



Хирургия
ПОЗВОНОЧНИКА
научно-практический журнал
Russian Journal of Spine Surgery

Нам
20
лет



СПОНДИЛОЛИСТЕЗ L₅–S₁: ЧТО ИЗМЕНИЛОСЬ ЗА 20 ЛЕТ? ОБЗОР ОСНОВНЫХ ВОПРОСОВ В СОПОСТАВЛЕНИИ С ЛИЧНЫМ ОПЫТОМ

А.Г. Назаренко, А.А. Кулешов, М.С. Ветрилэ, И.Н. Лисянский, С.Н. Макаров, В.Р. Захарин,
А.В. Шаров, Н.А. Аганесов

Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии
им. Н.Н. Приорова, Москва, Россия

В самом первом выпуске журнала «Хирургия позвоночника» (2004. № 1. С. 39–46) была опубликована статья «Хирургическое лечение спондилолистеза L₅ позвонка с применением транспедикулярной фиксации». Спустя 20 лет авторским коллективом проанализированы изменения подходов к оперативному лечению спондилолистеза с учетом накопленного в НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова опыта хирургического лечения данной патологии. Рассмотрены вопросы классификации, методов фиксации, редукции, изменений сагиттального баланса, возможности применения аддитивных технологий и возможных осложнений хирургического лечения.

Отмечается, что развитие методик хирургического лечения, изучение биомеханических особенностей, внедрение аддитивных технологий и многое другое позволяют улучшать исходы лечения спондилолистеза.

Ключевые слова: спондилолистез L₅–S₁; хирургическое лечение спондилолистеза; транспедикулярная фиксация.

Для цитирования: Назаренко А.Г., Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Захарин В.Р., Шаров А.В., Аганесов Н.А. Спондилолистез L₅–S₁: что изменилось за 20 лет? Обзор основных вопросов в сопоставлении с личным опытом // Хирургия позвоночника. 2024. Т. 21. № 3. С. 93–99.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.3.93-99>.

L5–S1 SPONDYLOLISTHESIS: WHAT HAS CHANGED IN 20 YEARS? A REVIEW OF KEY ISSUES IN COMPARISON WITH PERSONAL EXPERIENCE

A.G. Nazarenko, A.A. Kuleshov, M.S. Vetrile, I.N. Lisyansky, S.N. Makarov, V.R. Zakharin, A.V. Sharov, N.A. Aganesov
N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, Moscow, Russia

The very first issue of the Russian Journal of Spine Surgery (2004;(1):39–46) published an article entitled “Surgical Treatment for L5 Spondylolisthesis with Transpedicular Fixators”. Twenty years later, the authors analyzed changes in approaches to surgical treatment of spondylolisthesis, taking into account the experience in surgical treatment of this pathology gained at the N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics. The issues of classification, fixation methods, reduction, changes in sagittal balance, the possibility of using additive technologies and possible complications of surgical treatment are considered.

In conclusion, it is noted that the development of surgical treatment methods, the study of biomechanical features, the introduction of additive technologies and much more enable improving the outcomes of spondylolisthesis treatment.

Key Words: L5–S1 spondylolisthesis; surgical treatment of spondylolisthesis; transpedicular fixation.

Please cite this paper as: Nazarenko AG, Kuleshov AA, Vetrile MS, Lisyansky IN, Makarov SN, Zakharin VR, Sharov AV, Aganesov NA. L5–S1 Spondylolisthesis: what has changed in 20 years? An overview of the main issues in comparison with personal experience. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2024;21(3):93–99. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2024.3.93-99>.

Два десятилетия назад в журнале «Хирургия позвоночника» авторы из Центрального института травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова опубликовали статью, посвященную хирургическому лечению спондилолистеза L₅ позвонка с примени-

ем транспедикулярной фиксации [1]. За прошедшее время накоплен собственный опыт хирургического лечения спондилолистеза и проведены научные исследования, рассмотрены данные из многочисленных научных публикаций. В предлагаемой ста-

тье мы хотели бы, оглянувшись назад, проанализировать пройденный путь, полученные знания и опыт, посмотреть, как изменились подходы к лечению спондилолистеза.

Перечитывая статью 2004 г., можно отметить несколько аспектов,

на которых хотелось бы остановиться. Это вопросы классификации, методов фиксации, редукиции, изменений сагиттального баланса, применения аддитивных технологий и возможных осложнений хирургического лечения.

К вопросу о классификациях спондилолистеза

Этиологическая классификация Marchetti – Bartolozzi не потеряла своей актуальности и позволяет разделять спондилолистез на два основных вида. Тем не менее в публикациях и научных докладах до настоящего времени используются элементы классификации Wiltse et al., что порой вызывает некоторую путаницу этиологических и морфологических критериев.

Безусловно, основной общепринятой классификацией тяжести смещения была и остается известная градация степеней по Meyerding. Тем не менее тот факт, что деформация при спондилолистезе не сводится только к переднезаднему смещению, был очевиден для многих исследователей. И.М. Митбрейт и В.Е. Беленький утверждали, что большее значение имеет не линейная величина смещения, а угол смещения сползающего позвонка, на основании чего и была предложена градация степеней смещения. Dubousset рекомендовал измерять пояснично-крестцовый угол, так называемый Dub-LSA (Dubousset lumbosacral angle), и утверждал, что его коррекция хотя бы до 100° позволит избежать неудач оперативного лечения [2]. Более поздние работы подтвердили важность коррекции пояснично-крестцового кифоза и корреляцию его величины с качеством жизни [3].

Новые знания, полученные в результате изучения параметров сагиттального баланса, позволили лучше понять биомеханические нарушения и компенсаторные механизмы при спондилолистезе. На основании этого была предложена классификация SDSG (Spinal Deformity Study Group) [4]. В зависимости от тяжести определяют два вида спондилолистеза: легкие степени (I–II) – low grade и тяжелые – high grade. Классифи-

кация SDSG в зависимости от рентгенометрических параметров и особенностей, компенсации или декомпенсации сагиттального баланса позволяет определить тактику оперативного лечения: фиксация *in situ* или выполнение редукиции L₅ позвонка с восстановлением позвоночно-тазовых взаимоотношений.

Рентгенометрические параметры для оценки спондилолистеза

Как уже отмечено выше, в основе деформации при спондилолистезе лежат два компонента: трансляционный и угловой. Трансляционный компонент выражается в степенях (классификация Meyerding [5]) либо в процентах, как описано в работе Voxall et al. [6]. Угловой компонент заключается в измерении углов смещения и выражается в градусах, как описано в классической монографии И.М. Митбрейта [7]. В исследованиях конца прошлого и начала этого столетия для оценки позвоночно-тазовых взаимоотношений применяли такие рентгенометрические параметры, как поясничный лордоз, угол наклона крестца, угол наклона L₅ позвонка, угол сагиттальной ротации, угол Митбрейта – Беленького и многие другие. Приведенные в нашей статье данные показывают достоверное улучшение параметров, характеризующих угловой компонент деформации пояснично-крестцового отдела – угла сагиттальной ротации, угла смещения по Митбрейту и др.

Накопление знаний о параметрах и взаимоотношениях, характеризующих сагиттальный баланс позвоночника в частности и туловища в целом, а также внедрение метода постуральной полноростовой рентгенографии позволило получить новые инструменты для более полной оценки изменений при спондилолистезе. Введен целый ряд параметров: тазовый индекс (Pelvic Incidence, PI), наклон таза (Pelvic Tilt, PT) и наклон крестца (Sacral Slope, SS), характеризующих морфологию и положение таза в пространстве. От этих параметров

зависит и распределение нагрузки в пояснично-крестцовом отделе позвоночника [8]. PI является статическим (анатомическим) параметром, значение которого индивидуально и постоянно для каждого человека, в отличие от SS и PT, которые, в свою очередь, отражают компенсаторные изменения [9].

Особый интерес вызывают результаты исследований [10–13], демонстрирующих, что сагиттальные параметры таза отличаются у здоровых людей и пациентов со спондилолистезом, причем степень отклонений коррелирует напрямую со степенью тяжести спондилолистеза.

В ходе исследований сагиттального баланса у пациентов со спондилолистезом мы пришли к выводу, что ключевым моментом оперативного лечения данной группы пациентов является устранение угла локального пояснично-крестцового кифоза, в свою очередь, параметры сагиттального баланса могут быть восстановлены не в полной мере [14].

Методы задней фиксации при спондилолистезе

В самом названии статьи в свое время было отражено использование метода транспедикулярной фиксации, что подчеркивало важность способа и новизну на тот момент. Первая операция с использованием транспедикулярного метода фиксации при спондилолистезе в нашей стране была выполнена в ЦИТО им. Н.Н. Приорова в 1992 г. профессором Степаном Тимофеевичем Ветрилэ. Использовалась конструкция, разработанная Arthur D. Steffe [15], состоящая из транспедикулярных винтов, пластин, фиксирующихся к винтам гайками. В начале 2000-х гг. этот метод, хотя уже и применялся в специализированных отделениях, ведущих травматолого-ортопедических и нейрохирургических центров, тем не менее не был так широко распространен. Безусловно, при хирургическом лечении спондилолистеза для коррекции нарушенных взаимоотношений и стабилизации основным методом остается транспедикулярная

фиксация. Ранее для редукции смещенного позвонка и стабилизации с учетом технических возможностей проводили довольно протяженную фиксацию – двух- и трехсегментарную, имея в виду, что менее чем у трети пациентов, анализируемых в статье, было смещение I–II степени. Конечно, накопленный опыт установки винтов, возможности интраоперационной визуализации, доступные технические приспособления для коррекции взаимоотношений позвонков и фиксации стержня – все это позволяет проводить в настоящее время в большинстве случаев менее протяженную фиксацию, а зачастую ограничиваться одним сегментом. При этом предложенные Lamartina et al. [16] в 2009 г. критерии выбора уровней фиксации, основанные на расчете «стабильной зоны», позволяют выбрать оптимальную протяженность фиксации и предупредить возможное смещение вышележащего позвонка.

Технологии стабилизации передней опорной колонны L₅–S₁

Неоспоримо, что для успешности результатов лечения спондилолистеза с фиксацией пояснично-крестцового отдела позвоночника ключевым моментом является стабилизация передней опорной колонны. Об этом свидетельствуют многочисленные публикации, и наш опыт, отраженный в статье 2004 г., показал, что при отсутствии межтеловой фиксации имеется высокий процент переломов металлоконструкции (23,3 % в исследуемой группе). Одномоментные операции с применением TLIF или PLIF при достаточной редукции и сохраненной анатомической форме замыкательных пластин являются методом выбора. Однако при высокой степени как диспластических, так и вторичных деформаций смежных замыкательных пластин L₅ и S₁ позвонков, при так называемой куполообразной форме S₁, неполной редукции смещения при high grade спондилолистезе достижение полноценного межтелового костного блока кейджами из заднего доступа затруднительно или даже невозможно. В таких случаях чаще



Рис. 1

Пациентке в 12 лет проведено двухэтапное оперативное лечение по поводу спондилоптоза L₅ позвонка в объеме транспедикулярной фиксации L₄–L₅–S₁ и переднего внебрюшинного спондилодеза L₅–S₁ кортикальным аллотрансплантатом: **а** – рентгенограмма в боковой проекции, пояснично-крестцовый кифоз; **б** – коррекция пояснично-крестцового кифоза; **в** – КТ через 15 лет после операции – состоявшийся спондилодез L₅–S₁

всего методом выбора является межтеловая фиксация из переднего доступа. Большинству пациентов, исследуемых в статье, выполняли передний внебрюшинный спондилодез кортикальным аллотрансплантатом. Данный способ широко применялся нами, он позволял добиться первично стабильной фиксации и хорошего результата в отдаленном периоде (рис. 1). Появление имплантатов типа mesh, наряду с ограничением возможности применения необходимых кортикальных аллотрансплантатов, привело к использованию шейных сетчатых кейджей 12 мм, заполненных костной крошкой, для выполнения межтеловой фиксации. Для этой же цели были разработаны и успешно применяются индивидуально изготовленные удлиненные кейджи с резьбой (рис. 2). Эффективна методика использования для спондилодеза L₅–S₁ так называемого мегакейджа Доценко, преимуществом при этом является возможность его применения при ревизионных операциях после несостоятельного спондилодеза по типу PLIF/TLIF и при необходимости выполнения вентральной декомпрессии невралных структур на уровне L₅–S₁ [17].

Редукция

Под термином «редукция» при оценке результатов оперативного лечения спондилолистеза понимают устранение линейного, переднезаднего смещения. Как было отмечено выше, ключевым моментом является коррекция угловых взаимоотношений пояснично-крестцового отдела позвоночника. Тем не менее вопрос редукции всегда возникает при обсуждении спондилолистеза. Выполненные систематические обзоры и метаанализы, данные которых опубликованы в статьях наивысшего уровня доказательности, сходятся в том, что редукция и фиксация *in situ* при спондилолистезе одинаково допустимы и не имеют значимых различий по клиническим исходам. При этом отмечается более высокий уровень костного сращения и, соответственно, меньшая частота развития так называемых псевдоартрозов при выполнении редукции [18–22]. Однако необходимо сказать, что в ряде публикаций отмечается, что неврологические осложнения чаще встречаются при выполнении редукции [23, 24].

Самым сложным для лечения является крайняя степень смещения – спондилоптоз. Одним из радикальных методов считается операция Gaines –

**Рис. 2**

Варианты выполнения переднего межтелового спондилодеза L₅-S₁: а – сетчатый кейдж mesh 12 мм, заполненный аутографтатами; б – КТ межтелового костного блока L₅-S₁ сетчатым кейджем; в – планирование операции с использованием удлиненного специального резьбового кейджа; г – внешний вид резьбового кейджа; д – КТ пациента после выполнения переднего спондилодеза L₅-S₁ специальным кейджем

вертебрэктомия расположенного спереди от крестца L₅ позвонка и фиксации L₄ позвонка на S₁. В одном случае мы успешно применили данную методику, модифицировав ее дополнительной фиксацией L₄-S₁ кейджами с отличным отдаленным результатом, но рекомендовать широкое применение, учитывая сложность и высокие риски неврологических и других осложнений, все же не стоит. Сам автор при анализе 30 случаев лечения отмечает высокий риск неврологических осложнений [25]. При спондилоптозе важными являются прежде всего коррекция кифоза L₅-S₁, визуальный и нейрофизиологический контроль состояния корешков и дурального мешка при коррекции и адекватный L₅-S₁ спондилодез, который может быть выполнен либо из переднего доступа (рис. 1), либо из заднего доступа трансакрально, как по описанной нами в статье методике, либо, чему чаще отдается

предпочтение, по методике Bohlman с использованием сетчатого кейджа mesh. Эффективной является и трансакральная фиксация длинными винтами [26, 27]. Описан случай успешного применения аппарата наружной фиксации для постепенного устранения деформации при спондилоптозе с последующим выполнением транспедикулярной фиксации и переднего спондилодеза [28].

Также для повышения прочности фиксации все чаще применяются ее каудальное продление с позвоночно-тазовой фиксацией и установкой винтов в подвздошные кости [29].

Аддитивные технологии

Первое применение аддитивных технологий в хирургии позвоночника в нашей стране было связано с лечением спондилолистеза. В.В. Доценко с соавт. [30] в 2004 г. описали применение стереолитографических полноразмерных моделей при планировании оператив-

ного лечения спондилолистеза и изготовление индивидуальных конструкций для вентральной стабилизации пояснично-крестцового отдела. После передней декомпрессии на уровне L₅-S₁ из предложенного авторами внебрюшинного мини-доступа проводилась фиксация *in situ* кастомизированной пластиной. Данную методику мы применяли в нескольких случаях и после выполнения частичной редукции из заднего доступа для фиксации передней опорной колонны [31].

Широкое развитие и доступность в последнее десятилетие компьютерного моделирования и аддитивных технологий для изготовления полноразмерных моделей части позвоночника и персонализированных имплантатов нашло свое применение и в хирургии спондилолистеза. В НИИЦ ТО им. Н.Н. Приорова разработана методика и индивидуальная конструкция для оперативного лечения пациентов со спондилолизом [32]. Индивидуально изготовленная конструкция, повторяющая контур дужки L₅ позвонка с субламинарной фиксацией и охватывающая основание остистого отростка, позволяет в сочетании с транспедикулярной фиксацией проводить непосредственное восстановление целостности дужки при спондилолизе. Возможность предоперационного планирования позволяет изготавливать конструкцию таким образом, что при фиксации ее к винтам достигается редукция переднего тела позвонка при спондилолистезе I–II степени. Первый опыт лечения таким способом 29 пациентов со спондилолизом, из которых у 22 имелся также спондилолистез I–II степени, показал свою эффективность [33]. Очевидным преимуществом при этом является сохранение движений в сегменте L₅-S₁.

Неврологические осложнения

В группе исследования в нашей статье 2004 г. отмечено, что в 2 (6,7 %) случаях после операции развился парез мышц разгибателей стопы и пальцев, что снизило удовлетворенность результатом оперативного лечения у этих пациентов. Fu et al. [23] при ана-

лизе группы из 605 прооперированных по поводу спондилолистеза детей и подростков отметили возникновение неврологического дефицита после операции в 5 %.

Kasliwal et al. [24] при анализе результатов лечения 165 пациентов, взрослых и детей, отметили возникновение неврологических осложнений в 11,5 % случаев, причем применение интраоперационного нейромониторинга (ИОНМ) не всегда позволяло избежать данных осложнений. При редукции и коррекции угловых взаимоотношений, особенно при спондилолистезе больших степеней, на наш взгляд, важна непо-

средственная визуализация корешков, чтобы убедиться в отсутствии их сдавления и натяжения. Тем не менее применение ИОНМ во время вертебралогических операций, безусловно, имеет важное значение, а развитие новых методов ИОНМ позволит в большей степени избегать неврологических осложнений [34].

Заключение

Развитие методик хирургического лечения, новые аспекты этиопатогенеза и биомеханических особенностей, внедрение аддитивных технологий – все это и многое другое позволяет

улучшать исходы лечения спондилолистеза. Важное значение на этом пути имеют выполненные с высокой степенью доказательности оригинальные исследования, анализ мировой литературы и обмен опытом.

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Проведение исследования одобрено локальным этическим комитетом учреждения.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература/References

1. **Мионов С.П., Ветрилэ С.Т., Ветрилэ М.С., Кулешов А.А.** Оперативное лечение спондилолистеза позвонка L₅ с применением транспедикулярных фиксаторов // Хирургия позвоночника. 2004. № 1. С. 39–46. [Mironov SP, Vetrile ST, Vetrile MS, Kuleshov AA. Surgical treatment for L5 spondylolisthesis with transpedicular fixators. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2004;(1):39–46.]
2. **Dubouset J.** Treatment of spondylolysis and spondylolisthesis in children and adolescents. Clin Orthop Relat Res. 1997;(337):77–85. DOI: 10.1097/00003086-199704000-00010.
3. **Tanguay F, Labelle H, Wang Z, Joncas J, de Guise JA, Mac-Thiong JM.** Clinical significance of lumbosacral kyphosis in adolescent spondylolisthesis. Spine. 2012;37:304–308. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31821cc558.
4. **Mac-Thiong JM, Duong L, Parent S, Hresko MT, Dimar JR, Weidenbaum M, Labelle H.** Reliability of the Spinal Deformity Study Group classification of lumbosacral spondylolisthesis. Spine. 2012;37:E95–102. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3182233969.
5. **Meyerding H.** Spondylolisthesis. Surg Gynecol Obstet. 1932;(54):371–377.
6. **Boxall D, Bradford DS, Winter RB, Moe JH.** Management of severe spondylolisthesis in children and adolescents. J Bone Joint Surg Am. 1979;61:479–495.
7. **Митбрейт И.М.** Спондилолистез. М., 1978. [Mittbreit IM. Spondylolisthesis. Moscow; 1978.]
8. **Nahle IS, Labelle H, Parent S, Joncas J, Mac-Thiong JM.** The impact of surgical reduction of high-grade lumbosacral spondylolisthesis on proximal femoral angle and quality of life. Spine J. 2019;19:670–676. DOI 10.1016/j.spinee.2018.10.001.
9. **Mac-Thiong JM, Labelle H, Berthonnaud E, Betz RR, Roussouly P.** Sagittal spinopelvic balance in normal children and adolescents. Eur Spine J. 2007;16:227–234. DOI: 10.1007/s00586-005-0013-8.
10. **Hanson DS, Bridwell KH, Rhee JM, Lenke LG.** Correlation of pelvic incidence with low-and high-grade isthmic spondylolisthesis. Spine. 2002;27:2026–2029. DOI: 10.1097/00007632-200209150-00011.
11. **Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Transfeldt E, O'Brien M, Chopin D, Hresko T, Dimnet J.** Spondylolisthesis, pelvic incidence, and spinopelvic balance: a correlation study. Spine. 2004;29:2049–2054. DOI: 10.1097/01.brs.0000138279.53439.cc.
12. **Whitesides TE Jr, Horton WC, Hutton WC, Hodges L.** Spondylolytic spondylolisthesis: a study of pelvic and lumbosacral parameters of possible etiologic effect in two genetically and geographically distinct groups with high occurrence. Spine. 2005;30(6 Suppl):S12–S21. DOI: 10.1097/01.brs.0000155574.33693.60.
13. **Rajnic P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illes T.** The association of sagittal spinal and pelvic parameters in asymptomatic persons and patients with isthmic spondylolisthesis. Spinal Disord Tech. 2002;15:24–30. DOI: 10.1097/00024720-200202000-00004.
14. **Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Захарин В.Р., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Струнина Ю.В.** Изменение позвоночно-тазовых взаимоотношений у детей со спондилолистезом после оперативного лечения и их корреляция с оценкой качества жизни // Хирургия позвоночника. 2023. Т. 20. № 2. С. 32–39. [Kuleshov AA, Vetrile MS, Zakharin VR, Lisyanskiy IN, Makarov SN, Strunina YuV. Changes in spinopelvic relationships in children with spondylolisthesis after surgical treatment and their correlation with the assessment of quality of life. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2023;20(2):32–39. DOI: 10.14531/ss2023.2.32-39.
15. **Steffee AD, Biscup RS, Sitkowski DJ.** Segmental spine plates with pedicle screw fixation. A new internal fixation device for disorders of the lumbar and thoracolumbar spine. Clin Orthop Relat Res. 1986;(203):45–53.
16. **Lamartina C, Zavatsky JM, Petruzzini M, Specchia N.** Novel concepts in the evaluation and treatment of high-dysplastic spondylolisthesis. Eur Spine J. 2009;18 Suppl 1:133–142. DOI: 10.1007/s00586-009-0984-y.
17. **Доценко В.В.** Повторные операции при дегенеративных заболеваниях позвоночника // Хирургия позвоночника. 2004. № 4. С. 63–67. [Dotsenko VV. Revision surgeries for degenerative spine diseases. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2004;(4):63–67.]
18. **Zhan X, Xi X, Li F, Xiang Q, Qian J, Yu H, He L, Yu Y, Cheng L.** Is reduction or arthrodesis in situ the optimal choice for adolescent spondylolisthesis? – a systematic review and meta-analysis. Ann Palliat Med. 2021;10:8523–8535. DOI: 10.21037/apm-21-569.
19. **He R, Tang GL, Chen K, Luo ZL, Shang X.** Fusion in situ versus reduction for spondylolisthesis treatment: grading the evidence through a meta-analysis. Biosci Rep. 2020;40:BSR20192888. DOI: 10.1042/BSR20192888.
20. **Jiang G, Ye C, Luo J, Chen W.** Which is the optimum surgical strategy for spondylolisthesis: Reduction or fusion in situ? A meta-analysis from 12 comparative studies. Int J Surg. 2017;42:128–137. DOI: 10.1016/j.ijsu.2017.04.066.
21. **Lak AM, Abunimer AM, Devi S, Chawla S, Aydin L, Tafel I, Smith TR, Mekary RA, Zaidi HA.** Reduction versus in situ fusion for adult high-grade spondy-

- lolisthesis: a systematic review and meta-analysis. World Neurosurg. 2020;138:512–520. e2. DOI: 10.1016/j.wneu.2020.03.030.
22. **Bai X, Chen J, Liu L, Li X, Wu Y, Wang D, Ruan D.** Is reduction better than arthrodesis in situ in surgical management of low-grade spondylolisthesis? A system review and meta analysis. Eur Spine J. 2017;26:606–618. DOI: 10.1007/s00586-016-4810-z.
 23. **Fu KM, Smith JS, Polly DW Jr, Perra JH, Sansur CA, Berven SH, Broadstone PA, Choma TJ, Goytan MJ, Noordeen HH, Knapp DR Jr, Hart RA, Donaldson WF 3rd, Boachie-Adjei O, Shaffrey CI.** Morbidity and mortality in the surgical treatment of six hundred five pediatric patients with isthmic or dysplastic spondylolisthesis. Spine. 2011;36:308–312. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181cf3a1d.
 24. **Kasliwal MK, Smith JS, Shaffrey CI, Saulle D, Lenke LG, Polly DW Jr, Ames CP, Perra JH.** Short-term complications associated with surgery for high-grade spondylolisthesis in adults and pediatric patients: a report from the scoliosis research society morbidity and mortality database. Neurosurgery. 2012;71:109–116. DOI: 10.1227/NEU.0b013e3182535881.
 25. **Gaines RW.** L5 vertebrectomy for the surgical treatment of spondylolysis: thirty cases in 25 years. Spine. 2005;30(6 Suppl):S66–S70. DOI: 10.1097/01.brs.0000155577.19606.df.
 26. **Minamide A, Akamaru T, Yoon ST, Tamaki T, Rhee JM, Hutton WC.** Transdiscal L5-S1 screws for the fixation of isthmic spondylolisthesis: a biomechanical evaluation. J Spinal Disord Tech. 2003;16:144–149. DOI: 10.1097/00024720-200304000-00005.
 27. **Kerr HL, Gee A, Fernandes RJR, Kanawati AJ, Jin W, Gurr KR, Bailey CS, Zdero R, Rasoulinejad P.** Biomechanical comparison of 3 types of transdiscal fixation implants for fixing high-grade L5/S1 spine spondylolisthesis. Spine J. 2021;21:1587–1593. DOI: 10.1016/j.spinee.2021.04.017.
 28. **Афаунов А.А., Полохович Э.М., Афаунов А.И., Шевченко А.В.** Клинический случай хирургического лечения тяжелого спондилоптоза // Хирургия позвоночника. 2008. № 1. С. 20–23. [Afaunov AA, Polyukhovich EM, Afaunov AI, Shevchenko AV. Surgical treatment of severe spondylolisthesis: clinical case report. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2008;(1):20–23]. DOI: 10.14531/ss2008.1.20-23.
 29. **Ветрилэ М.С., Кулешов А.А., Макаров С.Н., Лисянский И.Н., Кокорев А.И., Аганесов Н.А., Захарин В.Р.** Особенности позвоночно-тазовой фиксации при деформациях и травматических повреждениях позвоночника // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2021. Т. 28. № 1. С. 17–27. [Vetrile MS, Kuleshov AA, Makarov SN, Lisyanskiy IN, Kokorev AI, Aganesov NA, Zakharin VR. Peculiarities of spinopelvic fixation in deformations and traumatic injuries of the spine. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2021;28(1):17–27]. DOI: 10.17816/vto63954.
 30. **Доценко В.В., Шевелев И.Н., Загородний Н.В., Коновалов Н.А., Кошеварова О.В.** Спондилолистез: передние малотравматичные операции // Хирургия позвоночника. 2004. № 1. С. 47–54. [Dotsenko VV, Shevelev IN, Zagorodniy NV, Konovalev NA, Koshevarova OV. Spondylolisthesis: anterior mini-invasive surgery. Russian Journal of Spine Surgery (Khirurgiya Pozvonochnika). 2004;(1):47–54].
 31. **Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Шкарубо А.Н., Доценко В.В., Еськин Н.А., Лисянский И.Н., Макаров С.Н.** Аддитивные технологии в хирургии деформаций позвоночника // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2018. Т. 25. № 3–4. С. 19–29. [Kuleshov AA, Vetrile MS, Shkarubo AN, Docenko VV, Es'kin NA, Lisyanskiy IN, Makarov SN. Additive technologies in surgical treatment of spinal deformities. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2018;25(3-4):19–29]. DOI: 10.17116/vto201803-04119.
 32. Патент РФ на изобретение № 2798704С1. Способ хирургической фиксации зоны двухстороннего спондилолиза L5 позвонка с использованием металлического фиксирующего устройства // Кулешов А.А., Ветрилэ М.С., Захарин В.Р., Лисянский И.Н., Макаров С.Н., Аганесов Н.А., Кокорев А.И. МПК А61В 17/70; № 2022131461; заявл. 02.12.2022; опубл. 23.06.2023. [Kuleshov AA, Vetrile MS, Zakharin VR, Lisyanskiy IN, Makarov SN, Aganesov NA, Kokorev AI. Method of surgical fixation of the zone of bilateral spondylolysis of L5 vertebra using a metal fixing device. Patent RU 2798704. Appl. 02.12.2022. Publ. 23.06.2023. Bul. 18].
 33. **Ветрилэ М.С., Кулешов А.А., Макаров С.Н., Лисянский И.Н., Захарин В.Р., Кокорев А.И., Аганесов Н.А.** Оперативное лечение двустороннего спондилолиза L₅ позвонка у профессиональной гимнастки с использованием индивидуальной конструкции // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2024. Т. 31, № 3. С. 407–417. [Vetrile MS, Kuleshov AA, Makarov SN, Lisyanskiy IN, Zakharin VR, Kokorev AI, Aganesov NA. Surgical treatment of L5 spondylolysis in an athlete using custom-made implant. N.N. Priorov Journal of Traumatology and Orthopedics. 2024;31(3):407–417]. DOI: 10.17816/vto634755.
 34. **Iorio C, Kouckeki R, Strantzias S, Vandenberg M, Lewis SJ, Zeller R, Camp M, Rocos B, Lebel DE.** Utility of intraoperative neurophysiological monitoring in detecting motor and sensory nerve injuries in pediatric high-grade spondylolisthesis. Spine J. 2023;23:1920–1927. DOI: 10.1016/j.spinee.2023.08.002.

Адрес для переписки:

Ветрилэ Марчел Степанович
127299, Россия, Москва, ул. Приорова, 10,
НМИЦ травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова,
vetrilams@cito-priorov.ru

Address correspondence to:

Vetrile Marchel Stepanovich,
N.N. Priorov National Medical Research Center
of Traumatology and Orthopaedics,
10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia,
vetrilams@cito-priorov.ru

Статья поступила в редакцию 15.08.2024

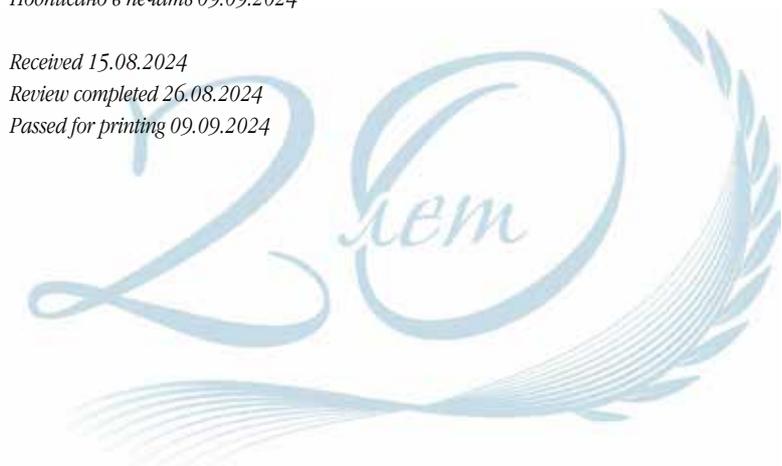
Рецензирование пройдено 26.08.2024

Подписано в печать 09.09.2024

Received 15.08.2024

Review completed 26.08.2024

Passed for printing 09.09.2024



Антон Герасимович Назаренко, д-р мед. наук, проф. РАН, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0003-1314-2887, anazarenko@mail.ru;

Марчел Степанович Ветрилэ, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, заместитель директора по научной работе, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0001-6689-5220, vetrilams@cito-priorov.ru;

Александр Алексеевич Кулишов, д-р мед. наук, заведующий отделением вертебродиагностики, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-9526-8274, cito-spine@mail.ru;

Сергей Николаевич Макаров, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0003-0406-1997, moscow.makarov@gmail.com;

Игорь Николаевич Лисянский, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-2479-4381, lisygnik@list.ru;

Виталий Романович Захарин, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0003-1553-2782, zakbvit@gmail.com;

Владислав Андреевич Шаров, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0002-0801-0639, sbarov.vlad397@gmail.com;

Николай Александрович Аганесов, канд. мед. наук, врач-травматолог-ортопед, Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова, Россия, 127299, Москва, ул. Приорова, 10, ORCID: 0000-0001-5383-6862, kolyanzer@yandex.ru.

Anton Gerasimovich Nazarenko, DMSc, Professor of RAS, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0003-1314-2887, anazarenko@mail.ru;

Marchel Stepanovich Vetrile, MD, PhD, orthopedic traumatologist, deputy director for science, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0001-6689-5220, vetrilams@cito-priorov.ru;

Aleksandr Alekseyevich Kuleshov, DMSc, Head of the Vertebrology Department, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-9526-8274, cito-spine@mail.ru;

Sergey Nikolayevich Makarov, MD, PhD, orthopedic traumatologist, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0003-0406-1997, moscow.makarov@gmail.com;

Igor Nikolayevich Lisiansky, MD, PhD, orthopedic traumatologist, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-2479-4381, lisygnik@list.ru;

Vitaly Romanovich Zakharin, MD, PhD, orthopedic traumatologist, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0003-1553-2782, zakbvit@gmail.com;

Vladislav Andreyevich Sbarov, orthopedic traumatologist, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0002-0801-0639, sbarov.vlad397@gmail.com;

Nikolay Aleksandrovich Aganesev, MD, PhD, orthopedic traumatologist, N.N. Priorov National Medical Research Center of Traumatology and Orthopaedics, 10 Priorova str., Moscow, 127299, Russia, ORCID: 0000-0001-5383-6862, kolyanzer@yandex.ru.

