



СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОДВИЖНОСТИ ПОЗВОНОЧНИКА У ПАЦИЕНТОВ С ИДИОПАТИЧЕСКИМ СКОЛИОЗОМ ПОСЛЕ ВЕНТРАЛЬНОГО И ЗАДНЕГО ИНСТРУМЕНТАЛЬНОГО СПОНДИЛОДЕЗА

Д.Е. Петренко¹, А.А. Мезенцев¹, П.Ф. Щапов²

¹Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко, Харьков

²Харьковский политехнический институт

Цель исследования. Анализ подвижности позвоночника у больных идиопатическим сколиозом после вентрального и заднего инструментального корригирующего спондилодеза и сравнение полученных результатов с показателями у здоровых субъектов.

Материал и методы. Для исследования отобраны 45 человек, которых поделили на три группы. В первой группе проводили вентральный корригирующий спондилодез, во второй — задний корригирующий спондилодез, в третью вошли здоровые лица. Подвижность позвоночника измеряли при помощи специального устройства «Spinal Mouse». Полученные данные обрабатывали при помощи попарного сравнения t-статистик.

Результаты. Результаты расчета t-статистик в первой и второй группах, по сравнению с группой здоровых субъектов, показали, что из 32 исследуемых параметров в 19 случаях показатель t меньше в группе вентрального спондилодеза. Сравнение t-статистик между первой и второй группами выявило, что в первой группе подвижность позвоночника больше, чем во второй.

Заключение. Применение вентрального и заднего корригирующего инструментального спондилодеза приводит к ограничению подвижности позвоночника. Использование вентрального спондилодеза при сколиозе предпочтительнее с точки зрения сохранения подвижности позвоночника.

Ключевые слова: спондилодез, идиопатический сколиоз, движения в позвоночнике.

Для цитирования: Петренко Д.Е., Мезенцев А.А., Щапов П.Ф. Сравнительный анализ подвижности позвоночника у пациентов с идиопатическим сколиозом после вентрального и заднего инструментального спондилодеза // Хирургия позвоночника. 2014. № 2. С. 36–41.

COMPARATIVE ANALYSIS OF SPINAL MOBILITY AFTER ANTERIOR AND POSTERIOR INSTRUMENTED FUSION IN PATIENTS WITH IDIOPATHIC SCOLIOSIS

D.E. Petrenko, A.A. Mezentsev, P.F. Shchapov

Objective. To analyze spinal mobility after anterior and posterior instrumented fusion in patients with idiopathic scoliosis, and to compare the obtained data with those in healthy subjects.

Material and Methods. The study included 45 individuals divided into three groups of 15 subjects in each. Group I consisted of patients after anterior spinal fusion, Group II — after posterior spinal fusion, and Group III included healthy individuals. Spinal mobility was assessed using Spinal Mouse device. The obtained data were processed by pairwise comparisons using t-tests.

Results. Results of t-statistic calculation in Groups I and II, compared with those in group of healthy individuals showed that index t is less for 19 out of 32 investigated parameters in the group of the anterior spinal fusion. Comparison of t-statistics of Group I and Group II revealed spine greater mobility in Group I.

Conclusion. Both the anterior and posterior techniques of corrective instrumented fusion result in restrictions of spine mobility. Anterior spinal fusion for scoliosis is preferable from the viewpoint of spine mobility preservation.

Key Words: spinal fusion, idiopathic scoliosis, spinal mobility.

Hir. Pozvonoc. 2014;(2):36–41.

Хирургическое лечение сколиоза с применением металлоконструкций подразумевает ограничение подвижности позвоночника. Значительная протяженность фиксации в отдаленном послеоперационном периоде приводит к возникновению дегенеративных изменений в прилежащих к инструментированному участку позвоночника сегментах, вследствие чего у пациентов развивается болевой синдром [4].

В связи с этим в современной хирургии позвоночника предложена концепция селективной фиксации, которая заключается в установке имплантата только на структурный компонент деформации [8]. Селективную инструментацию позвоночника возможно осуществлять при хирургических вмешательствах с установкой как вентральных, так и задних транспедикулярных конструкций.

Одним из основных преимуществ вентрального корригирующего спондилодеза (ВКС) является уменьшение, по сравнению с задним корригирующим спондилодезом (ЗКС), протяженности фиксации позвоночника, что должно позитивно сказываться на его подвижности [9].

Несмотря на представленные в научной литературе сравнительные данные по изучению подвижности позвоночного столба после ВКС и ЗКС, существует необходимость в дальнейшем изучении вопроса, поскольку окончательно не известно, в какой степени уменьшается подвижность позвоночника после его инструментации

у оперированных пациентов по сравнению со здоровыми [2, 3].

Гипотеза нашего исследования: подвижность позвоночника после ВКС, по сравнению с ЗКС, в большей степени приближается к подвижности позвоночника у здоровых людей.

Цель исследования – анализ подвижности позвоночника у больных идиопатическим сколиозом после ВКС и ЗКС и сравнение полученных результатов с показателями у здоровых субъектов.

Материал и методы

Провели проспективное исследование с группой контроля. Для проведения исследования отобраны 45 человек. В первую группу включили 15 пациентов со сколиотической деформацией позвоночника (угол Cobb в среднем 48,8°; средний возраст 17,5 года), коррекция которой была осуществлена при помощи ВКС; среднее количество фиксированных имплантатов позвонков – 4,5. Во вторую группу включили 15 пациентов с идиопатическим сколиозом (угол Cobb в среднем 52,8°; средний возраст 16,5 года), которым была проведена коррекция искривления транспедикулярной полисегментарной системой; среднее количество фиксированных имплантатов позвонков – 9,0. Критерии включения в эти группы: идиопатический сколиоз, деформация с одной кривизной, угол основного искривления до 75° по Cobb. В обеих группах исследование проводили через два года после хирургического вмешательства. Зоны

фиксации позвоночника имплантатами представлены в табл. 1.

В третью группу (группу контроля) вошли 15 здоровых волонтеров, которые не имели каких-либо заболеваний опорно-двигательной системы; средний возраст – 16,1 года.

Подвижность позвоночника измеряли при помощи устройства «Spinal Mouse» (рис. 1), которое применяется для оценки движений и формы позвоночника неинвазивным путем через оценку формы исследуемой поверхности [7]. Следует отметить, что угол наклона конкретного позвонка измеряется относительно гироскопического отвеса (вертикали).

Методика измерений следующая: после введения анкетных и антропометрических данных пациента маркировали остистые отростки позвонков от С₇ до S₃ (ягодичная складка). Подвижность грудного отдела позвоночника определяли по остистым отросткам позвонков Th₁–Th₁₂, поясничного – L₁–L₅, крестца – S₁–S₃. Пациента просили принять вертикальное положение, затем максимально наклониться вперед, назад и в стороны (рис. 2, 3). В вертикальном положении и в крайней точке каждого из этих положений устройством «Spinal Mouse» проводят вдоль позвоночника, устройство регистрирует форму исследуемой поверхности. На рис. 3 показан прин-

Таблица 1

Границы зоны инструментации позвоночника в первой и второй группах пациентов

Первая группа		Вторая группа	
верхняя граница	нижняя граница	верхняя граница	нижняя граница
Th ₅ (n = 1)	Th ₉ (n = 1)	Th ₃ (n = 2)	Th ₁₁ (n = 1)
Th ₇ (n = 4)	Th ₁₁ (n = 3)	Th ₄ (n = 3)	Th ₁₂ (n = 2)
Th ₈ (n = 2)	Th ₁₂ (n = 5)	Th ₅ (n = 4)	L ₂ (n = 2)
Th ₉ (n = 1)	L ₃ (n = 6)	Th ₆ (n = 5)	L ₁ (n = 10)
Th ₁₁ (n = 4)	–	Th ₇ (n = 1)	–
Th ₁₂ (n = 3)	–	–	–



Рис. 1
Устройство «Spinal Mouse»



Рис. 2

Измерение подвижности позвоночника в сагиттальной (а) и фронтальной (б) плоскостях

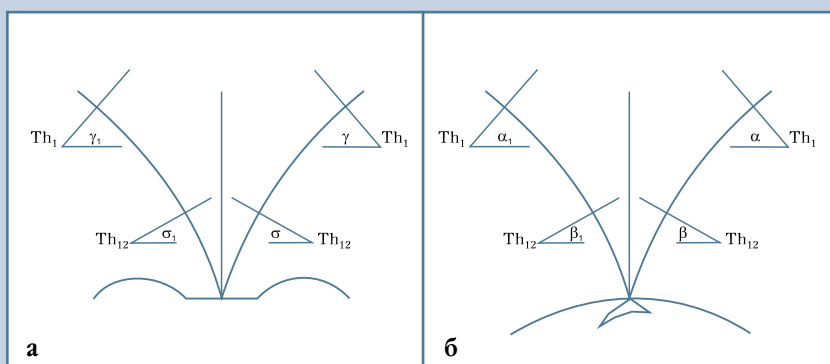


Рис. 3

Схема определения подвижности грудного отдела позвоночника при помощи устройства «Spinal Mouse» во фронтальной (а) и сагиттальной (б) плоскостях: γ – угол наклона позвонка Th_1 вправо; δ – угол наклона позвонка Th_{12} вправо; γ_1 – угол наклона позвонка Th_1 влево; δ_1 – угол наклона позвонка Th_{12} влево; α – угол переднего наклона позвонка Th_1 ; β – угол заднего наклона позвонка Th_{12} ; α_1 – угол заднего наклона позвонка Th_1 ; β_1 – угол переднего наклона позвонка Th_{12} . Формулы расчета: угол фронтальной подвижности = $(\gamma - \delta) + (\gamma_1 - \delta_1)$, угол сагиттальной подвижности = $(\alpha - \beta) + (\alpha_1 - \beta_1)$

цип измерения подвижности позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях на примере грудного отдела. Все измерения суммируются программой, которая определяет углы грудного, поясничного отделов позвоночника при их различных положениях, а также угол ротации крестца.

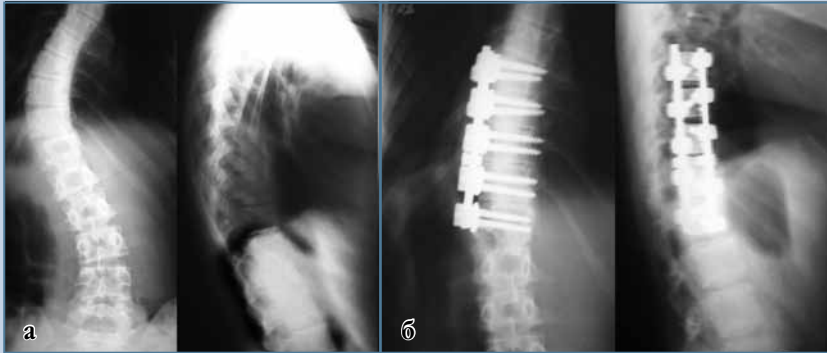
Кифотические показатели имеют положительное значение (+), а лордотические – отрицательное (-). Данные представляются как в графиче-

ской, так и табличной формах. Всего в каждой группе исследуемых было получено по 32 параметра. Полученные результаты статистически обрабатывали и сравнивали друг с другом. Расчеты проводили в два этапа. На первом этапе для определения достоверности совпадений и различий характеристик объектов, принадлежащих к трем исследуемым группам, применили метод попарного сравнения групп для всех диагностических

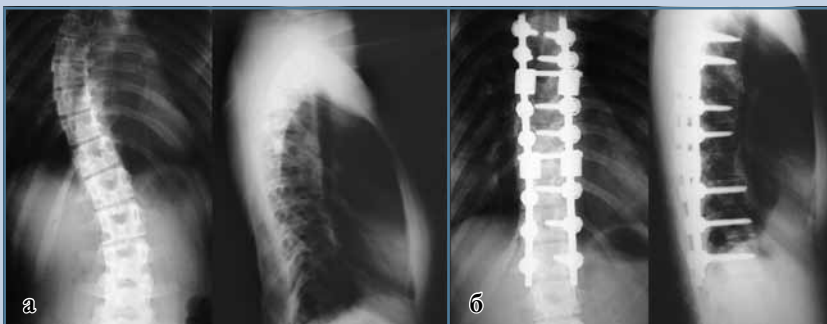
признаков, рассчитывая t-статистики критерия Стьюдента. На втором этапе эффективность хирургических вмешательств с точки зрения сохранения подвижности позвоночника определяли посредством выявления количества пар одних и тех же показателей в группах вентрального и заднего спондилодеза, для которых t-статистика меньше ($t_{кр} = 2,048$; $\alpha = 0,05$) по сравнению со здоровыми обследуемыми [1]. Считалось, что если количество пар с меньшим значением t-статистик в группе превышает величину $N/2$ (N – количество исследуемых параметров), то метод сравнительно эффективнее.

Результаты и их обсуждение

Сравнение результатов измерений в группах ВКС (рис. 4) и ЗКС (рис. 5) выявило, что в первой группе отмечаются статистически значимые большие показатели подвижности грудного отдела позвоночника в сагиттальной плоскости: $51,9^\circ$ против $22,7^\circ$ ($t = 54,9$) во второй. В поясничном отделе позвоночника аналогичные показатели составили $60,7^\circ$ и $62,9^\circ$ ($t = 1,97$) в среднем, без статистически достоверной разницы. Также отмечали статистически достоверное увеличение угла ротации крестца в сагиттальной плоскости в группе

**Рис. 4**

Рентгенограммы пациентки Ш., 12 лет, в переднезадней и боковой проекциях до (а) и после (б) вентрального корригирующего спондилодеза: подвижность позвоночника в сагиттальной плоскости в грудном отделе – 56°, в поясничном – 78°, ротация крестца – 27°; во фронтальной плоскости в грудном отделе – 39°, в поясничном отделе – 34°, крестец – 10°

**Рис. 5**

Рентгенограммы пациентки В., 16 лет, в переднезадней и боковой проекциях до (а) и после (б) заднего корригирующего спондилодеза: подвижность позвоночника в сагиттальной плоскости в грудном отделе – 20°, в поясничном – 76°, ротация крестца – 42°; во фронтальной плоскости в грудном отделе – 27°, в поясничном – 34°, крестец – 19°

ЗКС (в среднем 50,2°) по сравнению с ВКС (в среднем 20,6°); $t = 37,1$. Во фронтальной плоскости отмечали статистически достоверное отличие подвижности грудного отдела позвоночника: группа ВКС – 50,5° в среднем, ЗКС – 35,4° в среднем ($t = 38,2$). В поясничном отделе наблюдали большую подвижность после ЗКС по сравнению с ВКС – 25,9° и 21,9° ($t = 18,8$) соответственно. Такая же тенденция сохранялась и по отношению к крестцу, когда средние показатели углов его положения для группы

ВКС составили около 5,1°, а для ЗКС – 13,6° ($t = 33,5$).

Средние показатели подвижности грудного отдела позвоночника в контрольной группе в сагиттальной плоскости составили 74,4°, поясничного отдела – 76,2°, ротация крестца – 36,4°. Во фронтальной плоскости для грудного отдела подвижность была 40,8°, поясничного – 16,8°, крестца – 11,3°.

В табл. 2 представлены результаты расчета t -статистик в первой и второй группах по сравнению с группой здоровых субъектов. Из данной таблицы

видно, что из 32 исследуемых параметров в 19 случаях (59,4 %) показатель t меньше в группе вентрального спондилодеза. Кроме того, в этой же группе выявлено четыре показателя, абсолютные значения которых меньше $t_{кр}$, в группе ЗКС – только один показатель.

Научным исследованиям, анализирующим подвижность позвоночника у больных после хирургического лечения сколиоза, посвящен ряд работ. Так, Engsborg et al. [2, 3] представляли результаты изучения походки и подвижности позвоночника у пациентов после хирургической коррекции идиопатического сколиоза. Было протестировано 30 пациентов до лечения, через 1 и 2 года после хирургического вмешательства. Установлено, что подвижность позвоночника в сагиттальной плоскости уменьшилась на 33,8 % и во фронтальной – на 37,3 %.

В работе Wilk et al. [10] установлено, что идиопатический сколиоз с величиной угла Cobb менее 35° не приводит к уменьшению объема движений в позвоночнике. В то же время после установки имплантата объем движений уменьшается, при этом, чем ниже в поясничном отделе находится зона инструментации позвоночника, тем больше сокращается его подвижность.

К такому же выводу пришли Hassani et al. [6], которые провели проспективное исследование объема движений у 40 прооперированных пациентов с идиопатическим сколиозом величиной более 50°. Все больные были разделены на три группы в зависимости от нижней границы инструментации позвоночника: L₂, L₃ и L₄. Для определения подвижности использовали трехмерную систему оценки объема движений. Полученные данные сравнивали с показателями у 20 здоровых лиц. Было установлено, что задний инструментальный спондилодез значительно сокращает объем движений позвоночника во всех плоскостях, при этом данное явление наиболее выражено у пациентов с нижней границей фиксации на уровне позвонка L₄.

Таблица 2

Показатели t-статистик параметров подвижности позвоночника пациентов первой и второй групп по сравнению со здоровыми субъектами

Параметр	Первая группа	Вторая группа
Вертикальное положение	4,697	7,308
Сгибание	19,904	4,590
Разгибание	22,190	25,292
Общая амплитуда	0,590	35,500
Грудной отдел вертикальное положение	1,331	21,596
Грудной отдел сгибание	30,245	69,885
Грудной отдел разгибание	27,473	44,123
Общая амплитуда	45,088	86,424
Поясничный отдел вертикальное положение	7,205	13,150
Поясничный отдел сгибание	25,344	35,885
Поясничный отдел разгибание	56,707	59,994
Общая амплитуда	37,477	33,251
Крестцовый отдел вертикальное положение	18,152	0,931
Крестцовый отдел сгибание	8,553	19,402
Крестцовый отдел разгибание	38,335	30,527
Общая амплитуда	34,872	6,942
Вертикальное положение	39,058	39,498
Левый наклон	2,749	23,050
Правый наклон	2,749	8,193
Общая амплитуда	2,749	9,735
Грудной отдел вертикальное положение	2,749	32,874
Грудной отдел левый наклон	2,749	7,415
Грудной отдел правый наклон	2,749	30,684
Общая амплитуда	2,749	18,839
Поясничный отдел вертикальное положение	2,749	34,126
Поясничный отдел левый наклон	2,749	24,263
Поясничный отдел правый наклон	2,749	7,648
Общая амплитуда	2,749	25,282
Крестцовый отдел вертикальное положение	2,749	16,768
Крестцовый отдел левый наклон	2,749	13,613
Крестцовый отдел правый наклон	2,749	2,816
Общая амплитуда	2,749	8,149

Используя метод оценки объема движений в позвоночнике при помощи трехмерной аналитической системы, Graf et al. [5] изучали объем движений в позвоночнике у 26 больных с подростковым идиопатическим сколиозом через один год после хирургического вмешательства. Установлено, что применение инструментального спондилодеза у исследуемых больных привело к снижению объема движений в позвоночнике во всех трех плоскостях, при этом наибольшее ограничение движений наблюдалось при нижней границе фиксации позво-

ночника на уровне L₃ и ниже. Кроме того, по сравнению со здоровыми субъектами у больных с прооперированным сколиозом отмечали асимметричность движений во фронтальной плоскости.

В нашем исследовании стояла задача изучения подвижности позвоночника при помощи устройства «Spinal Mouse» у пациентов с идиопатическим сколиозом с одним структурным искривлением после ВКС и ЗКС, а также у здоровых лиц с последующим статистическим обоснованием эффективности хирургических вме-

шательств с точки зрения сохранения подвижности позвоночника. Установлено, что нулевая гипотеза H₀ (отсутствие различий между группами) подтверждается для группы вентрального спондилодеза, то есть показатели подвижности позвоночника у данных больных приближаются к таковым у здоровых субъектов в большей степени, чем у пациентов после ЗКС. Полученные результаты соотносятся с данными других научных исследований. Нам удалось выявить, что при использовании ВКС параметры подвижности позвоночника во фронтальной и сагиттальной плоскостях в большей степени приближаются к таковым у здоровых лиц, чем после применения ЗКС.

Сравнение показателей подвижности позвоночника между группами ВКС и ЗКС показало, что при применении вентральных имплантатов сохраняется больший объем движений грудного отдела позвоночника как во фронтальной, так и в сагиттальной плоскости. В то же время большие значения ротации и фронтальной подвижности крестца в группе ЗКС могут быть причиной развития компенсаторно-приспособительных механизмов позвоночника из-за сравнительно большей протяженности инструментации позвоночника.

Выводы

1. Применение ВКС и ЗКС приводит к ограничению подвижности позвоночника.

2. Использование ВКС при сколиозе предпочтительнее, чем ЗКС, с точки зрения сохранения большей степени подвижности позвоночника по сравнению со здоровыми лицами.

3. Использование ЗКС ведет к развитию компенсаторно-приспособительных механизмов в позвоночном столбе, реализующихся в виде увеличения подвижности крестца.

Литература

1. Новиков В.Д., Новочадов В.В. Статистические методы в медико-биологическом эксперименте (типичные случаи). Волгоград, 2005.
2. Engsborg JR, Lenke LG, Reitenbach AK, et al. Prospective evaluation of trunk range of motion in adolescents with idiopathic scoliosis undergoing spinal fusion surgery. *Spine*. 2002;27:1346–1354.
3. Engsborg JR, Lenke LG, Uhrich ML, et al. Prospective comparison of gait and trunk range of motion in adolescents with idiopathic thoracic scoliosis undergoing anterior or posterior spinal fusion. *Spine*. 2003;28:1993–2000.
4. Gingsburg HH, Goldstein L, Haake PW, et al. Longitudinal study of back pain in postoperative idiopathic scoliosis: Long-term follow-up: Phase IV. Presented at Scoliosis Research Society 30th Annual Meeting, September 13–16, 1995, Asheville, NC: Paper 48.
5. Graf A, Sturm PF, Hassani S, et al. Motion of the spine pre and post-spinal fusion compared to age-matched: Paper #51. *Spine: Affiliated Society Meeting Abstracts*. 2010:82.
6. Hassani S, Graf A, Krzak J, et al. Assessing spinal motion at different fusion levels in adolescents with idiopathic scoliosis. *Biomedical Engineering Faculty Research and Publications*. 2012;1:163–164.
7. Kellis E, Adamou G, Tziliou G, et al. Reliability of spinal range of motion in healthy boys using a skin-surface device. *J Manipulative Physiol Ther*. 2008;31:570–576. doi: 10.1016/j.jmpt.2008.09.001.
8. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine*. 2003;28:S199–S207.
9. Min K, Haefeli M, Mueller D, et al. Anterior short correction in thoracic adolescent idiopathic scoliosis with mini-open thoracotomy approach: prospective clinical, radiological and pulmonary function results. *Eur Spine J*. 2012;21 Suppl 6:S765–S772. doi: 10.1007/s00586-012-2156-8.
10. Wilk B, Karol LA, Johnston CE, et al. The effect of scoliosis fusion on spinal motion: a comparison of fused and nonfused patients with idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31:309–314.

References

1. Novikov VD, Novochadov VV. [Statistical Methods in Medical and Biological Experiments (Typical Cases)]. Volgograd, 2005. In Russian.
2. Engsborg JR, Lenke LG, Reitenbach AK, et al. Prospective evaluation of trunk range of motion in adolescents with idiopathic scoliosis undergoing spinal fusion surgery. *Spine*. 2002;27:1346–1354.
3. Engsborg JR, Lenke LG, Uhrich ML, et al. Prospective comparison of gait and trunk range of motion in adolescents with idiopathic thoracic scoliosis undergoing anterior or posterior spinal fusion. *Spine*. 2003;28:1993–2000.
4. Gingsburg HH, Goldstein L, Haake PW, et al. Longitudinal study of back pain in postoperative idiopathic scoliosis: Long-term follow-up: Phase IV. Presented at Scoliosis Research Society 30th Annual Meeting, September 13–16, 1995, Asheville, NC: Paper 48.
5. Graf A, Sturm PF, Hassani S, et al. Motion of the spine pre and post-spinal fusion compared to age-matched: Paper # 51. *Spine: Affiliated Society Meeting Abstracts*. 2010:82.
6. Hassani S, Graf A, Krzak J, et al. Assessing spinal motion at different fusion levels in adolescents with idiopathic scoliosis. *Biomedical Engineering Faculty Research and Publications*. 2012;1:163–164.
7. Kellis E, Adamou G, Tziliou G, et al. Reliability of spinal range of motion in healthy boys using a skin-surface device. *J Manipulative Physiol Ther*. 2008;31:570–576. doi: 10.1016/j.jmpt.2008.09.001.
8. Lenke LG, Edwards CC, Bridwell KH. The Lenke classification of adolescent idiopathic scoliosis: how it organizes curve patterns as a template to perform selective fusions of the spine. *Spine*. 2003;28:S199–S207.
9. Min K, Haefeli M, Mueller D, et al. Anterior short correction in thoracic adolescent idiopathic scoliosis with mini-open thoracotomy approach: prospective clinical, radiological and pulmonary function results. *Eur Spine J*. 2012;21 Suppl 6:S765–S772. doi: 10.1007/s00586-012-2156-8.
10. Wilk B, Karol LA, Johnston CE, et al. The effect of scoliosis fusion on spinal motion: a comparison of fused and nonfused patients with idiopathic scoliosis. *Spine*. 2006;31:309–314.

Адрес для переписки:

Петренко Дмитрий Евгеньевич
61024, Украина, Харьков,
ул. Пушкинская, 80,
Институт патологии позвоночника
и суставов им. проф. М.И. Ситенко,
dpetrenko77@gmail.com

Статья поступила в редакцию 30.10.2013

Дмитрий Евгеньевич Петренко, канд. мед. наук; Андрей Алексеевич Мезенцев, д-р мед. наук; Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М.И. Ситенко, Харьков, Украина; Павел Федорович Щапов, д-р техн. наук, проф., Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков, Украина.

Dmitry Evgenyevich Petrenko, MD, PhD; Andrey Alekseyevich Mezentsev, MD, DMSc; Institute of Spine and Joint Pathology n.a. M.I. Sitenko, Khar'kov, Ukraine; Pavel Fedorovich Shchapov, DSc in Technics, Prof., National Technical University "Khar'kiiv Polytechnic Institute", Khar'kov, Ukraine.