 79 years (50 men and 40 women) with single- or multilevel degenerative stenosis of the lumbar spine at the levels from L3 to S1. One control and two study groups of 30 patients were formed depending on the treatment approach used. All patients underwent decompression and stabilization using the TLIF technology. In the study groups, treatment was supplemented with correction of segmental lordosis. In group 2, the lordosis correction was calculated based on sagittal radiographs of the lumbar spine and pelvis in the standing position using the ideal lordosis formula:  $LL=0.54 \times PI+27.6$ ; in group 3, based on full height sagittal radiographs using the FBI index. All patients were assessed before and after surgery for pain syndrome according to the VAS and quality of life according to the ODI and RDQ. Follow-up period was 12 months. ODI quality of life is higher in the study groups compared to the control groups starting 1.5 months after surgery. RDQ quality of life is higher in the study groups starting 6 months after surgery. Pain syndrome according to

---

**VAS and quality of life according to ODI and RDQ did not differ between the studied groups during the whole follow-up period. Application of the neuroorthopedic approach improves postoperative pain scores and quality of life in all study groups compared to controls.**

---

Keywords: spine, stenosis, neurosurgery, spondylodesis, sagittal balance, FBI.

Форма и функция позвоночного столба волновали учёных с самых древних времён. Многие концепции искривления позвоночника были описаны ещё в Древней Греции Гиппократом и до сих пор встречаются в большом количестве анатомических и клинических публикаций. Лордоз и кифоз имеют греческую этимологию, и, вероятно, Гален впервые использовал термин *ithioscoliosis* для описания естественных изгибов позвоночника в сагиттальной плоскости.

С развитием технического прогресса и фундаментальной науки происходило и развитие медицинского знания. В самом конце XIX века Вильгельм Конрад Рентген в 1895 году сделал первую рентгенограмму руки своей жены Анны и положил начало новому этапу в медицинской науке. С этого момента искривления позвоночного столба могли быть оценены не только эмпирически, но и измерены геометрически. В 1982 году Pierre Stagnara первым опубликовал анализ полноростовых боковых рентгенограмм у 100 молодых взрослых добровольцев, используя стандартизированное положение стоя. Это было одно из первых исследований, в которых использовалась оцифровка каждого рентгеновского снимка. В 1985 году Doring и соавт. [1] предположили, что «абerrации осанки» могут вызывать боль в пояснице в результате концентрации внутреннего напряжения. 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 [2; 3]. Эта работа стала основой концепции сагиттального баланса позвоночника, которая нашла своё отражение в различных научных работах.

В результате дальнейших исследований в рамках данной концепции Legaye с соавт. [2] и Schwab с соавт. [4] предложили первые прогностические формулы расчёта поясничного лордоза в зависимости от параметров таза. Несмотря на малый объём выборки, на основании которой были выведены данные формулы, это послужило мощным толчком к исследованию позвоночно-тазовых взаимоотношений и их параметров. Плодом технического прогресса в части диагностической точности, автоматизации и снижения лучевой нагрузки при исследовании явились новые полноростовые варианты обследования позвоночного столба в нагруженном физиологическом состоянии. Формула Le Huec с соавт. [5], предложенная для расчёта поясничного лордоза, была сформирована на основании массива данных полноростовых 3D-снимков 268 здоровых взрослых людей из разных этнических групп. Систематическая оценка глобальных параметров сагиттального баланса в 2011 году нашла отражение в «индексе полного баланса» (Full Balance Index - FBI), который был предложен

Le Huec с соавт. с целью планирования необходимого объёма коррекции сегментарного лордоза при стабилизирующих вмешательствах на позвоночнике [6].

Вышеописанная концепция сагиттального баланса является основой предлагаемого нами нейроортопедического подхода к лечению дегенеративных стенозов поясничного отдела позвоночника, в рамках которого мы предлагаем учитывать параметры сагиттального баланса даже при короткосегментных оперативных вмешательствах. Публикации этих и других авторов в отношении применения формул расчёта необходимого поясничного лордоза или объёма требуемой коррекции показали свою клиническую эффективность при выполнении многоуровневых декомпрессивно-стабилизирующих вмешательств без сравнительного анализа эффективности их между собой [7].

Целью исследования в рамках сформированного нейроортопедического подхода было изучить клиническую эффективность применения различных методов расчёта и коррекции сегментарного поясничного лордоза при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах на нижнепоясничном отделе позвоночника.

**Материал и методы исследования.** Проанализированы результаты декомпрессивно-стабилизирующего хирургического лечения 90 пациентов из заднего доступа по технологии TLIF с дегенеративными стенозами поясничного отдела позвоночника на уровнях от L3 до S1. В исследовании приняло участие 50 мужчин и 40 женщин. Средний возраст пациентов – 47,7 года (от 20 до 79 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 год 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 пациентов. Хирургическое лечение пациентов выполнено тремя хирургами нейрохирургического отделения № 2 ГБУ «СПб НИИ СП им. И.И. Джанелидзе» высшей категории, хирургический стаж работы которых в вертебродологии составлял от 9 до 22 лет, с количеством операций на позвоночнике от 1200 до 7000. Пациентам проводили стандартное предоперационное обследование, включавшее клинико-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 нижнепоясничного отдела 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.

Все пациенты, согласно целям исследования, были разделены на 3 группы. В первую, контрольную, группу исследования включены пациенты, которым при проведении декомпрессивно-стабилизирующего вмешательства не производили оценку и коррекцию позвоночно-тазовых параметров и параметров сагиттального баланса. У пациентов второй группы производили коррекцию поясничного лордоза на основании величины дефицита лордоза:  $dGLL = GLL - GLL_{th}$ , где  $GLL$  – это величина поясничного лордоза пациента, измеренная с помощью программно-аппаратного комплекса на боковых рентгенограммах пациента от уровня верхней замыкательной пластинки S1 позвонка до уровня верхней замыкательной пластинки 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.:  $GLL_{th} = 0.54 * PI + 27.6$ . У пациентов третьей 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 лечению пациентов различных групп, пациентам первой группы выполняли обзорную сагиттальную рентгенографию поясничного и крестцового отделов позвоночника с функциональными пробами. Пациентам второй группы обследование дополняли обзорной сагиттальной рентгенографией поясничного отдела позвоночника и таза с захватом головок бедренных костей в положении стоя, а пациентам третьей группы исследования, помимо функциональных снимков поясничного и крестцового

отделов позвоночника, осуществляли полноростовую панорамную рентгенографию в сагиттальной плоскости. Рентгенологические исследования для определения позвоночно-тазовых параметров и параметров сагиттального баланса проводили в исследуемых группах до и после оперативного лечения.

В ходе оперативного вмешательства всем пациентам осуществляли одноэтапную хирургическую декомпрессию невралжных структур из заднего доступа путем выполнения фасетэктомии с удалением грыжи диска, дискэктомией, декомпрессией дурального мешка и корешков, протезированием позвоночно-двигательного сегмента ригидными межтеловыми имплантами по технологии TLIF с задней транспедикулярной стабилизацией данного сегмента. Во второй и третьей исследуемых группах оперативное лечение дополнялось коррекцией сегментарного лордоза 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, противоотёчную, 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, в соответствии с группой исследования.

Срок наблюдения за пациентами составил 12 месяцев. В рамках исследования проводили сравнение клинических результатов хирургического лечения между группами исследования. После выполненного оперативного лечения всем пациентам произвели оценку болевого синдрома по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в первые 10 дней после операции. На 10-й 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 (Oswestry Disability Index) и RDQ (Roland Morris Questionnaire). В исследуемых группах 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 3-й группы также производили оценку параметров глобального сагиттального баланса позвоночника и коррекцию сегментарного поясничного лордоза 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 объёма коррекции поясничного лордоза до оперативного лечения. После проведённого оперативного лечения производили анализ величин произведённой коррекции и расчётного отклонения поясничного лордоза с целью оценки объёма и точности произведённой интраоперационной коррекции.

Статистическую обработку данных осуществляли с помощью программного статистического комплекса Statistica 12.0 (StatSoft, США) на платформе Windows 10 (Microsoft, США). Для определения нормальности распределения данных использовали критерий Шапиро-Уилка. Для выявления статистических различий использовали Н-критерий Краскела-Уоллеса, U-критерий Манна-Уитни, t-критерий Стьюдента, точный критерий Фишера. Результаты считались значимыми при  $p < 0,05$ . При наличии трех попарных сравнений данных, согласно поправке Бонферрони, результаты считались значимыми при  $p < 0,017$ .

**Результаты исследования и их обсуждение.** В зависимости от подхода к лечению дегенеративного стеноза и методу расчёта величины коррекции сегментарного лордоза были сформированы 3 равные группы по 30 человек: первая группа - 17 мужчин и 13 женщин со средним возрастом 47,1 года (от 20 до 79), вторая группа - 17 мужчин и 13 женщин со средним возрастом 45,6 года (от 28 до 68), третья – 16 мужчин и 14 женщин со средним возрастом 50,3 года (от 22 до 72). Среди пациентов у 68 было одноуровневое стенотическое поражение (у 38 пациентов на уровне L5-S1, у 25 – L4-L5, у 5 – L3-L4), двухуровневое поражение встречалось у 21 пациента (у 5 пациентов с поражением уровней L3-L4, L4-L5, у 16 – 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 1 и 2. Анализ приведённых данных показывает отсутствие статистически значимых различий (при  $p > 0,05$ ) в группах пациентов по приведённым критериям и подтверждает однородность групп исследования.

**Таблица 1**

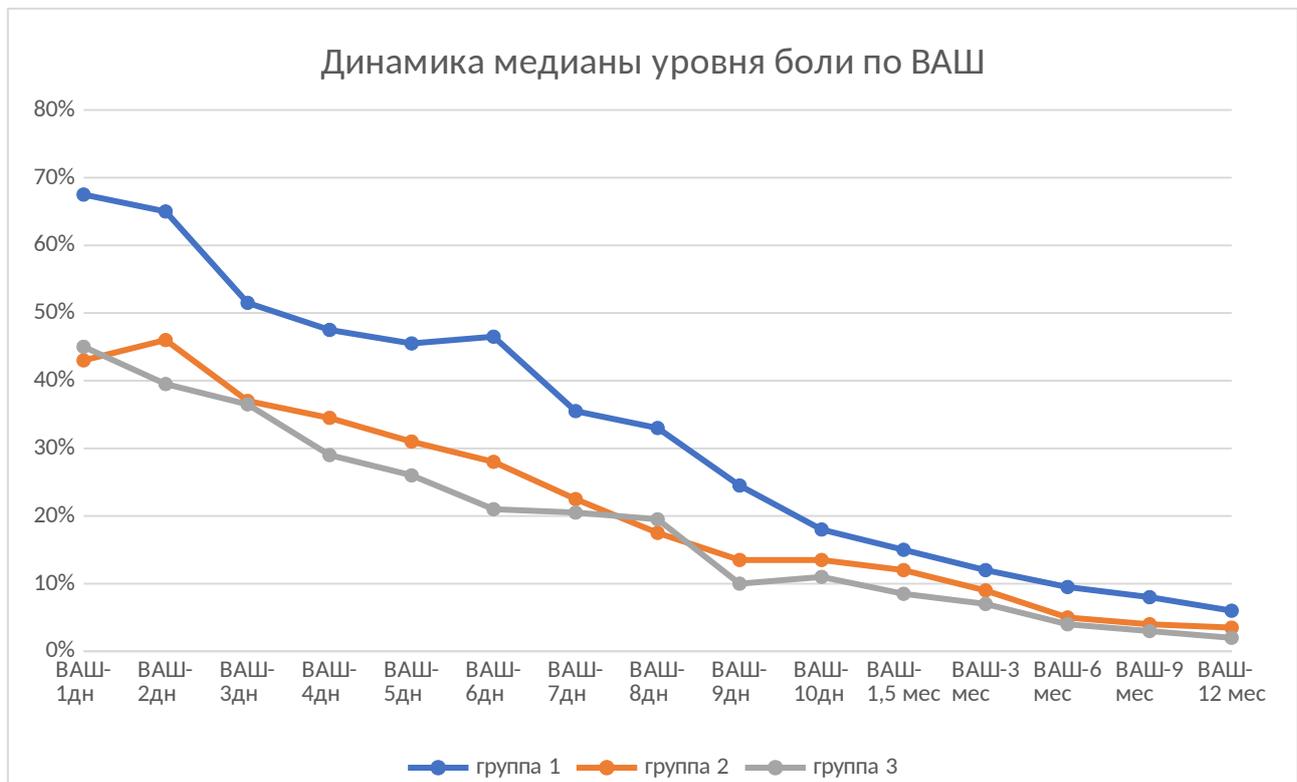
Характеристика групп исследования по возрасту, полу, структуре и количеству уровней поражения

Группа	Количество	Пол	Возраст (среднее ;	Количество уровней поражения	Количество поражённых уровней
--------	------------	-----	--------------------	------------------------------	-------------------------------

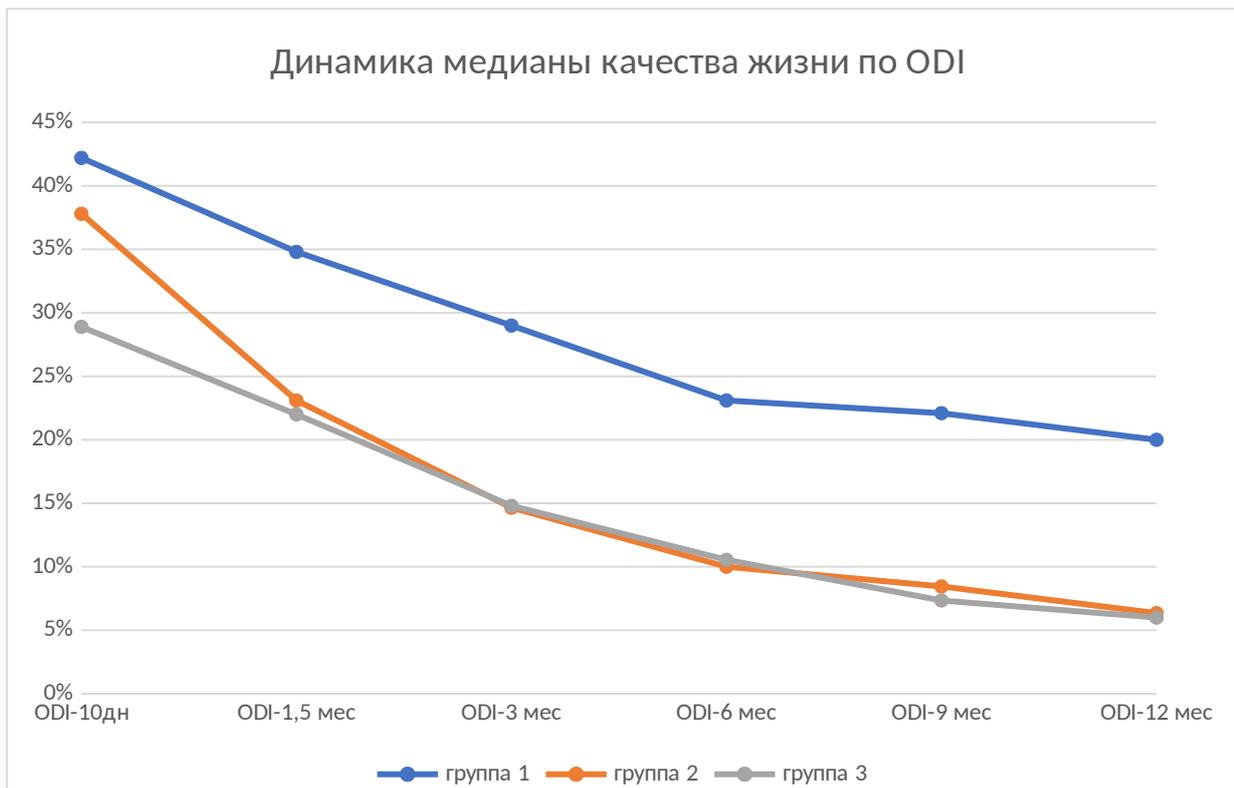


	Н-критерия	значимости										
ВАШ	8,68	0,013	10,02	0,007	10,84	0,004	8,21	0,017	10,68	0,005	12,75	0,002
ODI	4,15	0,126	10,02	0,007	20,72	p<0,001	17,63	p<0,001	17,11	p<0,001	18,01	p<0,001
RDQ	2,21	0,0331	3,15	0,208	7,38	0,025	12,25	0,002	9,95	0,007	10,77	0,005

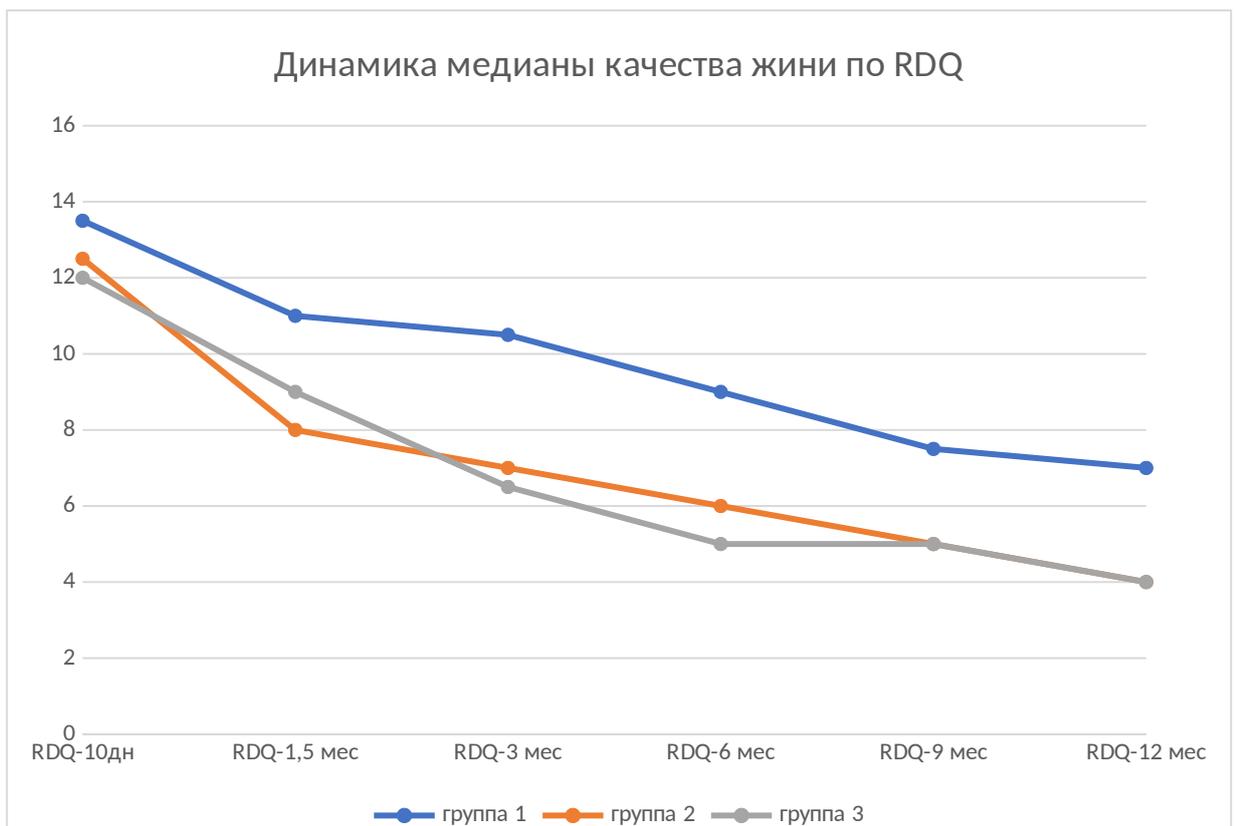
Различия считались достоверными при p<0,05.



*Рис. 1. Динамика медианы уровня боли по ВАШ*



*Рис. 2. Динамика медианы качества жизни по ODI*



*Рис. 3. Динамика медианы качества жизни по RDQ*

Уровень болевого синдрома по шкале ВАШ и уровень качества жизни по шкалам ODI и RDQ достоверно (при уровне значимости  $p < 0,017$ ) не отличаются между 2-й и 3-й группами исследования на всём периоде наблюдения.

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 (табл. 4, 5). Медиана коррекции поясничного лордоза в 1-й группе исследования составила  $5,2^\circ$  (3,2; 7,6), а во 2-й группе –  $9^\circ$  (2,2; 15,6).

**Таблица 4**

Результаты изменения позвоночно-тазовых параметров во 2-й группе

Параметр	До коррекции	После коррекции	Критерий, уровень значимости (p)
PI ( $^\circ$ )	48,8 (43; 52,6)	49,3 (42,9; 52,4)	$t=0,138$ $p=0,891$
PT ( $^\circ$ )	33,9 (30,7; 38,7)	13,9 (7,9; 19,7)	$Z=0,517$ $p=0,605$
SS ( $^\circ$ )	14,8 (7,9; 20,8)	35,6 (28,7; 43,2)	$t=-1,029$ $p=0,312$
GLL ( $^\circ$ )	49,7 (40,1; 55,2)	52,5 (44,7; 58,5)	$Z=2,390$ $p=0,017$

**Таблица 5**

Результаты изменения параметров глобального сагиттального баланса в 3-й группе

Параметр	До коррекции	После коррекции	Критерий, уровень значимости (p)
PI ( $^\circ$ )	48,7 (44,4; 60,3)	48,9 (44,4; 60,1)	$Z=1,213$ $p=0,225$
PT ( $^\circ$ )	33,5 (27,7; 39,3)	14,9 (11,8; 19,6)	$t=0,500$ $p=0,621$
SS ( $^\circ$ )	16,9 (14,7; 19,5)	31,6 (28,3; 39,5)	$t=-0,618$ $p=0,542$
GLL ( $^\circ$ )	45,4 (40,7; 58,9)	54 (45,6; 59)	$t=-2,607$ $p=0,014$
SVA (мм)	7,1 (-19,5; 43,3)	-18,1 (-34,3; -1,9)	$t=4,728$ $p < 0,001$
FOA ( $^\circ$ )	6,0 (1,9; 10,4)	2,4 (0,5; 4,3)	$Z=3,435$ $p < 0,001$
C7TA ( $^\circ$ )	1,6 (-1,7; 5,0)	-1,8 (-4,0; 0,1)	$t=5,713$ $p < 0,001$
FBI ( $^\circ$ )	9,0 (4,6; 19,0)	3,7 (1,1; 7,6)	$t=4,855$ $p < 0,001$

По результатам нашего исследования, применение в лечении дегенеративных стенозов нижнепоясничного отдела 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 объём распределения 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 [8–10]. Наше исследование базировалось на использовании технологии TLIF для выполнения спондилодеза, что, согласно данным других исследователей, не имеет клинической разницы для пациента и больше зависит от предпочтений оперирующего хирурга [11]. Эти данные свидетельствуют о независимости возможности проведения сегментарной коррекции поясничного лордоза от технологии выполнения спондилодеза (рис. 4, 5).

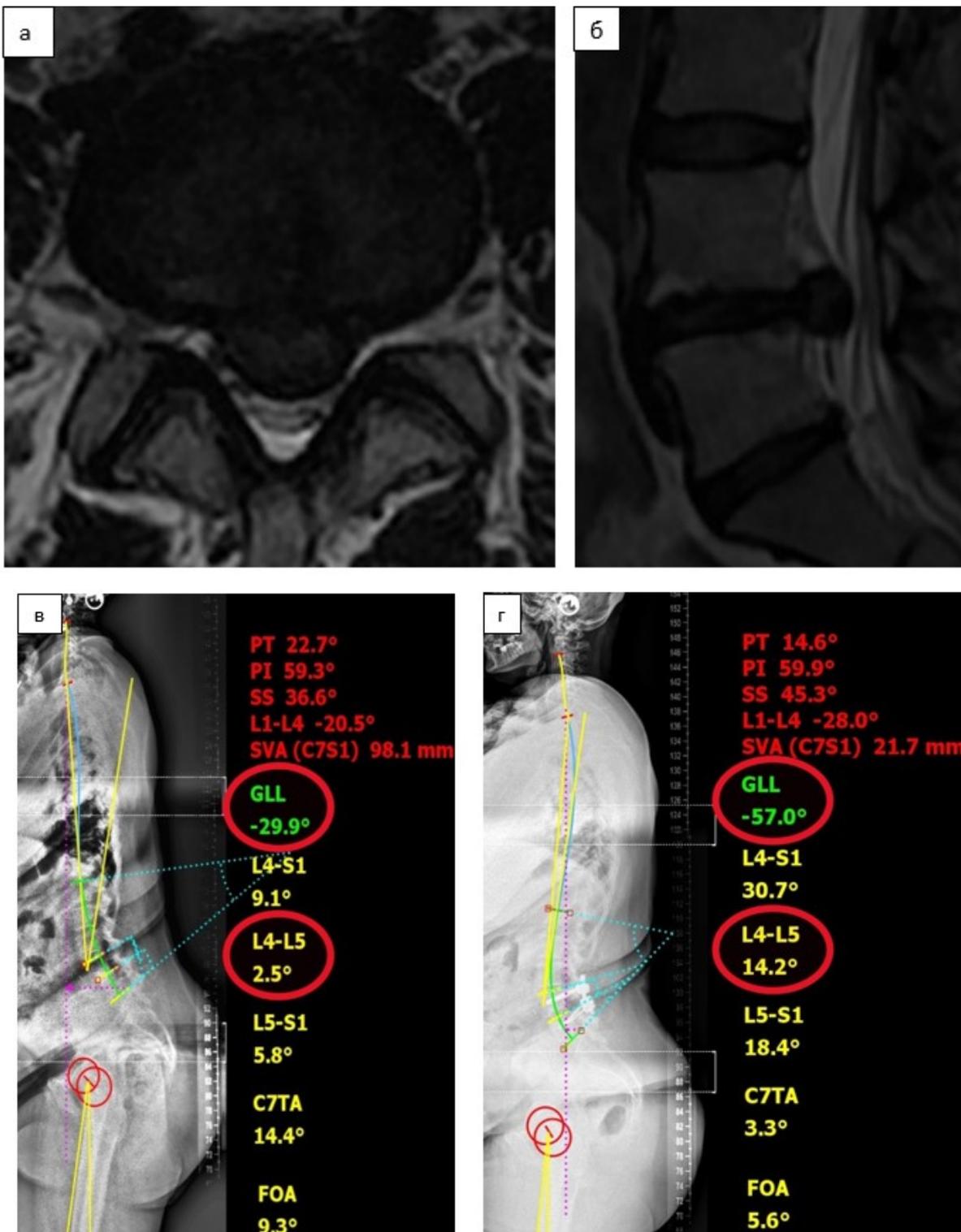
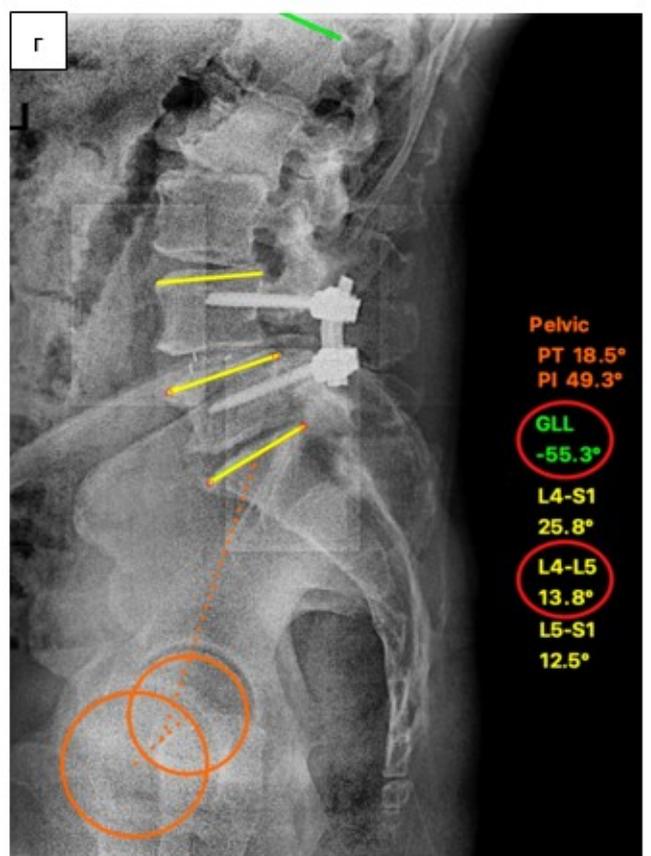
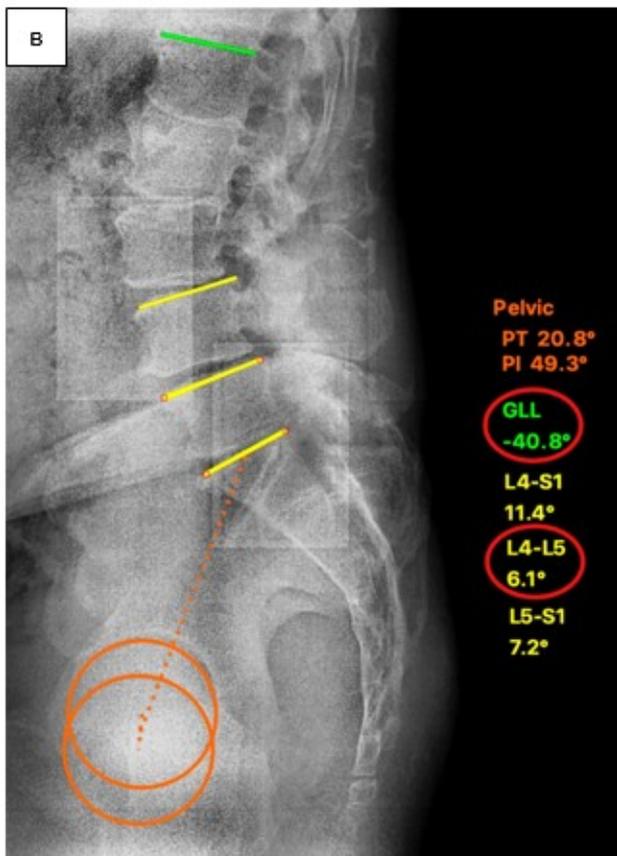
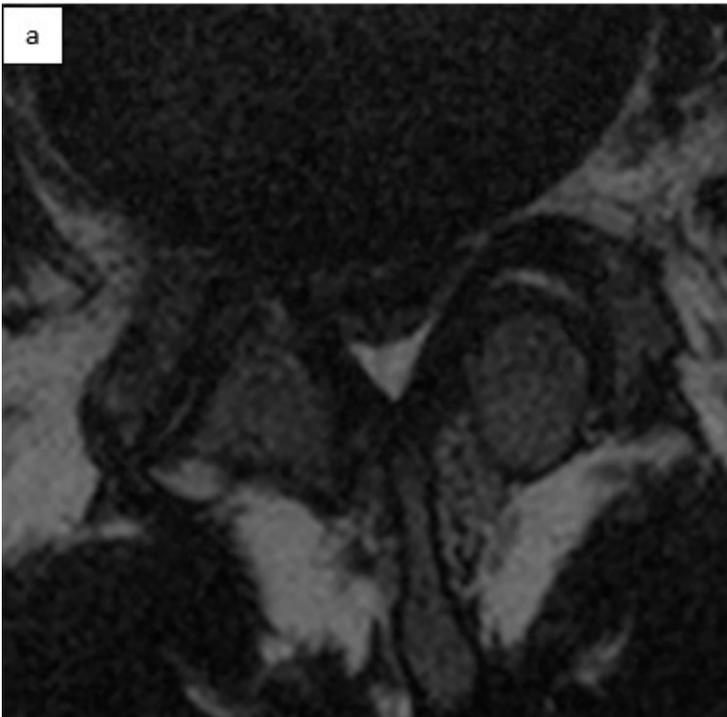


Рис. 4. Вариант лечения пациента 51 года с дегенеративным стенозом на уровне L4-L5 с использованием полноростовых сагиттальных рентгенограмм и формулы FBI: а – аксиальная проекция на МРТ до операции; б – сагиттальная проекция на МРТ до операции; в-г – полноростовые рентгенограммы до и после оперативного лечения с указанием сегментарного и поясничного лордоза



*Рис. 5. Пример лечения пациента Т. 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*

Результаты нашего исследования позволяют говорить о состоятельности применения нейроортопедического подхода при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах с использованием различных доступных технологий и технических средств для оценки и планирования сегментарной коррекции поясничного лордоза.

Verjano с соавт. считают, что предоперационное планирование с учётом методик оценки позвоночно-тазовых взаимоотношений и параметров сагиттального баланса сегодня обязательны для применения при любом декомпрессивно-стабилизирующем вмешательстве [12], поскольку существует выраженная связь между сбалансированным сагиттальным профилем позвоночника и клиническими данными показателей качества жизни пациентов. В дополнение к этой идее В.С. Климов с соавт. говорит о необходимости персонафицированного подхода к оперативному лечению дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника в зависимости от параметров баланса позвоночника [13]. Тем не менее Василенко с соавт. считают, что изменения сагиттального баланса у пациентов пожилого и старческого возраста требуют отдельного подхода в связи с большим объёмом сопутствующей патологии и более низкими компенсаторными возможностями [14]. По данным Е.С. Байкова с соавт., выполнение многоэтапных корригирующих вмешательств значительно улучшает показатели позвоночно-тазового и глобального сагиттального баланса [15].

**Заключение.** Сравнительный анализ применения нейроортопедического подхода и 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. Применение нейроортопедического подхода при короткосегментных декомпрессивно-стабилизирующих вмешательствах уже через 6 месяцев после оперативного лечения достоверно (при уровне значимости  $p < 0,017$ ) улучшает послеоперационные показатели уровня болевого синдрома по ВАШ и уровень качества жизни по шкалам ODI и RDQ во всех исследуемых группах по сравнению с контрольной, в которой не производилась оценка и целенаправленное изменение параметров сагиттального баланса. Объём поясничного лордоза достоверно (при

$p < 0,05$ ) изменяется после оперативного лечения вне зависимости от использованного метода расчёта необходимой коррекции. Метод расчёта коррекции сегментарного поясничного лордоза на нижнепоясничных уровнях позвоночника достоверно (при уровне значимости  $p < 0,017$ ) не влияет на клинический функциональный исход оперативного лечения пациентов с дегенеративными стенозами этой области.

### Список литературы

1. During J., Goudfrooij H., Keessen W., Beeker T.W., Crowe A. Toward standards for posture. Postural characteristics of the lower back system in normal and pathologic conditions. *Spine*. 1985. vol. 10. no. 1. P. 83-87.
2. Legaye J., Duval-Beaupère G., Hecquet J., Marty C. Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *European Spine Journal*. 1998. vol. 7. no. 2. P. 99-103. DOI:10.1007/s005860050038.
3. Duval-Beaupere G., Marty C., Barthel F., Boiseaubert B., Boulay C.h, Commard M. C., Coudert V., Cosson P., Descamps H., Hecquet J., Khoury N., Legaye J., Marpeau M., Montigny J. P., Mouilleseaux B., Robin G., Schmitt C., Tardieu C., Tassin J. L., Touzeau C. Sagittal profile of the spine prominent part of the pelvis. *Studies in health technology and informatics*. 2002. vol. 88. P. 47–64.
4. Schwab F., Lafage V., Patel A., Farcy J.P. Sagittal plane considerations and the pelvis in the adult patient. *Spine*. 2009. vol. 34. no. 17. P. 1828-1833. DOI:10.1097/BRS.0b013e3181a13c08.
5. Le Huec J.C., Hasegawa K. Normative values for the spine shape parameters using 3D standing analysis from a database of 268 asymptomatic Caucasian and Japanese subjects. *European Spine Journal*. 2016. vol. 25. no. 11. P. 3630-3637. DOI:10.1007/s00586-016-4485-5.
6. Le Huec J.C., Cogniet A., Demezou 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. *European Spine Journal*. 2015. vol. 24. no. Suppl 1. P. S112-120. DOI:10.1007/s00586-014-3659-2.
7. Cirillo Totera J.I., Fleiderman Valenzuela J.G., Garrido Arancibia J.A., Pantoja Contreras S.T., Beaulieu Lalanne L., Alvarez-Lemos F.L. Sagittal balance: from theory to clinical practice. *EFORT Open Reviews*. 2021. vol. 6. no. 12. P. 1193-1202. DOI:10.1302/2058-5241.6.210062.
8. Barrey C., Darnis A. Current strategies for the restoration of adequate lordosis during lumbar fusion. *World Journal of Orthopedics*. 2015. vol. 6. no. 1. P. 117-126. DOI:10.5312/wjo.v6.i1.117.
9. Galla F., Wähnert D., Liljenqvist U. Georg Schmorl Prize of the German Spine Society

(DWG) 2017: correction of spino-pelvic alignment with relordosing mono- and bisegmental TLIF spondylodesis. *European Spine Journal*. 2018. vol. 27. no. 4. P. 789-796. Doi:10.1007/s00586-018-5503-6.

10. Melgar M. A., Tobler W. D., Ernst R. J., Raley T. J., Anand N., Miller L. E., Nasca R. J. Segmental and global lordosis changes with two-level axial lumbar interbody fusion and posterior instrumentation. *International journal of spine surgery*. 2014. vol. 8. no 10. DOI:10.14444/1010.

11. Байков Е.С., Леонова О.Н., Крутько А.В. Методы формирования сегментарного лордоза при спондилодезе на поясничном уровне // *Opinion Leader*. 2021. № 7 (48). С.12-19.

12. Berjano P., Cecchinato R., Damilano M., Morselli C., Sansone V., Lamartina C. Preoperative calculation of the necessary correction in sagittal imbalance surgery: validation of three predictive methods. *European Spine Journal*. 2013. vol. 22. no. Suppl 6. P. S847-852. DOI:10.1007/s00586-013-3025-9.

13. Климов В.С., Василенко И.И., Рябых С.О., Амелина Е.В., Булатов А.В., Евсюков А.В. 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. Т. 26. № 4. С.555-564. DOI:10.18019/1028-4427-2020-26-4-555-564.

14. Василенко И.И., Климов В.С., Евсюков А.В., Лопарев Е.А., Халепа Р.В., Мойсак Г.И., Рзаев Д.А. Изменение сагиттального баланса у пациентов пожилого и старческого возраста с дегенеративным стенозом поясничного отдела позвоночника // *Вопросы Нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко*. 2015. Т. 79. № 5. С.102-107.

15. Байков Е.С., Пелеганчук А.В., Сангинов А.Д., Леонова О.Н., Крутько А.В. Хирургическая коррекция сагиттального дисбаланса поясничного отдела позвоночника дегенеративного генеза // *Хирургия Позвоночника*. 2020. Т. 17. № 2. С.49-57. DOI:10.14531/ss2020.2.49-57.