



# ВЛИЯНИЕ ПОЛНОЙ РЕДУКЦИИ ПОЗВОНКА НА РАЗВИТИЕ НЕВРОЛОГИЧЕСКИХ ОСЛОЖНЕНИЙ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ СПОНДИЛОЛИЗНЫХ СПОНДИЛОЛИСТЕЗОВ L<sub>5</sub> ПОЗВОНКА С ВЫСОКИМИ СТЕПЕНЯМИ СМЕЩЕНИЯ

Ш.Ш. Магомедов, Ю.Ю. Поляков, С.П. Роминский

Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия

**Цель исследования.** Ретроспективный анализ динамики неврологической симптоматики при полной редукции L<sub>5</sub> позвонка в группах с низкостепенными (I–II ст.) и высокостепенными (III–V ст., птоз) спондилолизными листезами L<sub>5</sub> позвонка. **Материал и методы.** В исследование включены 158 пациентов, которым проведено оперативное лечение спондилолизного спондилолистеза L<sub>5</sub> позвонка.

**Результаты.** При одинаковой хирургической тактике с низко- и высокостепенными спондилолистезами отмечается выраженная положительная динамика в послеоперационном периоде. При истмическом спондилолистезе болевой синдром и неврологический дефицит регрессируют дольше у пациентов с высокостепенным спондилолистезом в раннем послеоперационном периоде. Через 6 мес. и 1 год достоверной разницы между низко- и высокостепенными спондилолистезами не прослеживается.

**Заключение.** Полная редукция L<sub>5</sub> позвонка достоверно не ухудшает неврологического статуса пациента. Полная редукция смещенного позвонка и коррекция поясничного отдела позвоночника позволяют прогнозировать восстановление сагиттального баланса относительно угла поясничного лордоза, величины наклона таза, что приводит к восстановлению трудоспособности и ранней социальной адаптации пациента.

**Ключевые слова:** спондилолизный спондилолистез, неврологические осложнения, редукция L<sub>5</sub> позвонка.

THE INFLUENCE OF COMPLETE VERTEBRA REDUCTION ON THE DEVELOPMENT OF NEUROLOGICAL COMPLICATIONS AFTER SURGICAL TREATMENT FOR THE L<sub>5</sub> SPONDYLOLITIC SPONDYLOLISTHESIS WITH HIGH DEGREE OF DISLOCATION

S.S. Magomedov, Yu.Yu. Polyakov, S.P. Rominskiy  
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia

**Objective.** To perform retrospective analysis of the dynamics of neurological symptoms following complete reduction of the L<sub>5</sub> vertebra in groups of patients with low-grade (I–II) and high-grade (III–V, ptosis) L<sub>5</sub> spondylolitic spondylolisthesis.

**Material and Methods.** The study included 158 patients who underwent surgical treatment for the L<sub>5</sub> spondylolitic spondylolisthesis.

**Results.** A pronounced positive dynamics was observed in the postoperative period after using the same surgical tactics in the treatment of both low- and high-degree spondylolisthesis. In isthmic spondylolisthesis, regression of pain syndrome and neurological deficit was longer in patients with high-grade spondylolisthesis in the early postoperative period. At 6 month and 1 year follow-up examination, there was no reliable difference between low- and high-grade spondylolisthesis.

**Conclusion.** The complete reduction of the L<sub>5</sub> vertebra does not significantly impair the patient's neurological status. The complete reduction of the displaced vertebra and the correction of the lumbar spine can predict the restoration of the sagittal balance with respect to the lumbar lordosis angle and the pelvic tilt, which results in restoration of the patient's ability to work and early social adaptation.

**Key Words:** spondylolitic spondylolisthesis, neurological complications, L<sub>5</sub> reduction.

Для цитирования: Магомедов Ш.Ш., Поляков Ю.Ю., Роминский С.П. Влияние полной редукции позвонка на развитие неврологических осложнений при хирургическом лечении спондилолизных спондилолистезов L<sub>5</sub> позвонка с высокими степенями смещения // Хирургия позвоночника. 2017. Т. 14. № 4. С. 45–51.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.4.45-51>.

Please cite this paper as: Magomedov SS, Polyakov YuYu, Rominskiy SP. The influence of complete vertebra reduction on the development of neurological complications after surgical treatment for the L<sub>5</sub> spondylolitic spondylolisthesis with high degree of dislocation. Hir. Pozvonoc. 2017;14(4):45–51. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2017.4.45-51>.

Спондилолиз определяется как дефект межсуставной части дужки с одной или с двух сторон. Fujiwara et al. [8, 9] определили сегментарную нестабильность как состояние, при котором происходит потеря жесткости позвоночника, когда обычная физическая нагрузка приводит к болевому синдрому. Спондилолизный спондилолистез встречается в 3–6 % случаев в общей популяции [24, 26], наиболее часто – на уровне L<sub>5</sub>–S<sub>1</sub> (85–95 %) и L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub> (5–15 %) [26]. Многоуровневый спондилолизный спондилолистез регистрируют сравнительно реже. По данным литературы [18], частота встречаемости многоуровневого спондилолизного спондилолистеза составляет около 1,5 % от общего числа патологии.

Сложность хирургического лечения спондилолистезов L<sub>5</sub> позвонка обусловлена рядом морфологических изменений: выраженной нестабильностью или, наоборот, ригидностью сегмента, диспластическими изменениями пояснично-крестцового отдела (спондилолизом и недоразвитием дуги позвонка, трапециевидной деформацией первого крестцового позвонка, недоразвитием ножек L<sub>5</sub> позвонка, гипоплазией или аплазией ножек позвонка), вторичными дегенеративными изменениями смежных дисков [1–3, 11, 14, 20, 21, 27–29].

Цель исследования – ретроспективный анализ динамики неврологической симптоматики при полной редукции L<sub>5</sub> позвонка в группах с низкостепенными (I–II ст.) и высокостепенными (III–V ст., птоз) спондилолизными листезами L<sub>5</sub> позвонка.

## Материал и методы

В исследование включены 158 (мужчин – 53, женщин – 105) пациентов, которым проведено оперативное лечение при спондилолизном спондилолистезе L<sub>5</sub> позвонка в 2010–2015 гг. Средний возраст женщин – 55,8 года, мужчин – 52,4 года.

Выделено 2 группы исследования: в группу А вошли 70 пациентов с I ст., 58 – со II ст.; в группу В – 16 чело-

век с III ст., 8 – с IV ст., 6 – с V ст. и спондилоптозом.

Критерии отбора пациентов:

– нестабильность в сегменте пояснично-крестцового отдела позвоночника, подтвержденная данными СКТ, МРТ, рентгена с функциональными пробами;

– симптоматическое течение заболевания (неврологический дефицит, стойкий вертеброгенный болевой синдром, снижение качества жизни, инвалидизация пациента).

Критерии исключения: тяжелая сопутствующая патология, бессимптомное течение заболевания, ранее оперированные пациенты.

Неврологические нарушения, встречающиеся в группах до хирургического лечения, представлены в табл. 1.

Диагностический комплекс включал в себя анамнестические данные, неврологический осмотр, данные нейровизуализации, МРТ, СКТ, рентгенографию в двух проекциях с функциональными пробами. При большом смещении выполняли телерентгенограммы позвоночника в двух проекциях в положении пациента стоя. При дифференциальной диагностике проводили ЭНМГ нижних конечностей. Анализировали полученные данные, оценивали сте-

пень смещения позвонка по классификации Meyerding [15], доработанной в 1956 г. Junge и Kuhl [12]. Для оценки качества жизни при патологии позвоночника использовали шкалы Освестри (ODI) и Роланда – Морриса (RDQ), при оценке болевого синдрома – ВАШ. Эффективность оперативного лечения оценивали по шкале MacNab. Для оценки динамики неврологического статуса использовали вариант модифицированной шкалы Nurick. Показания к операции: смещение позвонка, вертеброгенный болевой синдром, неврологические нарушения (радикулоишемия, радикулопатия). Всем пациентам выполняли полную редукцию смещенного позвонка (рис. 1–3).

## Результаты

Собранная клинично-лабораторная информация всех пациентов показала, что ведущие неврологические симптомы в основном представлены сегментарной моно- или полирадикулярной компрессией, симптомами нейрогенной перемежающейся хромоты, вертеброгенным болевым синдромом, парезом нижних конечностей, нарушениями чувствительности и функции органов малого таза.

Таблица 1

Неврологические нарушения в группах пациентов до хирургического лечения, n

Неврологические нарушения	Группа А (n = 128)	Группа В (n = 30)
Вертеброгенный синдром	15	0
Вертеброгенный синдром, корешковый синдром	54	2
Вертеброгенный синдром, корешковый синдром, нарушение чувствительности	35	3
Вертеброгенный синдром, корешковый синдром, нижний пара- или монопарез, нейрогенная перемежающаяся хромота	16	6
Вертеброгенный синдром, корешковый синдром, нарушение чувствительности, нижний пара- или монопарез, нейрогенная перемежающаяся хромота	8	13
Вертеброгенный синдром, корешковый синдром, нарушение чувствительности, нижний пара- или монопарез, нейрогенная перемежающаяся хромота, нарушение функции органов малого таза	0	6

**Рис. 1**

СКТ пояснично-крестцового отдела позвоночника: спондилолиз межсуставной части дужки L<sub>5</sub> позвонка, птоз L<sub>5</sub> позвонка

**Рис. 2**

Функциональные рентгенограммы пациента в положении стоя при максимальном сгибании и максимальном разгибании: ригидный диспластический спондилолиз-ный антеспондилолистез L<sub>5</sub> позвонка (V ст., спондилоптоз)

Оценку результатов хирургического лечения проводили через 3, 5, 7 дней, 3, 6 мес., 1 год после оперативного лечения.

Оценка качества жизни по шкале RDQ в период до операции, в раннем послеоперационном периоде, через 3, 6 мес. и 1 год после операции представлена на рис. 4, 5.

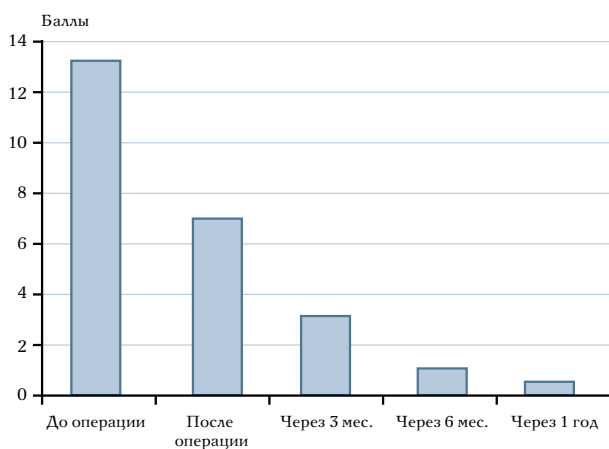
Снижение показателей в раннем послеоперационном периоде, через 3, 6 мес. и 1 год после операции отображает регресс неврологического дефицита и повышение качества жизни. Прослеживается четкая тенденция к восстановлению неврологического дефицита в послеоперационном периоде.

Оценка эффективности хирургического лечения по шкале MacNab представлена в табл. 2.

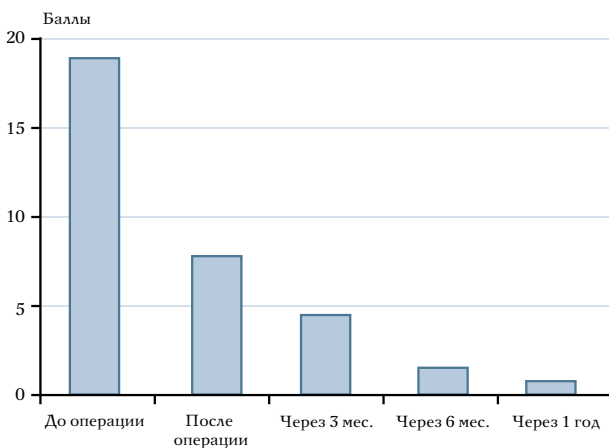
Критерии отличного результата – отсутствие неврологического дефицита в послеоперационном периоде, хорошего – регресс неврологического дефицита ко дню выпи-

**Рис. 3**

Рентгенограммы, демонстрирующие состояние после хирургического вмешательства: устранены смещения L<sub>5</sub> позвонка (V ст., спондилоптоз) путем его полной редукции с транспедикулярной фиксацией L<sub>5</sub>, S<sub>1</sub> позвонков и крыльев подвздошных костей

**Рис. 4**

Данные качества жизни по шкале Роланда – Морриса в группе А (средние значения) до операции (13,8 балла) и в послеоперационном периоде (0,9 балла через 1 год)

**Рис. 5**

Данные качества жизни по шкале Роланда – Морриса в группе В (средние значения) до операции (19,8 балла) и в послеоперационном периоде (1,2 балла через 1 год)

ски, удовлетворительного – регресс неврологического дефицита через неделю после выписки, неудовлетворительного – сохраняющийся стойкий болевой синдром в послеоперационном периоде, не купирующийся консервативным лечением.

Пациенты с неудовлетворительным результатом хирургического лечения по шкале MacNab реоперированы из-за стойкого болевого корешкового синдрома в раннем послеоперационном периоде, который не купировался консервативным лечением. При реоперации выполняли декомпрессию невралгических структур путем дополнительной резекции позвонка по ходу корешка для его послабления.

Нарушения функциональной активности по Освестри были сопоставимы в обеих группах в срок до 1 года. Биомеханические параметры в данной работе не оценивали.

Оценка боли до операции и в послеоперационном периоде по ВАШ представлена в табл. 3. Неврологический статус анализировали по модифицированной шкале Nurick после операции, через 3, 6 мес. и 1 год. Болевой синдром значительно уменьшился в обеих группах, достоверной разницы в наблюдении до года не было. Неврологические нарушения в виде стойкого корешкового болевого синдрома сразу после операции были выявлены в четырех случаях после выполнения полной редукции L<sub>5</sub> позвонка. На фоне проводимого интенсивного консервативного лечения неврологическая симптоматика сохранялась. После реоперации и дополнительной фораминальной декомпрессии невралгических структур отмечали регресс неврологического дефицита. При контрольном

**Таблица 2**

Распределение пациентов по эффективности хирургического лечения по шкале MacNab, n

Результат	Группа А (n = 128)		Группа В (n = 30)		
	I ст. (n = 70)	II ст. (n = 58)	III ст. (n = 16)	IV ст. (n = 8)	V ст. (n = 6)
Отличный	59	43	11	5	4
Хороший	14	9	4	3	2
Удовлетворительный	0	0	0	0	0
Неудовлетворительный	0	3	1	0	0

Таблица 3

Оценка боли по ВАШ до и после операции в группах пациентов, баллы

Срок	Группа А (n = 128)	Группа В (n = 30)
До операции	913 (в среднем 7,1)	237 (в среднем 7,9)
3-и сут	744 (5,8)	160 (7,9)
5-е сут	340 (2,7)	85 (2,8)
7-е сут	128 (1,0)	45 (1,5)

осмотре через 3 мес. неврологических нарушений у пациентов не выявлено. Достоверной разницы в неврологическом статусе у пациентов в двух группах через один год после операции не было.

### Обсуждение

С внедрением транспедикулярной фиксации и метода переднего спондилодеза из трансфораминального доступа появилась возможность выполнять максимальную редукцию смещенного позвонка, даже при больших степенях смещения [10]. Выполнение коррекции с созданием надежного костно-металлического блока дало возможность получить хорошие ортопедические результаты. Тем не менее, по некоторым данным [10], после полной редукции позвонка у пациентов в послеоперационном периоде в 50 % случаев появлялись сегментарные неврологические нарушения, которые не всегда проходили на фоне консервативной терапии, приходилось прибегать к ревизионным операциям и уменьшать степень редукции. О развитии кауда-синдрома в послеоперационном периоде после коррекции спондилолистеза L<sub>5</sub> IV ст. сообщают Schoenecker et al. [25]. За 18 лет они выявили подобное осложнение у 12 пациентов. Механизм развития осложнений остался не ясным [7]. Noack и Kirgis [19], проводя ревизионные вмешательства при неврологических нарушениях в послеоперационном периоде, не нашли явной компрессии сегментарных корешков и предположили, что причина неврологического дефицита после редукции смещенного позвонка связана с экстрафораминальной компресси-

ей корешка подвздошно-поясничной связкой. Данные топографо-анатомических исследований Kleihues et al. [13], опубликованные в 2001 г., подтвердили факт компрессии L<sub>5</sub> корешка между вырезкой боковой массы крестца с одной стороны и подвздошно-поясничной связкой спереди. Высокая частота неврологических осложнений при полном устранении смещения III–V ст. вынуждает хирургов ограничивать объем редукции. В связи с этим в 2000-х гг. сформировалось представление о том, что необходимо выполнять полную редукцию позвонка при I–II ст. смещения, а при большем смещении (III–IV ст. и выше) – не более чем на две степени [16]. Так, Boachie-Adjei et al. [6] выполняли частичную редукцию и устранение люмбосакрального кифоза, проводили заднебоковую спондилодез и транспедикулярную фиксацию. Таким образом, по их мнению, можно избежать натяжения корешков и в то же время улучшить позвоночно-тазовый баланс, добиться достаточного контакта позвонков для формирования костного блока [6]. По мнению A. Ротта [5], безопасно выполнять редукцию смещенного позвонка на величину его нестабильности на функциональных снимках, а при стабильных спондилолистезах – не более чем на одну степень.

Однако проведение лишь частичной редукции позвонка при тяжелых степенях его смещения часто приводит к отсутствию формирования межтелового костного блока, перегрузке и переломам металлоконструкции, потере полученной коррекции с развитием нестабильности и возникновением поздних неврологических осложнений. В связи с этим

Molinari et al. [17] рекомендуют при большом смещении усиливать проксимальную фиксацию в крестце дополнительной установкой винтов в подвздошные кости. Преимущества подобной фиксации подтвердили биомеханические исследования Cunningham et al. [7].

Подходы и принципы к хирургическому пособию были обновлены в 2014 г. на съезде Американской ассоциации нейрохирургов. При спондилолистезе и стенозе позвоночного канала было рекомендовано в качестве эффективного лечения хирургическое, хотя стандартным методом лечения определено не было. Необходимость полной редукции смещенного позвонка до сих пор дискутируется, также не определены алгоритм и стратегия хирургического пособия.

Хирургическая тактика должна быть индивидуальной для каждого пациента, чтобы обеспечить максимальную эффективность при минимальном риске осложнений. В стратегию хирургического пособия необходимо включать не только соматическое состояние, анатомические особенности конкретного пациента, опыт хирурга в конкретной патологии позвоночника, но и социальные условия пациента, систему медицинского страхования, что приводит к улучшению клинических результатов и качества жизни [18, 23].

Нестабильность поясничного отдела позвоночника – сложная многофакторная проблема. Из-за отсутствия в литературе четкого алгоритма и тактики лечения пациентов с высокостепенными истмическими спондилолистезами требуется индивидуальный подход при отработанной тактике хирургического лечения. Цели хирургических вмешательств: улучшение сегментарной стабильности позвоночника, декомпрессия невралных структур позвоночного канала и регресс неврологического дефицита, связанного со стенозом позвоночного канала. В нашем исследовании проведен анализ хирургического лечения патологии позвоночника при истмическом

спондилолистезе всех степеней смещения L<sub>5</sub> позвонка.

Эффективность хирургического лечения по шкале MacNab в раннем послеоперационном периоде составила в группе А 75,4 %, в группе В – 70,9 %. При оценке боли до операции и в послеоперационном периоде по ВАШ прослеживается четкий регресс болевого синдрома в послеоперационном периоде в двух группах. По шкале RDQ снижение показателей в раннем послеоперационном периоде, через 3, 6 мес. и 1 год после операции отображает регресс неврологического дефицита и повышение качества жизни. Результаты проведенного исследования показывают, что при одинаковой хирургической тактике в двух группах отмечается выраженная положительная динамика в послеоперационном периоде. С учетом сложности истмического спондилолистеза (болевого синдрома в послеоперационном периоде) качество жизни и неврологический дефицит в группе В регрессируют дольше в раннем послеоперационном периоде. Через

6 мес. и 1 год достоверной разницы не прослеживается.

### Заключение

Ретроспективный анализ хирургического лечения пациентов со спондилолизным спондилолистезом позволяет заключить, что полная редукция L<sub>5</sub> позвонка достоверно не ухудшает неврологического статуса пациента. По нашему опыту, при динамической нестабильности поясничного отдела позвоночника и при стабильном листезе с проявлениями неврологического дефицита необходимо выполнять полную редукцию позвонка при отсутствии отрицательных показателей визуального и интраоперационного электрофизиологического контроля. Особенно важна полная редукция смещенного позвонка: для увеличения площади контакта и формирования блока в сегменте, адекватного распределения нагрузки между костными структурами и системой фиксации, для коррекции сагиттального баланса.

Если в результате полной редукции смещенного позвонка отмечает-

ся натяжение сегментарных корешков с изменениями интраоперационного электрофизиологического мониторинга, следует проводить дополнительную декомпрессию невралжных структур (резекцию поперечного отростка L<sub>5</sub> позвонка, отделение подвздошно-поясничной связки, резекцию задних и экстрафораминальных остеофитов). Это позволяет выполнить полную редукцию позвонка. Современные исследования и диагностика патологии позвоночника могут помочь в определении будущих целей и решении дальнейших задач.

Таким образом, стремление к полной редукции смещенного позвонка и коррекции поясничного отдела позвоночника позволяет прогнозировать восстановление сагиттального баланса относительно угла поясничного лордоза, величины наклона таза, что приводит к восстановлению трудоспособности и ранней социальной адаптации пациента.

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

## Литература/References

1. **Аганесов А.Г., Месхи К.Т.** Реконструкция позвоночного сегмента при спондилолистезе поясничного отдела позвоночника // Хирургия позвоночника. 2004. № 4. С. 18–22. [Aganesov AG, Meskhi KT. Repair of spinal segment for spondylolisthesis in the lumbar spine. Hir. Pozvonoc. 2004;(4):18–22. In Russian].
2. **Вреден Р.Р., Козловский А.А.** Спондилолиз и спондилолистез: Практическое руководство по ортопедии. Л., 1936. [Vreden RR, Kozlovsky AA. Spondylolysis and Spondylolisthesis. Practical Guide to Orthopedics. Leningrad, 1936. In Russian].
3. **Митбрейт И.М.** Спондилолистез. М., 1978. [Mitsbreit IM. Spondylolisthesis. Moscow, 1978. In Russian].
4. **Рерих В.В., Гладков А.В., Денисова Л.А.** Оперативное лечение спондилолистеза // VII съезд травматологов-ортопедов России: Сб. науч. трудов / Под ред. Н.Г. Фомичева. Новосибирск, 2002. С. 210–211. [Rerikh VV, Gladkov AV, Denisova LA. Surgical treatment of spondylolisthesis. In: Abstracts of the 7th Congress of traumatologists and orthopedists. Novosibirsk, 18–20 September 2002:210–211. In Russian].
5. **Ротт А.Н.** Хирургическое лечение больных со спондилолизным спондилолистезом: Дис. ... канд. мед. наук. Санкт-Петербург, 2011. [Rott AN. Surgical treatment of patients with spondylolysis spondylolisthesis: MD/PhD Thesis. St.Petersburg, 2011. In Russian].
6. **Boachie-Adjei O, Do T, Rawlins BA.** Partial lumbosacral kyphosis reduction, decompression and posterior lumbosacral transfixation in high-grade isthmic spondylolisthesis: clinical and radiographic results in six patients. Spine. 2002;27:E161–E168. DOI: 10.1097/00007632-200203150-00019.
7. **Cunningham BW, Lewis SJ, Long J, Dmitriev AE, Linville DA, Bridwell KH.** Biomechanical evaluation of lumbosacral reconstruction techniques for spondylolisthesis: an in vitro porcine model. Spine. 2002;27:2321–2327. DOI: 10.1097/01.BRS.0000030852.79881.F1.
8. **Fujiwara A, Lim TN, An HS, Tanaka N, Jeon CH, Andersson GB, Haughton VM.** The effect of disc degeneration and facet joint osteoarthritis on the segmental flexibility of the lumbar spine. Spine. 2000;25:3036–3044. DOI: 10.1097/00007632-2000121010-00011.
9. **Fujiwara A, Tamai K, An HS, Kurihashi T, Lim TH, Yoshida H, Saotome K.** The relationship between disc degeneration, facet joint osteoarthritis, and stability of the degenerative lumbar spine. J Spinal Disord. 2000;13:444–450.
10. **Harms J, Rolinger H.** [A one-stager procedure in operative treatment of spondylolistheses: dorsal traction-reposition and anterior fusion (author's transl)]. Z Orthop Ihre Grenzgeb. 1982;120:343–347. In German. DOI: 10.1055/s-2008-1051624.
11. **Iguchi T, Kanemura A, Kasahara K, Sato K, Kurihara A, Yoshiya S, Nishida K, Miyamoto H, Doita M.** Lumbar instability and clinical symptoms: which is the more critical factor for symptoms: sagittal translation or segment angulation? J Spinal Disord Tech. 2004;17:284–290.
12. **Junge H, Kuhl P.** [Appearance and significance of neural symptoms in lumbar spondylolisthesis and indications for operative management]. Bruns Beitr Klin Chir. 1956;193:39–58. In German.

13. Kleihues H, Albrecht S, Gill C, Reinhardt A, Noack W. Palsy of the L5 neural root following reposition of high degree spondylolisthesis and spondyloptosis – *in vitro* investigation. Eur Spine J. 1999;8 Suppl 1:S5.
14. Leone A, Guglielmi G, Cassar-Pullicino VN, Bonomo L. Lumbar intervertebral instability: a review. Radiology. 2007;245:62–77. DOI: 0.1148/radiol.2451051359.
15. Meyerding HW. Spondylolisthesis: surgical fusion of lumbosacral portion of spinal column and interarticular facets: use of autogenous bone grafts for relief of disabling backache. J Int Coll Surg. 1956;26(Part 1):556–591.
16. Molinari RW, Bridwell KH, Lenke LG, Ungacta FF, Riew KD. Complication in the surgical treatment of pediatric high-grade isthmic dysplastic spondylolisthesis. A comparison of three surgical approaches. Spine. 1999;24:1701–1711. DOI: 10.1097/00007632-199908150-00012.
17. Molinari RW, Bridwell RH, Lenke LG, Baldus C. Anterior column support in surgery for high-grade isthmic spondylolisthesis. Clin Orthop Relat Res. 2002;(394):109–120.
18. Mummaneni PV, Dhall SS, Eck JC, Groff MW, Ghogawala Z, Watters WC, Dailey AT, Desnick DK, Choudhri TF, Sharan A, Wang JC, Kaiser MG. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 11: interbody techniques for lumbar fusion. J Neurosurg Spine. 2014;21:67–74. DOI: 10.3171/2014.4.SPINE14276.
19. Noack W, Kirgis A. Dorsale reposition und ventrale spondylodese bei der lumbalen Spondylolisthesis. Operat Orthop Traumatol. 1992;4:31–49. DOI: 10.1007/BF02512863.
20. Panjabi MM, Oxlund TR, Yamamoto I, Crisco JJ. Mechanical behavior of the human lumbar and lumbosacral spine as shown by three-dimensional load-displacement curves. J Bone Joint Surg Am. 1994;76:413–424. DOI: 10.2106/00004623-199403000-00012.
21. Pearson AM, Lurie JD, Blood EA, Frymoyer JW, Braeutigam H, An H, Girardi FP, Weinstein JN. Spine patient outcomes research trial: radiographic predictors of clinical outcomes after operative or nonoperative treatment of degenerative spondylolisthesis. Spine. 2008;33:2759–2766. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31818e2d8b.
22. Ravichandran G. Multiple lumbar spondylolyses. Spine. 1980;5:552–557.
23. Resnick DK, Watters WC 3rd, Sharan A, Mummaneni PV, Dailey AT, Wang JC, Choudhri TF, Eck J, Ghogawala Z, Groff MW, Dhall SS, Kaiser MG. Guideline update for the performance of fusion procedures for degenerative disease of the lumbar spine. Part 9: lumbar fusion for stenosis with spondylolisthesis. J Neurosurg Spine. 2014;21:54–61. DOI: 10.3171/2014.4.SPINE14274.
24. Sakai T, Sairyo K, Suzue N, Kosaka H, Yasui N. Incident and etiology of lumbar spondylolysis: review of the literature. J Orthop Sci. 2010;15:281–288. DOI: 10.1007/s00776-010-1454-4.
25. Schoenecker PL, Cole HO, Herring JA, Capelli AM, Bradford DS. Cauda equine syndrome after in situ arthodesis for severe spondylolisthesis at the lumbosacral junction. J Bone Joint Surg Am. 1990;72:369–377.
26. Standaert CJ, Herring SA. Spondylolysis: a critical review. Br J Sports Med. 2000;34:415–422. DOI: 10.1136/bjism.34.6.415.
27. Vidal J, Marnay T. [Morphology and anteroposterior body equilibrium in spondylolisthesis L5–S1]. Rev Chir Orthop. 1983;69:17–28. In French.
28. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, Hanscom B, Tosteson AN, Blood EA, Birkmeyer NJ, Hilibrand AS, Herkowitz H, Cammisa FP, Albert TJ, Emery SE, Lenke LG, Abdu WA, Longley M, Errico TJ, Hu SS. Surgical versus nonsurgical treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. N Engl J Med. 2007;356:2257–2270. DOI: 10.1056/NEJMoa070302.
29. Weinstein JN, Lurie JD, Tosteson TD, Zhao W, Blood EA, Tosteson AN, Birkmeyer N, Herkowitz H, Longley M, Lenke L, Emery S, Hu SS. Surgical compared with nonoperative treatment for lumbar degenerative spondylolisthesis. Four-year results in the Spine Patient Outcomes Research Trial (SPORT) randomized and observational cohorts. J Bone Joint Surg Am. 2009;91:1295–1304. DOI: 10.2106/JBJS.H.00913.

**Адрес для переписки:**

Поляков Юрий Юрьевич  
195427, Россия, Санкт-Петербург,  
ул. Акад. Байкова, 8,  
Российский НИИТО им. Р.Р. Вредена,  
polyakovspb@yandex.ru

**Address correspondence to:**

Polyakov Yuriy Yurievich  
Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics,  
Akademika Baikova str., 8,  
St. Petersburg, 195427, Russia,  
polyakovspb@yandex.ru

Статья поступила в редакцию 06.04.2017

Рецензирование пройдено 28.06.2017

Подписана в печать 05.07.2017

Received 06.04.2017

Review completed 28.06.2017

Passed for printing 05.07.2017

Шамиль Шамсудинович Магомедов, канд. мед. наук, заведующий отделением № 12, Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия, dr.shamil@mail.ru;

Юрий Юрьевич Поляков, канд. мед. наук, врач отделения № 12, Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, polyakovspb@yandex.ru;

Сергей Петрович Роминский, врач отделения № 12, Российский НИИ травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена, Санкт-Петербург, Россия, rominskiy@mail.ru.

Shamil Shamsudinovich Magomedov, MD, PhD, head of the department No. 12, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia, dr.shamil@mail.ru;

Yuriy Yurievich Polyakov, MD, PhD, physician in the department No. 12, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia, polyakovspb@yandex.ru;

Sergey Petrovich Rominskiy, physician in the department No. 12, Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopaedics, St. Petersburg, Russia, rominskiy@mail.ru.