

УДК 616.721.1-007.24-089.844.168-06

## ОЦЕНКА ЗНАЧИМОСТИ САГИТТАЛЬНОГО БАЛАНСА И ПАТОЛОГИИ МЕЖПОЗВОНКОВЫХ ДИСКОВ В РАЗВИТИИ ДЕГЕНЕРАТИВНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ СМЕЖНЫХ ПОЗВОНОЧНО-ДВИГАТЕЛЬНЫХ СЕГМЕНТОВ ПОСЛЕ СПОНДИЛОДЕЗА

<sup>2</sup>Хао Мэн, <sup>1</sup>Масевнин С.В., <sup>1,2</sup>Пташников Д.А., <sup>1</sup>Михайлов Д.А.

<sup>1</sup>ФГБУ «Российский научно-исследовательский институт травматологии и ортопедии им. Р.Р. Вредена» Минздрава России, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup>ГБОУ ВПО «Северо-Западный государственный медицинский университет им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург, e-mail: haomen84@gmail.com

Проведено исследование результатов лечения 120 пациентов, которым был выполнен спондилодез поясничного отдела позвоночника на 360°. Мы сравнили 2 группы: I группа включала 60 пациентов с протяженной фиксацией (3 и более уровней), II группа – 60 пациентов с короткой фиксацией. В I-й группе дегенеративные изменения в смежных позвоночно-двигательных сегментах развились в 19 случаях в течение первого года после операции. Среди них у 14 пациентов был выявлен сагиттальный дисбаланс, а у 5 – начальные стадии дегенерации межпозвонковых дисков по сравнению с предоперационными. Всего после 3 лет наблюдения в I группе дегенеративные изменения в смежных позвоночно-двигательных сегментах были диагностированы у 31 пациента, 17 из них послеоперационно имели нарушение сагиттального баланса. Во II группе после 1 года наблюдений 10 пациентов имели дегенеративные изменения в смежных позвоночно-двигательных сегментах. Среди них предоперационные изменения межпозвонковых дисков обнаружены у 8 больных. Сагиттальный дисбаланс был выявлен только в 2 случаях. Всего после 3 лет наблюдения число больных с дегенеративными изменениями в смежных позвоночно-двигательных сегментах увеличилось до 14. Пациенты с послеоперационным сагиттальным дисбалансом имеют статистически значимые риски развития дегенеративных изменений в смежных позвоночно-двигательных сегментах. В случае короткой фиксации предоперационные дегенеративные изменения смежных межпозвонковых дисков играют более важную роль в патологии смежных сегментов.

**Ключевые слова:** спондилодез, патология смежных сегментов, сагиттальный баланс

## ASSESSMENT THE SIGNIFICANCE OF THE SAGITTAL BALANCE AND PATHOLOGY OF INTERVERTEBRAL DISCS IN THE DEVELOPMENT OF DEGENERATIVE CHANGES IN THE ADJACENT VERTEBRAL-MOTOR SEGMENTS AFTER LUMBAR SPINE FUSION

<sup>2</sup>Hao Meng, <sup>1</sup>Masevnin S.V., <sup>1,2</sup>Ptashnikov D.A., <sup>1</sup>Mikhaylov D.A.

<sup>1</sup>Vreden Russian Research Institute of Traumatology and Orthopedics, St. Petersburg;

<sup>2</sup>Mechnikov North-Western State Medical University, St. Petersburg, e-mail: haomen84@gmail.com

This study evaluated 120 patients underwent 360° fusion lumbar surgery. We compare 2 groups: first group include 60 patients with long lumbar fusion (3 and more levels), second group include 60 patients with short lumbar fusion. In the I group symptomatic adjacent segment disease was found in 19 cases during 1 year f/up. There were 14 cases with sagittal imbalance and 5 cases with in-cipient stage of disc degeneration. Summary after 3 years f/up in I group symptomatic adjacent segment disease was diagnosed in 31 cases, in which 17 patients had postop sagittal balance disturbance. In the II group at 1 year f/up 10 patients had adjacent segment disease. Among these cases the preop disc degenerative changes were identified in 8 patients. Sagittal imbalance was found only in 2 cases with symptomatic adjacent segment disease at 1 year f/up. At 3 years f/up the number of patients with symptomatic adjacent segment disease was increased to 14. Patients with postop sagittal imbalance have statistically significant increasing risks of developing symptomatic adjacent segment disease. In the case of a short fixation preoperative degenerative changes are more important in the adjacent segment disease development.

**Keywords:** fusion, adjacent segment disease, sagittal balance

Спондилодез является широко применяемой методикой лечения при различных заболеваниях позвоночника [1, 9]. В настоящее время жесткая фиксация на 360° рассматривается в качестве золотого стандарта в хирургии позвоночника при стабилизирующих операциях. Однако спондилодез изменяет нормальную биомеханику позвоночника, устраняет мобильность позво-

ночно-двигательных сегментов (ПДС), тем самым вызывает перегрузку смежных сегментов. Таким образом, по мнению некоторых авторов, спондилодез может ускорить нарастание дегенеративных изменений в смежных ПДС [2, 4].

Основные патологические изменения смежных сегментов включают: дегенерацию межпозвонкового диска, сегментарную

нестабильность, спондилоартроз и стеноз позвоночного канала.

Количество обнаруживаемых факторов риска для развития патологии смежных сегментов постоянно растет. Тем не менее в соответствии с классическими исследованиями, их можно разделить на две основные категории: факторы пациентов, которые обычно не зависят от хирурга, и хирургические факторы, на которые непосредственно может влиять врач во время операции [3, 6, 7].

Значимыми факторами пациентов являются пол, возраст, индекс массы тела, курение, сопутствующая патология, существовавшие ранее дегенеративные изменения смежных межпозвонковых дисков, менопауза.

Хирургические факторы включают положение и протяженность фиксации, жесткость имплантатов, технические ошибки фиксации, нарушение сагиттального и фронтального балансов.

Несмотря на большое количество факторов риска развития дегенеративных изменений в смежных ПДС, нет единого мнения о том, какие из них наиболее важны [5, 6, 8, 10].

**Цель исследования** – определение наиболее значимых факторов (рентгенологических и МРТ) развития дегенеративных

изменений в смежных ПДС после спондилодеза поясничного отдела позвоночника.

### Материалы и методы исследования

Мы выполнили ретроспективное обследование 120 пациентов, которым был выполнен спондилодез поясничного отдела позвоночника на 360° с 2007 по 2012 года по поводу дегенеративно-дистрофического заболевания позвоночника. Мы сравнили 2 группы: I группа включала 60 пациентов с протяженной фиксацией (3 и более уровней), II группа включала 60 пациентов с короткой фиксацией (1–2 уровней). Среди пациентов было 64% женщин, 36% мужчин. Средний возраст был  $56 \pm 16,3$  лет. Средний период наблюдения составил  $3 \pm 1,2$  года. МРТ оценка дегенеративных изменений в смежных ПДС и телерентгенограммы в положении стоя в переднезадней и боковой проекциях проводились предоперационно, послеоперационно и при контрольных визитах больного.

У всех пациентов оценивалось наличие рентгенологических признаков нестабильности ПДС, состояние сагиттального и фронтального балансов.

Все пациенты, включенные в исследование, рентгенографически имели нормальную высоту смежных межпозвонковых дисков, ни у одного не было признаков нестабильности в смежных ПДС. Во всех случаях мы изучали предоперационные, послеоперационные и контрольные телерентгенограммы в двух проекциях и оценивали их по классификации Schwab (табл. 1).

**Таблица 1**

Классификация Schwab, где PI – угол скоса таза, LL – угол поясничного лордоза, SVA – вертикальная сагиттальная ось

Типы дуг	Сагиттальные модификаторы
T: Только грудная дуга с поясничной дугой < 30°	Разница между PI и LL 0: в пределах 10° +: умеренная 10–20° ++: явная > 20°
L: грудно-поясничная/только поясничная с грудной дугой < 30°	Общий баланс 0: SVA < 4 см +: SVA 4–9,5 см ++: SVA > 9,5 см
D: двойная дуга с T и L дугой > 30°	Наклон таза (PT) 0: PT < 20° +: PT 20–30° ++: PT > 30°
N: без деформации все дуги < 30°	—

На основании определения тазово-позвоночных параметров нами производился расчет состояния сагиттального профиля с использованием формулы с доказанной чувствительностью в 91% для прогнозирования сохранения нормального сагиттального баланса в течение 24 месяцев после операции:  $PI - LL - TK \leq 45^\circ$  [20, 21]. Пациенты с послеоперационными значениями, удовлетворяющими формуле, расценивались как пациенты с нормальным сагиттальным балансом.

Оценка изменений смежных межпозвонковых дисков на основании МРТ проводилась по классификации Pfirgmann (табл. 2).

Статистическую обработку данных проводили с использованием простого регрессивного анализа

и t-критерия Стьюдента. При значении  $P < 0,05$  различия считали статистически достоверными.

### Результаты исследования и их обсуждение

В I группе дегенеративные изменения в смежных ПДС развились в 19 случаях (28%) в 1-й год после операции, среди них у 14 (75%) пациентов с сагиттальным дисбалансом и в 5 (25%) случаях с начальными стадиями дегенерации межпозвонковых дисков по сравнению с предоперационными МРТ. После 3 лет наблюдения в I группе дегенеративные изменения в смежных

ПДС были диагностированы у 31 пациента (52%), причем изменения смежных межпозвонковых дисков встречались в 4 раза чаще, чем нарушения сагиттального баланса (9 случаев Pfirrmann 2–5 стадии и только 3 случая сагиттального дисбаланса). Всего после 3 лет наблюдения в I группе дегенеративные изменения в смежных

ПДС были диагностированы у 31 пациента (52%), из них 17 пациентов (53%) послеоперационно имели нарушение сагиттального баланса, а 14 пациентов (47%) имели предоперационные дегенеративные изменения в смежных сегментах на МРТ. Повторным оперативным вмешательствам подверглись 87%.

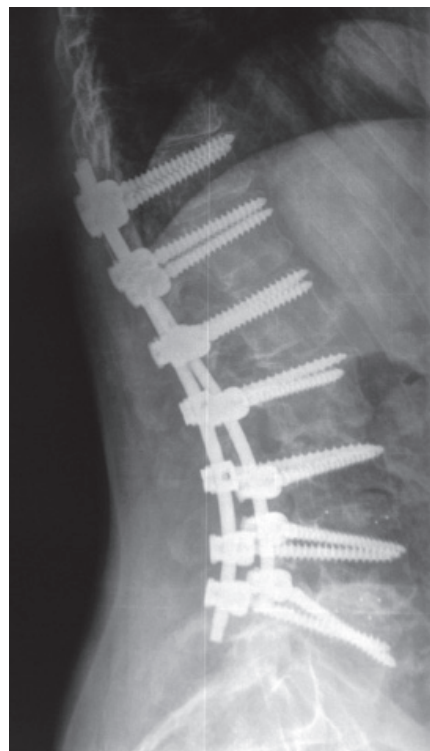
**Таблица 2**

Классификация дегенеративных изменений поясничных межпозвонковых дисков по Pfirrmann

Стадия	Сигнал от ядра и внутренних волокон фиброзного кольца	Различия между внутренними и наружными волокнами фиброзного кольца в задней части диска	Высота диска
1	Равномерно гиперинтенсивный (эквивалентен ликвору)	Отчетливые	Нормальная
2	Гиперинтенсивный (> предкрестцового жира и < ликвора)	Отчетливые	Нормальная
3	Гиперинтенсивный (< предкрестцового жира)	Отчетливые	Нормальная
4	Средней интенсивности (немного > наружных волокон фиброзного кольца)	Неотчетливые	Нормальная
5	Гипоинтенсивный (= наружным волокнам фиброзного кольца)	Неотчетливые	Нормальная
6	Гипоинтенсивный	Неотчетливые	< 30% снижения высоты
7	Гипоинтенсивный	Неотчетливые	30–60% снижения высоты
8	Гипоинтенсивный	Неотчетливые	> 60% снижения высоты



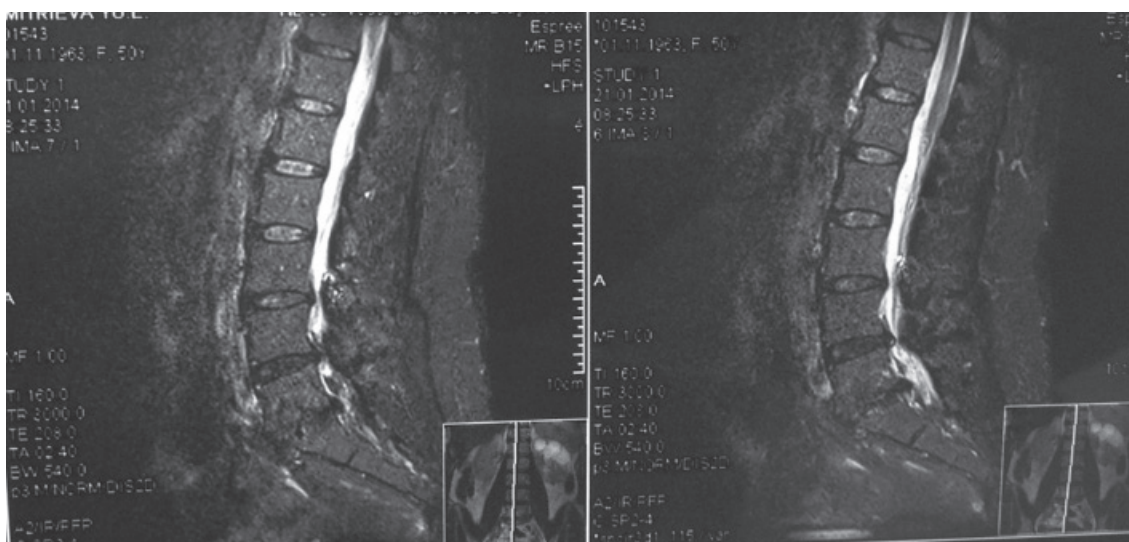
*Рис. 1. Пациент П., ж, 60 лет: фиксация Th11-L5, положительный сагиттальный баланс после операции*



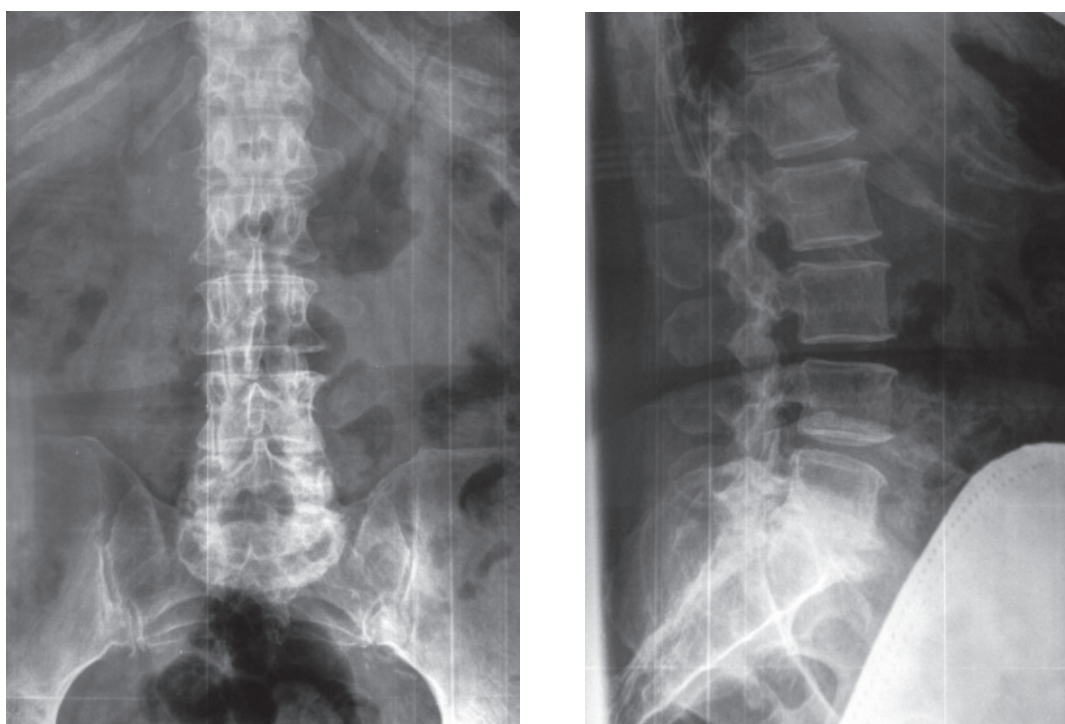
*Рис. 2. Пациент П., ж, 60 лет: фиксация Th11-L5, 9 месяцев после операции, нестабильность, дегенеративные изменения смежного сегмента Th10-11*

В группе II после 1 года наблюдений 10 пациентов (17%) имели дегенеративные изменения в смежных ПДС. Среди них предоперационные изменения межпозвонковых дисков обнаружены у 8 больных (Pfirrmann 2–5 стадии). Сагиттальный дисбаланс был выявлен только в 2 случаях. Всего после 3 лет наблю-

дений число больных с дегенеративными изменениями в смежных ПДС увеличилось до 14 (23%). Среди них 13 пациентов предоперационно имели начальные изменения смежных межпозвонковых дисков (Pfirrmann 2–5 стадии) и только 5 больных с нарушением сагиттального баланса после операции.



а



б

*Рис. 3. Пациент Д., ж, 50 лет: стеноз L4-S1, предоперационные изменения смежного межпозвонкового диска L3-4 (Pfirrmann 6 стадия):*

*а – МРТ поясничного отдела, T2 режим;  
б – рентген поясничного отдела в двух проекциях*

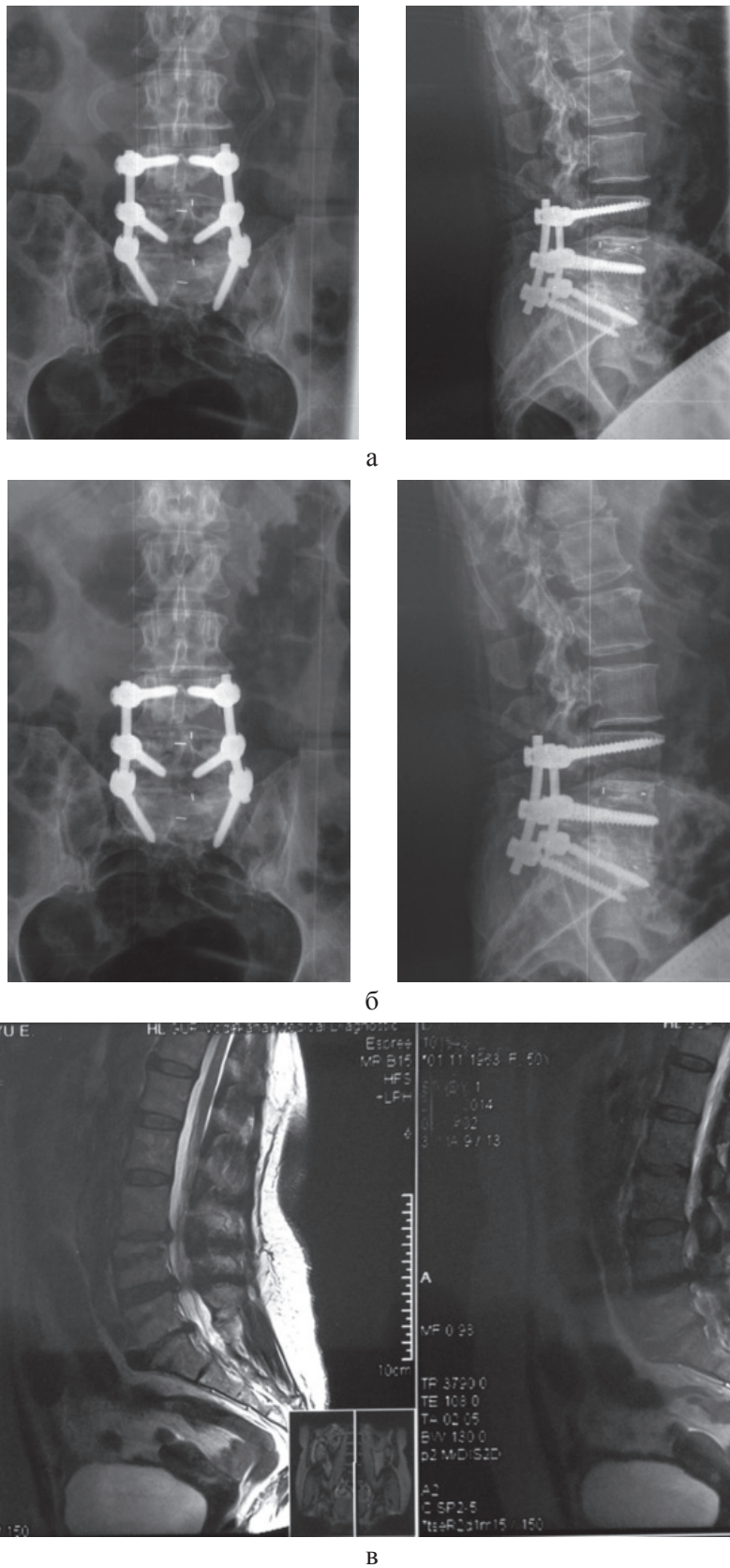


Рис. 4. Пациент Д., ж, 50 лет: 1 год после операции. TLIF L4-S1, предоперационные изменения смежного межпозвонкового диска L3-4 (Pfirrmann 8 стадия), нестабильность L3-4: а – рентген поясничного отдела в двух проекциях после операции; б – рентген поясничного отдела в двух проекциях, 1 год после операции; в – МРТ поясничного отдела, T2 режим, 1 год после операции

По данным зарубежной литературы значение сагиттального баланса в развитии отдаленных осложнений после спондилодеза было отмечено в ряде клинических исследований еще в конце прошлого столетия. Oda et al. [13] показали, что кифотическая деформация поясничного отдела позвоночника на уровне фиксации может привести к дегенеративным изменениям в смежных межпозвонковых суставах. Akamaru et al. [2] после патолого-анатомических исследований выявили, что фиксация на уровне L4-5 позвонков в условиях гиполордоза ведет к нестабильности сегмента на уровне L3-4.

В отношении влияния протяженности спондилодеза на частоту развития патологических изменений смежных ПДС в мировой литературе нет единого мнения.

В своем биомеханическом исследовании по изучению изменений на смежных сегментах Weinoffer et al.<sup>23</sup> отметили достоверное повышение внутрисквозового давления на смежных ПДС, причем это повышение находилось в прямой зависимости от протяженности фиксации.

Penta et al.<sup>22</sup> провели рентгенологическое исследование с целью выявления зависимости между частотой патологических изменений смежных уровней и протяженности спондилодеза. На основании анализа 10-летнего наблюдения пациентов с исходным отсутствием дегенеративных изменений над уровнем фиксации по данным МРТ исследователи не выявили достоверно значимой корреляции частоты патологических изменений от протяженности металлофиксации.

Наше исследование показало, что сагиттальный баланс играет большую роль в развитии дегенеративных изменений в смежных ПДС при протяженной фиксации. Пациенты с послеоперационным сагиттальным дисбалансом имели статистически достоверное повышение рисков развития дегенеративных изменений в смежных ПДС из-за перегрузки межпозвонковых дисков и ограничения компенсаторных возможностей позвоночника при протяженной фиксации.

Теоретически уменьшение роли сагиттального дисбаланса в развитии дегенеративных процессов к третьему году наблюдений можно объяснить быстрой декомпенсацией смежных сегментов в условиях неблагоприятной биомеханики позвоночника в первый год после операции. С другой стороны, при короткой инструментализации мы не нашли статистически значимой зависимости между развитием дегенеративных изменений

в смежных ПДС и сагиттальным дисбалансом. Это может быть связано с большим количеством нефиксированных ПДС и их большей мобильностью, что дает значительные возможности для компенсации нарушений сагиттального баланса. В случае короткой фиксации предоперационные дегенеративные изменения смежных межпозвонковых дисков играют более важную роль в развитии патологии смежных сегментов.

### Заключение

На сегодняшний день уже нельзя отрицать влияние сагиттального баланса позвоночника непосредственно на качество жизни пациентов, однако это убеждение вызывает ряд неоднозначных вопросов и противоречий. Так, к примеру, нуждаются ли пациенты с моносегментарным стенозом и поясничным гиполордозом в многоуровневой фиксации с целью коррекции сагиттального профиля? Должны ли пациенты с незначительным сагиттальным дисбалансом рассматриваться как пациенты с деформациями позвоночника? Необходимо ли каждое декомпрессивное вмешательство сочетать со спондилосинтезом для того, чтобы увеличить лордоз и уменьшить риск развития сагиттального дисбаланса?

На эти, во многом провокационные вопросы пока не существует универсальных ответов, поэтому и тактика лечения таких пациентов должна определяться индивидуально с учетом прогнозирования отдаленных результатов.

### Список литературы

1. Пташников Д.А. Хирургическое лечение кифосколиоза у взрослых / Д.А. Пташников, Е.М. Фадеев, О.А. Смекаленков // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № 3. – С. 110–111.
2. Продан А.И. Корреляции параметров сагиттального позвоночно-тазового баланса и дегенеративных изменений нижнепоясничных позвоночных сегментов / А.И. Продан, А.Н. Хвисько // Хирургия позвоночника. – 2007. – № 1. – С. 32–37.
3. Akamaru T. Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis / T. Akamaru, N. Kawahara, S. Tim Yoon et al. // Spine. – 2003. – Vol. 28, № 14. – P. 1560–1566.
4. Cheh G. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up / G. Cheh, K.H. Bridwell, L.G. Lenke et al. // Spine. – 2007. – Vol. 32, № 20. – P. 2253–2257.
5. Ghiselli G. Adjacent segment degeneration in the lumbar spine / G. Ghiselli, J.C. Wang, N.N. Bahtia et al. // J. Bone Joint Surg. Am. – 2004. – Vol. 86-A, № 7. – P. 1497–1503.
6. Kaito T. Induction of early degeneration of the adjacent segment after posterior lumbar interbody fusion by excessive distraction of lumbar disc space / T. Kaito, N. Hosono, Y. Mukai et al. // J. Neurosurg. Spine. – 2010. – Vol. 12, № 6. – P. 671–679.

7. Okuda S. Risk factors for adjacent segment degeneration after PLIF / S. Okuda, M. Iwasaki, A. Miyauchi et al. // *Spine*. – 2004, Vol. 29, № 14. – P. 1535–1540.

8. Park P. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature / P. Park, H.J. Garton, V.C. Gala et al. // *Spine*. – 2004. – Vol. 29, № 17. – P. 1938–1944.

9. Weinstein J.N. Emerging technology in spine: should we rethink the past or move forward in spite of the past? / J.N. Weinstein, S.D. Boden, H. An // *Spine*. – 2003. – Vol. 28. – P. S1.

10. Schwab F. Scoliosis Research Society – Schwab Adult Spinal Deformity Classification // F. Schwab, B. Ungar, B. Blondel // *Spine*. – 2012. – Vol. 37, № 12. – P. 1077–1082.

### References

1. Ptashnikov D.A. Hirurgicheskoe lechenie kifoskolioza u vzroslyh / D.A. Ptashnikov, E.M. Fadeev, O.A. Smekalenkov // *Travmatologija i ortopedija Rossii*. 2008. no. 3. pp. 110–111.

2. Prodan A.I. Korreljacija parametrov sagittal'nogo pozvonочно-tazovogo balansa i degenerativnyh izmenenij nizhnepozvonочnyh segmentov / A.I. Prodan, A.N. Hvizjuk // *Hirurgija pozvonochnika*. 2007. no. 1. pp. 32–37.

3. Akamaru T. Adjacent segment motion after a simulated lumbar fusion in different sagittal alignments: a biomechanical analysis / T. Akamaru, N. Kawahara, S. Tim Yoon et al. // *Spine*. 2003. Vol. 28, no. 14. pp. 1560–1566.

4. Cheh G. Adjacent segment disease following lumbar/thoracolumbar fusion with pedicle screw instrumentation: a minimum 5-year follow-up / G. Cheh, K.H. Bridwell, L.G. Lenke. et al. // *Spine*. 2007. Vol. 32, no. 20. pp. 2253–2257.

5. Ghiselli G. Adjacent segment degeneration in the lumbar spine / G. Ghiselli, J.C. Wang, N.N. Bahtia et al. // *J. Bone Joint Surg. Am.* 2004. Vol. 86-A, no. 7. pp. 1497–1503.

6. Kaito T. Induction of early degeneration of the adjacent segment after posterior lumbar interbody fusion by excessive distraction of lumbar disc space / T. Kaito, N. Hosono, Y. Mukai et al. // *J. Neurosurg. Spine*. 2010. Vol. 12, no. 6. pp. 671–679.

7. Okuda S. Risk factors for adjacent segment degeneration after PLIF / S. Okuda, M. Iwasaki, A. Miyauchi et al. // *Spine*. 2004, Vol. 29, no. 14. pp. 1535–1540.

8. Park P. Adjacent segment disease after lumbar or lumbosacral fusion: review of the literature / P. Park, H.J. Garton, V.C. Gala et al. // *Spine*. 2004. Vol. 29, no. 17. pp. 1938–1944.

9. Weinstein J.N. Emerging technology in spine: should we rethink the past or move forward in spite of the past? / J.N. Weinstein, S.D. Boden, H. An // *Spine*. 2003. Vol. 28. pp. S1.

10. Schwab F. Scoliosis Research Society Schwab Adult Spinal Deformity Classification // F. Schwab, B. Ungar, B. Blondel // *Spine*. 2012. Vol. 37, no. 12. pp. 1077–1082.

### Рецензенты:

Корнилов Н.Н., д.м.н., ведущий научный сотрудник отделения патологии коленного сустава, ФГУ «РосНИИТО им. Р.Р. Вредена», г. Санкт-Петербург;

Ткаченко А.Н., д.м.н., профессор кафедры травматологии, ортопедии и военно-полевой хирургии, ГБОУ ВПО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова», г. Санкт-Петербург.

Работа поступила в редакцию 29.12.2014.