

УДК 616.711:617.53]-089.843-073.7

Рентгенологическая оценка положения межтелового имплантата в стабилизируемых шейных позвоночных сегментах

А. Е. Барыш, Р. И. Бузницкий

ГУ «Институт патологии позвоночника и суставов им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины», Харьков

A system of radiological estimation was developed for the position of vertical cylindrical mesh implants in stabilized cervical vertebral motor segments; this system makes it possible to study their multiplane relations. Retrospectively analysed were radiological examinations of 32 patients with diseases and lesions of the cervical spine, who underwent anterior interbody fusion with use of vertical cylindrical mesh implants; the main peculiarities in their dislocation were found out.

Розроблено систему рентгенологічного оцінювання розташування вертикальних циліндричних сітчастих імплантатів у стабілізованих шийних хребтових рухових сегментах, яка дає змогу дослідити їх багатоплощинні зв'язки. Проведено ретроспективний аналіз рентгенологічного обстеження 32 пацієнтів із захворюваннями та ушкодженнями шийного відділу хребта, яким виконували передній міжтіловий спондилодез з використанням вертикальних циліндричних сітчастих імплантатів, з'ясовані основні особливості їх дислокації.

Ключевые слова: рентгенологическая диагностика, передний межтеловой спондилодез, вертикальные цилиндрические сетчатые имплантаты

Введение

Сегодня большинство хирургических вмешательств на субаксиальных сегментах шейного отдела позвоночника (ШОП) завершают передним межтеловым спондилодезом (ПМС). Для восстановления межтеловой опоры в случаях ПМС на протяжении двух или более позвоночных двигательных сегментов (ПДС) все чаще используют вертикальные цилиндрические сетчатые имплантаты (ВЦСИ) [1, 5, 12]. При этом встречаются эпизоды их дислокации и пролабирования в тела позвонков, что приводит к потере нормализованных во время операции анатомических взаимоотношений в стабилизируемых ПДС. Это сопровождается, в зависимости от направления смещения ВЦСИ, стенозированием межпозвонковых отверстий, травматизацией структур позвоночного канала, а также пищевода и сосудистых образований ШОП и проявляется разнообразной клинической симптоматикой, исходящей из оперированного и смежных с ним уровней [7, 9, 10].

Ныне среди лучевых методов диагностики наибольшей информативностью обладают компьютерная томография и позитронно-эмиссионная ком-

пьютерная томография [5, 12]. Однако рентгенологическое исследование остается основным методом диагностики структурно-функционального состояния шейных ПДС до, во время и после операции. С его помощью объективизируют взаимоотношения стабилизируемых позвонков и реконструированной межтеловой опоры, динамику процесса спондилодезирования, а также анализируют причины его несостоятельности в отдельных случаях. Однако многие авторы оценивают только взаимоотношения фиксируемых позвонков или отдельные величины, которые не отражают истинное пространственное расположение имплантатов в межтеловом промежутке. Более того, сообщения, касающиеся рентгенологической оценки положения ВЦСИ в стабилизируемых ПДС, единичны [4, 12]. Представленные в них немногочисленные рентгенологические критерии носят в основном описательный характер, что не дает возможности исследовать многоплоскостные взаимоотношения ВЦСИ с краниальным или каудальным стабилизируемыми позвонками.

Учитывая вышеизложенное, целью данного исследования является разработка методики рент-

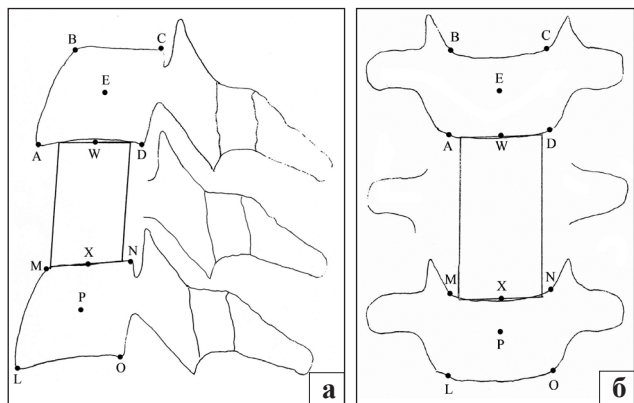


Рис. 1. Схематическое изображение соотношения ВЦСИ в межтеловом промежутке и основные ориентиры методики рентгенологической оценки положения ВЦСИ в стабилизируемых шейных ПДС: а) сагиттальная плоскость; б) фронтальная плоскость

генологической оценки положения вертикальных цилиндрических сетчатых имплантатов в стабилизируемых шейных позвоночных двигательных сегментах.

Материал и методы

Проведен ретроспективный анализ рентгенологического обследования 32 пациентов с заболеваниями и повреждениями ШОП, которым выполняли ПМС с использованием ВЦСИ. Усовершенствованы известные и разработаны новые параметры, каждый из которых является составляющей единой разработанной в ГУ «ИППС им. проф. М. И. Ситенко НАМН Украины» методики, что обеспечивает полноценное представление о многоплоскостных взаимоотношениях ВЦСИ и шейных позвонков в пределах стабилизируемых ПДС. Эта методика предусматривает выбор основных ориентиров, имеющих произвольное буквенное обозначение (рис. 1). Расчет выполняли с использованием относительных величин, что позволяет исключить рентгенометрические погрешности в динамике при использовании абсолютных величин [2].

Рассчитывали величины вертикальных, горизонтальных, линейных, угловых, осевых и ротационных взаимоотношений ВЦСИ и стабилизируемых позвонков.

Вертикальные линейные взаимоотношения ВЦСИ и стабилизируемых позвонков в сагиттальной и фронтальной плоскостях.

При помощи крайних вентральной, дорзальной, краниальной и каудальной точек (ABCD) тела позвонка определяют геометрический центр Е краниального, по отношению к ВЦСИ, тела позвонка в сагиттальной плоскости (рис. 2, а). С линии ВС проводят перпендикуляр FG на линию

AD через точку Е. Величина FG соответствует вертикальному сагиттальному размеру тела вышележащего позвонка. Из крайней вентральной (Н) и дорзальной (I) точек краниального терминального отдела ВЦСИ проводят перпендикуляры HJ и IK на линию FG. Получают отрезки GJ и GK на линии FG, которые соответствуют абсолютным величинам вертикального линейного пролабирования вентрального и дорзального краниальных углов ВЦСИ в тело вышележащего позвонка в сагиттальной плоскости. При помощи отношения величин GJ и GK к вертикальному сагиттальному размеру тела позвонка FG определяют относительные величины вертикального линейного пролабирования вентрального и дорзального краниальных углов ВЦСИ в тело вышележащего позвонка в сагиттальной плоскости. Таким образом, вертикальное линейное пролабирование вентрального краниального угла ВЦСИ вычисляют по такой формуле:

$$GJ/GF \cdot 100 \%,$$

а вертикальное линейное пролабирование дорзального краниального угла ВЦСИ — по формуле:

$$GK/GF \cdot 100 \%.$$

Аналогичным образом определяют вертикальное линейное пролабирование вентрального QU и дорзального QV каудальных углов ВЦСИ в тело нижележащего позвонка в сагиттальной плоскости.

При помощи точек В и С, проецируемых на медиальный отдел основания правого и левого полулунного отростков, и соответствующих им точек А и D каудального отдела тела позвонка, определяют геометрический центр Е вышележащего по отношению к ВЦСИ тела позвонка во фронтальной плоскости (рис. 2, б). С линии ВС проводят перпендикуляр FG на линию AD через точку Е. Величина FG соответствует вертикальному фронтальному размеру тела вышележащего позвонка. Определяют

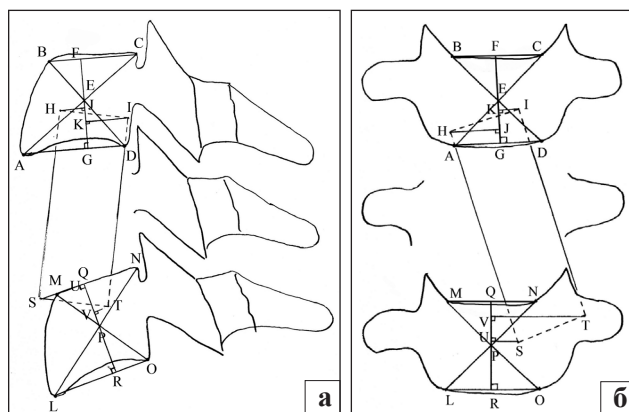


Рис. 2. Схематическое изображение вертикальных линейных взаимоотношений ВЦСИ и фиксируемых шейных позвонков: а) сагиттальная плоскость; б) фронтальная плоскость

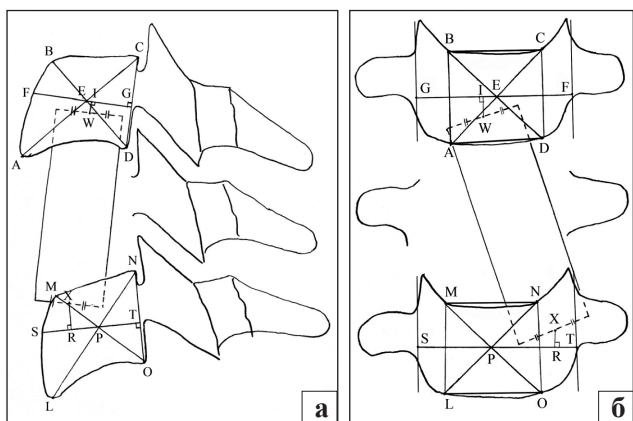


Рис. 3. Схематическое изображение горизонтальных линейных взаимоотношений ВЦСИ и тел фиксируемых шейных позвонков: а) сагиттальная плоскость; б) фронтальная плоскость

крайнюю латеральную правую (Н) и левую (I) точки краниального терминального отдела ВЦСИ, из которых проводят перпендикуляры на линию FG. Получают отрезки GJ и GK на линии FG, соответствующие абсолютным величинам пролабирования правого и левого краниальных углов ВЦСИ в тело вышележащего позвонка. При помощи отношения величин GJ и GK к фронтальному вертикальному размеру тела позвонка FG определяют относительные величины пролабирования правого и левого краниальных углов ВЦСИ в тело вышележащего позвонка во фронтальной плоскости. Таким образом, вертикальное линейное пролабирование правого краниального угла ВЦСИ вычисляют по формуле:

$$GJ/GF \cdot 100 \%,$$

а вертикальное линейное пролабирование левого краниального угла ВЦСИ по формуле:

$$GK/GF \cdot 100 \%.$$

Аналогично определяют вертикальное линейное пролабирование правого QU и левого QV каудальных углов ВЦСИ в тело нижележащего позвонка во фронтальной плоскости.

Горизонтальные линейные взаимоотношения ВЦСИ и фиксируемых шейных позвонков в сагиттальной и фронтальной плоскостях.

При помощи крайних вентральной, дорзальной, краниальной и каудальной точек тела позвонка (ABCD) определяют геометрический центр Е краниального по отношению к ВЦСИ тела позвонка в сагиттальной плоскости (рис. 3, а). Через точку Е на линию CD проводят перпендикуляр FG, величина которого соответствует горизонтальному сагиттальному размеру тела позвонка. В последующем из точки W, соответствующей геометрическому центру терминального краниального отдела ВЦСИ,

проводят перпендикуляр WI на линию FG. Таким образом получают точку I, которая в данном случае располагается на линии FG дорзальнее геометрического центра Е тела вышележащего позвонка. Протяженность линии IE показывает абсолютную величину горизонтального линейного дорзального смещения геометрического центра W краниального терминального отдела ВЦСИ относительно геометрического центра Е тела вышележащего позвонка в сагиттальной плоскости. Относительную величину этого смещения определяют по формуле:

$$IE/GE \cdot 100 \%.$$

Таким же образом рассчитывают аналогичные взаимоотношения относительно тела нижележащего позвонка в сагиттальной плоскости:

$$PR/PS \cdot 100 \%.$$

При помощи точек В и С, проецируемых на медиальный отдел основания правого и левого полулунного отростков и соответствующих им точек А и D каудального отдела тела позвонка, определяют геометрический центр Е вышележащего по отношению к ВЦСИ тела позвонка во фронтальной плоскости (рис. 3, б). Через точку Е проводят линию FG, которая параллельна линии ВС и соответствует поперечному фронтальному размеру тела вышележащего позвонка. Из точки W, соответствующей геометрическому центру краниального терминального отдела ВЦСИ, проводят перпендикуляр WI на линию GF. Таким образом получают точку I, которая в данном случае располагается на линии FG справа от геометрического центра Е тела вышележащего позвонка. Величину горизонтального линейного смещения геометрического центра W краниального терминального отдела ВЦСИ вправо относительно геометрического центра Е тела вышележащего позвонка определяют по формуле:

$$IE/GE \cdot 100 \%.$$

Таким же образом рассчитывают аналогичные взаимоотношения относительно тела нижележащего позвонка во фронтальной плоскости по формуле:

$$RP/TP \cdot 100 \%.$$

Эти показатели отражают горизонтальные линейные взаимоотношения геометрического центра терминальных отделов ВЦСИ и геометрического центра фиксируемых позвонков во фронтальной и сагиттальной плоскостях. Изменения данных показателей в послеоперационном периоде свидетельствуют о горизонтальной линейной дислокации ВЦСИ по отношению к телам фиксируемых позвонков.

Угловые взаимоотношения ВЦСИ и стабилизируемых шейных позвонков в сагиттальной и фронтальной плоскостях.

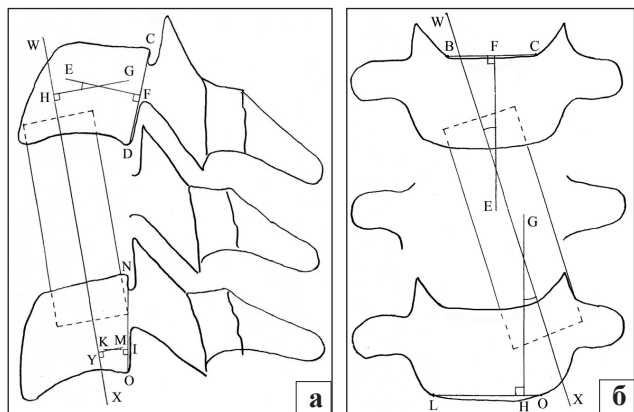


Рис. 4. Схематическое изображение угловых взаимоотношений ВЦСИ и фиксируемых шейных позвонков: а) сагиттальная плоскость; б) фронтальная плоскость

Ориентируясь на краниодорзальную и каудодорзальную точки С и D, формируют прямую линию CD по дорзальной поверхности тела краниального по отношению к ВЦСИ позвонка и проводят центральную осевую линию ВЦСИ WX (рис. 4, а). На линии CD и WX проводят перпендикуляры EF и GH, в месте пересечения которых измеряют угол, характеризующий угловое взаимоотношение ВЦСИ с телом вышележащего позвонка в сагиттальной плоскости. Для определения углового взаимоотношения ВЦСИ с телом нижележащего позвонка измеряют угол, образованный пересечением линий KL и MY.

Проводят прямые линии BC и LO параллельно краниальному отделу тела вышележащего и каудальному отделу тела нижележащего по отношению к ВЦСИ позвонков во фронтальной плоскости, на которые проводят перпендикуляры EF и GH соответственно (рис. 4, б). Формируют центральную осевую линию ВЦСИ WX и в месте пересечения линий EF и WX измеряют угол, который отражает угловое взаимоотношение ВЦСИ с телом вышележащего позвонка во фронтальной плоскости. Для определения вышеуказанной величины относительно тела нижележащего позвонка измеряют угол, образованный пересечением линий GH и WX.

Ротационные взаимоотношения фиксируемых позвонков в переднезадней проекции. За основу разработанной взяли методику измерения ротации вершинного позвонка при сколиозе по Nash & Moe [13].

Во фронтальной плоскости по латеральному правому и левому краю тела краниального по отношению к ВЦСИ позвонка формируют прямые линии AB и CD (рис. 5). Параллельно краниальной замыкательной пластинке тела позвонка проводят линию EF, которая пересекает центр корней

дуги G и H, а также линии AB и CD в точках I и J. В большинстве случаев, принимая во внимание анатомические особенности расположения корней дуг по отношению к телам позвонков в ШОП, на переднезадних рентгенограммах центры корней дуг, соответствующие на схемах точкам G и H, проецируются на крайние латеральные отделы тела позвонка AB и CD, т. е. на точки I и J (рис. 5, а). Расстояние между точками I и J принимают за 100 %, а каждый 1 % смещения центра корня дуги в противоположную сторону, по методике Nash & Moe [13], равняется 1° осевого вращения позвонка. В зависимости от смещения правого или левого корня дуги в противоположную сторону определяют абсолютную величину этого смещения от точки I (рис. 5, б). В данном случае смещен правый корень дуги, центр которого обозначен точкой G. Относительную величину смещения измеряют по формуле:

$$IG/IJ \cdot 100 \%$$

Таким образом, получают в процентном выражении величину смещения правого центра корня дуги G от правого латерального отдела тела позвонка AB, что в градусах соответствует углу осевого вращения краниального позвонка вправо. Аналогичным образом определяют ротационное расположение каудального позвонка.

Изменение угла осевого вращения одного из фиксируемых позвонков по отношению к другому в послеоперационном периоде в динамике свидетельствует о наличии ротационного компонента дислокации ВЦСИ, выполняющего роль межтеловой опоры.

Таким образом, изменение величины ротационных взаимоотношений фиксируемых позвонков

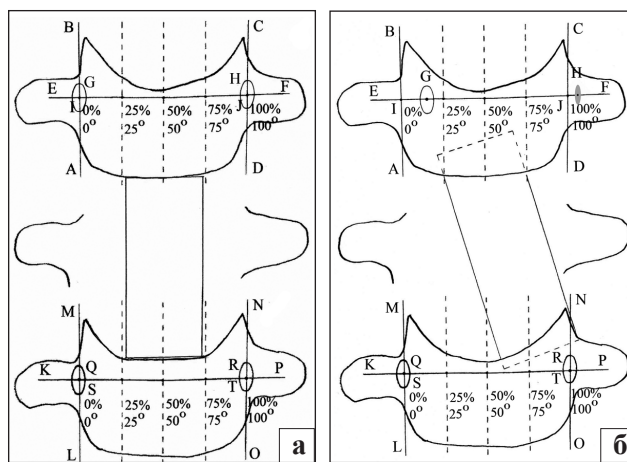


Рис. 5. Схематическое изображение определения ротационных отношений между фиксируемыми позвонками во фронтальной плоскости: а) без ротации в ПДС; б) с ротацией в ПДС и дислокацией ВЦСИ

в динамике в послеоперационном периоде соответствует величине ротационной дислокации ВЦСИ.

Определяют описанные выше величины на рентгенограммах, выполненных в дооперационном периоде, интраоперационно, через 1 неделю и 3, 6, 12 и 24 мес после операции.

Результаты и их обсуждение

При анализе данных рентгенологического исследования пациентов вышеуказанной клинической группы с помощью разработанной методики выявлено, что многоплоскостная дислокация ВЦСИ различной степени присутствует у 23 (71,9 %) больных. Из них у 15 (65,2 %) каудодорзальный угол ВЦСИ имел наибольшую величину вертикального линейного смещения в каудальном направлении и достигал 55,5 % вертикального размера тела нижележащего позвонка. Изменение соосности ВЦСИ и тела каудального позвонка с углом открытым кзади регистрировали в 7 (30,4 %) случаях дислокации ВЦСИ, величина углового смещения достигала 31°. Дислокация центра каудального терминального отдела ВЦСИ относительно геометрического центра нижележащего позвонка кпереди отмечена у 6 (26,1 %) больных, величина горизонтального линейного смещения достигала 23,1 %. В 2 (8,7 %) случаях регистрировали ротационное смещение имплантата, угол его осевого вращения достигал 5°.

При исследовании дислокации имплантатов в фиксируемых ПДС некоторые авторы определяют их линейные виды смещения с помощью абсолютных величин, что в динамике приводит к погрешностям в измерениях [3]. Это обусловлено отсутствием тождественности абсолютных величин у конкретного пациента при рентгенологическом исследовании в динамике, что объясняется различным расстоянием от рентгеновской трубки до кассеты [2].

Р. К. Narotam и соавт. [12] определяют величину пролабирования ВЦСИ в тела фиксируемых позвонков путем измерения соотношения величины имплантата к расстоянию от краниальной замыкательной пластинки тела краниального позвонка до каудальной замыкательной пластинки каудального позвонка. Таким образом, получают относительную величину, что позволяет с определенной достоверностью в динамике определять возможное пролабирование межтеловой опоры в тела фиксируемых позвонков. Однако, используя этот параметр, невозможно определить величину пролабирования ВЦСИ отдельно в тело краниального или каудального позвонков и измерить величину дислокации краниальных и каудальных углов ВЦСИ.

Угловые взаимоотношения ВЦСИ и фиксируемых позвонков в сагиттальной плоскости исследуют, измеряя угол, образованный пересечением *l. spinolaminaris* фиксируемых ПДС и линии, проходящей по задней поверхности ВЦСИ [4, 12]. Во фронтальной плоскости для этого измеряют угол пересечения линии, проведенной по боковой поверхности ВЦСИ, и линии, проходящей через остистые отростки фиксируемых позвонков [3, 4, 12]. В динамике данные параметры позволяют сделать вывод об изменении углового положения ВЦСИ относительно фиксируемого шейного сегмента позвоночника и стабильности фиксации на оперируемом уровне. Однако они не позволяют определить угловое положение ВЦСИ относительно краниального или каудального позвонков.

Исследуют ротацию позвонков специалисты, занимающиеся лечением сколиоза. Они предложили ряд способов измерения, которые используют для определения ротации позвонка, находящегося на вершине сколиотической деформации позвоночника [6, 8, 13, 14]. Среди них наиболее широко применяют способы Cobb и Nash & Moe [6, 13]. Измерение по Cobb предусматривает деление тела позвонка во фронтальной плоскости на секторы и в зависимости от проекции остистого отростка в том или ином секторе определяют степень ротации позвонка в градусах от 0 до +4 [6]. Таким образом, данный способ ограничивается только пятью степенями ротации. Измерение по положению корней дуг относительно тела позвонка во фронтальной плоскости Nash & Moe позволяет дать количественную характеристику углу осевого вращения позвонка до 100° [13]. В то же время получить с помощью нее достоверные результаты измерения можно при величине аксиального смещения позвонка до 40° [11].

Сообщений, касающихся исследования и измерения ротационного смещения межтеловой опоры относительно фиксируемых шейных позвонков, в доступной специальной литературе мы не нашли.

Заключение

Разработанная методика рентгенологического исследования положения вертикальных цилиндрических сетчатых имплантатов в стабилизируемых шейных позвоночных двигательных сегментах дает возможность оценить корректность интраоперационной установки имплантатов в межтеловом промежутке и исследовать особенности изменения их положения в процессе формирования переднего межтелового спондилодеза. Изменение положения вертикальных цилиндрических сетчатых имплан-

татов в межтеловом промежутке носит многоплоскостной характер. По частоте встречаемости и величине изменения параметра компоненты смещения распределили в порядке убывания следующим образом: вертикальное линейное и угловое, горизонтальное линейное и ротационное.

Данные имплантаты наиболее часто пролабируют в тело каудального позвонка, а величина смещения их каудодорзального угла значительно превышает аналогичную величину смещения каудовентрального угла. При дислокации имплантатов в большинстве случаев увеличивается угол их наклона относительно тела каудального позвонка, а открыт он при этом кзади.

Список литературы

1. Барыш А. Е. Обоснование новой технологии переднего межтелового цервикоспондилодеза с помощью гибридных металлокерамических фиксирующих устройств / А. Е. Барыш // Ортопед. травматол. — 2005. — № 2. — С. 15–21.
2. Сулова О. Я. Рентгенологический атлас заболеваний опорно-двигательного аппарата / О. Я. Сулова, И. В. Шумада, Е. П. Меженина. — К.: Здоровье, 1984. — 168 с.
3. Шармазанов А. В. Задний межтеловой керамоспондилодез в лечении поясничного остеохондроза: дис. ... канд. мед. наук.: 14.00.22 / Шармазанов Анатолий Владимирович. — Х., 1993. — 218 с.
4. Preliminary surgical result of cervical spine reconstruction with a dynamic plate and titanium mesh cage / D. Y. Chung, D. C. Cho, S. H. Lee, J. K. Sung // J. Korean Neurosurg. Soc. — 2007. — Vol. 41. — P. 111–117.
5. Efficacy and safety of the use of titanium mesh cages and anterior cervical plates for interbody fusion after anterior cervical corpectomy / H. C. Chuang, D. Y. Cho, C. S. Chang et al. // Surg. Neurol. — 2006. — Vol. 65, № 5. — P. 464–471.
6. Cobb J. R. Outline for the study of scoliosis / J. R. Cobb // Instructional Course Lectures. American Academy of Orthopaedic Surgeons. — 1948. — Vol. 5. — P. 261–275.
7. Daubs M. D. Early failures following cervical corpectomy reconstruction with titanium mesh cages and anterior plating / M. D. Daubs // Spine. — 2005. — Vol. 30. — P. 1402–1406.
8. Drerup B. Principles of measurement of vertebral rotation from frontal projection of the pedicles / B. Drerup // J. Biomechanics. — 1984. — Vol. 17. — P. 923–935.
9. Anterior correction of cervical kyphotic deformity: effects on myelopathy, neck pain, and sagittal alignment / R. D. Ferch, A. Shad, T. A. Cadoux-Hudson et al. // J. Neurosurg. — 2004. — Vol. 100. — P. 13–19.
10. Complications of multilevel cervical corpectomies and reconstruction with titanium cages and anterior plating / H. T. Hee, M. E. Majd, R. T. Holt et al. // J. Spinal Disord. Tech. — 2003. — Vol. 16, № 1. — P. 1–8.
11. Mattern R. E. A biplane radiographic method of determining vertebral rotation in postmortem specimen / R. E. Mattern, M. H. Pope, J. W. Frymoyer // Clin. Orthop. Rel. Res. — 1976. — Vol. 116. — P. 95–98.
12. Titanium mesh cages for cervical spine stabilization after corpectomy: a clinical and radiological study / P. K. Narotam, S. M. Pauley, G. J. McGinn et al. // J. Neurosurg. — 2003. — Vol. 99. — P. 172–180.
13. Nash C. J. A study of vertebral rotation / C. J. Nash, J. H. Moe // J. Bone Joint Surg. — 1969. — Vol. 51. — P. 223–229.
14. Perdriolle R. Thoracic idiopathic scoliosis curve evaluation and prognosis / R. Perdriolle, J. Vidal // Spine. — 1985. — Vol. 10. — P. 785–791.

Статья поступила в редакцию 20.02.2012