



# ДЕГЕНЕРАТИВНЫЙ СКОЛИОЗ: ОБЗОР МИРОВОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

**А.И. Васильев**

Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия

Представлен обзор современной литературы по проблеме дегенеративного сколиоза, его клинических проявлений, диагностики, классификации и подходов к хирургическому лечению. В связи со старением населения, улучшением хирургических техник и совершенствованием анестезиологических пособий проблема дегенеративного сколиоза все шире рассматривается с точки зрения возможностей хирургической коррекции. Имеется несколько факторов, способствующих формированию сколиоза *de novo*. Это аномалия тропизма фасеточных суставов, асимметричная дегенерация межпозвонкового диска, остеопороз, миопатии, длительно существующий анталгический сколиоз. Консервативная терапия дегенеративного сколиоза включает в себя нестероидные противовоспалительные препараты, корсетотерапию, эпидуральные и паравerteбральные инъекции с глюкокортикостероидами. При полной неэффективности консервативной терапии и при значительном снижении качества жизни пациента индивидуально решается вопрос о выполнении хирургического вмешательства. Основным вопросом хирургии является выбор оптимальной тактики, которая зависит от тщательной оценки клинической симптоматики, патоморфологического субстрата этой симптоматики, обязательного учета параметров глобального позвоночно-тазового баланса. Положительный сагиттальный дисбаланс связан со значительным снижением качества жизни, поэтому, по возможности, должен быть исправлен в ходе оперативного лечения.

**Ключевые слова:** деформации позвоночника, сколиоз взрослых, дегенеративный сколиоз, вторичный сколиоз.

## DEGENERATIVE SCOLIOSIS: LITERATURE REVIEW

A.I. Vasilyev

Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L. Tsivyan, Russia

The paper presents a review of the current literature concerning the problem of degenerative scoliosis, its clinical manifestations, diagnosis, classification and approaches to surgical treatment. In connection with the aging of the population, improvement of surgical techniques and advance in anesthetic support, the problem of degenerative scoliosis is increasingly viewed with regard to possible options for its surgical correction. There are several factors that contribute to the formation of *de novo* scoliosis. They involve the facet joint tropism, asymmetric degeneration of the intervertebral disc, osteoporosis, myopathy, and long-existing antalgic scoliosis. Conservative treatment of degenerative scoliosis includes administration of non-steroidal anti-inflammatory drugs, brace treatment, and epidural and paravertebral glucocorticosteroid injections. When conservative therapy is fully ineffective and patient's quality of life significantly decreases, the surgical treatment decision is made individually. The main issue of surgery is the choice of optimal surgical strategy which depends on careful evaluation of clinical symptoms and their pathologic substrate, and mandatory accounting for parameters of the global spinal-pelvic balance. Positive sagittal imbalance is associated with a significant reduction in quality of life, therefore it should be, whenever possible, surgically corrected.

**Key Words:** spinal deformity, scoliosis adult degenerative scoliosis, secondary scoliosis.

Для цитирования: Васильев А.И. Дегенеративный сколиоз: обзор мировой литературы // Хирургия позвоночника. 2016. Т. 13. № 4. С. 56–65. DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.56-65>.

Please cite this paper as: Vasilyev AI. Degenerative scoliosis: literature review. Hir. Pozvonoc. 2016;13(4):56–65. In Russian.

DOI: <http://dx.doi.org/10.14531/ss2016.4.56-65>.

Сколиоз представляет собой сложную трехмерную вращательную деформацию позвоночника во фронтальной, сагиттальной и аксиальной плоскостях. Сколиоз взрослых или дегенеративный сколиоз (*de novo*) – деформация позвоночника у пациентов, достигших скелетной зрелости с углом Cobb более чем 10° во фронтальной плоскости [5].

Среднероссийский показатель заболеваемости сколиозом составляет 7,2 %

среди взрослых, причем в последние десятилетия отмечается тенденция к его росту [6]. Согласно данным зарубежных исследований, этот показатель находится в диапазоне от 2 до 32 % и может достигать 68 % [40]. Причина обращения пациента к врачу в основном связана с жалобами на сильные боли, часто приводящие к инвалидности [10].

С учетом демографического сдвига в сторону увеличения доли пожилого

населения и повышенного внимания к вопросам качества жизни граждан дегенеративный сколиоз на сегодняшний день является серьезной проблемой здравоохранения. Благодаря совершенствованию диагностической аппаратуры, хирургической техники и инструментария, применению современного анестезиологического оборудования, значительно повысилась выявляемость патологических изменений позвоночника, расшири-

лись возможности их хирургической коррекции. Это особенно актуально в пожилом возрасте, когда у пациента, как правило, имеется целый ряд сопутствующих заболеваний.

Цель исследования – представление современных взглядов на этиологию, патогенез, возможные варианты классификаций и методы лечения дегенеративного сколиоза.

### Определение и этиология

В литературе термин «дегенеративный сколиоз» трактуется неоднозначно. В частности, Aebi [7] определяет любой клинически проявляющийся сколиоз у взрослых как дегенеративный, разделяя его на первичный либо вторичный. Другие авторы [1, 19, 33, 34] отделяют дегенеративный или *de novo* сколиоз от идиопатического сколиоза взрослых. В любом случае большинство авторов рассматривают единые подходы к хирургическому лечению деформаций, несмотря на их этиологию, в силу аналогичных патогенетических механизмов возникновения сколиоза *de novo* и прогрессии идиопатического сколиоза.

В проспективном когортном исследовании в 2006 г. Kobayashi et al. [19] изучили заболеваемость сколиозом *de novo*. Объектом исследования явились 60 человек (18 мужчин и 42 женщины) в возрасте 50–84 лет, не имеющих сколиоза изначально, которых периодически подвергали рентгенографии в среднем в течение 12 лет. *De novo* сколиоз с углом Cobb от 10 до 18° развился у 22 (36,7 %) больных. У всех пациентов искривление в поясничном отделе позвоночника (10 искривлений поясничного отдела позвоночника и 9 сочетанных – грудного и поясничного отделов), за исключением трех женщин с искривлением в грудном отделе, которые имели выраженный остеопороз и, как минимум, один перелом позвонка. Более чем 20 % одностороннее снижение высоты диска или односторонние боковые остеофиты размером 5 мм и больше авторы связали с увеличением заболеваемости сколиозом *de novo* [19]. Эти

данные подтверждают мнение, что дегенеративный сколиоз начинается с дегенерации диска.

В еще одном исследовании авторы отслеживали влияние на развитие сколиоза *de novo* следующих факторов: остеопороза, спондилоартроза, компрессионных переломов, стеноза позвоночного канала, эндохондральных аномалий, нарушений тропизма фасеточных суставов [16]. Однако не доказали ни одной непосредственной связи исследуемого фактора с развитием сколиоза *de novo*.

Benoist [8] выдвинул гипотезу о том, что старение может вызвать дегенеративную миопатию, а это приводит к срыву позвоночного баланса и постепенной кифотической деформации позвоночника. Повторяющиеся торсионные нагрузки могут постепенно провоцировать вращательную деформацию задних позвоночных элементов и стать причиной развития дегенеративного вращательного сколиоза.

Дегенеративный спондилолистез – распространенное явление у пациентов с дегенеративным сколиозом. Согласно данным одного из исследований, у 55 % пациентов с дегенеративным сколиозом имелся дегенеративный спондилолистез [35]. Вращательный спондилолистез (антелатероспондилолистез) встречается с частотой 13–34 % у взрослых пациентов со сколиозом [33]. Данное состояние развивается чаще всего на уровне L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub>, у женщин и увеличивается с возрастом и величиной кривой. Это трехосная деформация, состоящая из осевого вращения позвонка по вертикальной оси, его бокового смещения в сторону выпуклости кривой и вращения по сагиттальной оси [49].

Согласно теории, предложенной Kebaish [16], сколиоз *de novo* может развиваться вследствие фораминальной компрессии корешкового нерва, что ведет к анталгическому сколиозу, изначально функциональному. Но при условии длительного существования деформация может стать структурной и начать прогрессировать.

### Эпидемиология

Распространенность дегенеративного сколиоза, по данным разных авторов [19, 39, 50, 53], составляет от 6 до 68 % и увеличивается с возрастом. Pritchett и Bortel [35] изучили 200 пациентов старше 50 лет (70 % женщин) с поздним началом сколиоза. Они обнаружили, что большинство из поясничных дегенеративных искривлений не превышало 60° по Cobb и прогрессировало в среднем на 3° в год. Факторами прогрессии искривления были ротация апикального позвонка по Nash – Moe III ст. и более, величина дуги по Cobb более 30°, латероспондилолистез 6 мм и более, выдающееся положение позвонка L<sub>5</sub> относительно межреберной линии. Murata et al. [31] показали, что на ранней стадии дегенеративные искривления могли также регрессировать вследствие клиновидной деформации межпозвонковых дисков или тел позвонков для компенсации дисбаланса. По данным Kebaish et al. [17], распространенность дегенеративного сколиоза линейно увеличивается с пятой по восьмую декаду жизни, а у людей, достигших 90 лет, происходит резкое увеличение распространенности.

### Клиническая картина и рентгенологическая характеристика

В клинической картине дегенеративного сколиоза взрослых преобладает болевой синдром. Он может иметь механическую или нейрогенную причину. По мнению Winter et al. [55], одной из причин боли может быть усталость мышц спины (по всей длине позвоночника и конкретно в выпуклой стороне кривой) в связи с потерей поясничного лордоза. Боль на вогнутой стороне кривой обусловлена спондилоартрозом и дегенеративными изменениями дисковых пространств (изменениями дисков, разрывом связок, костными разрастаниями и т.д.).

Если сагиттальная линия гравитации проходит перед телом S<sub>1</sub> позвонка, то для поддержания вертикального

положения задействуется поясничная мускулатура. Тот факт, что интенсивность боли в спине увеличивается с линейной зависимостью от степени положительного сагиттального дисбаланса, подтверждается выводами Glassman et al. [12] в ретроспективном обзоре 752 пациентов со сколиозом взрослых.

Нейрогенная боль – в основном характерная черта больных со сколиозом *de novo*. Хотя она может присутствовать и у пациентов с идиопатическим сколиозом взрослых. Симптомы, включающие нейрогенную хромоту и радикулопатию, вызываются стенозом центрального канала, латерального рецессуса или фораминальным стенозом.

Liu et al. [27] сообщили о симптомах компрессии нервных корешков, связанных с дегенеративным сколиозом. Корешки L<sub>3</sub> и L<sub>4</sub>, как правило, компримируются на вогнутой стороне деформации вследствие фораминального или экстрафораминального стеноза, а корешки L<sub>5</sub> и S<sub>1</sub> чаще всего компримируются вследствие стеноза латерального рецессуса на выпуклой стороне деформации (на вогнутой стороне деформации (на вогнутой стороне нижней порции кривой). Угол Cobb и боковые спондилолистезы были более выражены в случаях, когда вовлечены корешки L<sub>3</sub> и L<sub>4</sub>, чем в случаях, когда компримированы корешки L<sub>5</sub> и S<sub>1</sub> [15, 27, 46].

Ploumis et al. [34] сообщили о 78 больных с *de novo* дегенеративным сколиозом, которым выполнены обычная рентгенография и МРТ. Авторы обнаружили, что наличие латероспондилолистеза не коррелировало с объемом дурального мешка на этом уровне. Антеспондилолистез был обратно пропорционально связан с размерами позвоночного канала. С увеличением угла Cobb фораминальная площадь увеличивалась на выпуклой стороне деформации, но не уменьшалась на вогнутой. Исследователи заявили, что гипертрофия желтой связки, задние выпячивания диска и костные разрастания более вероятно способствуют стенозу, нежели сколиоз.

Латероспондилолистез коррелирует с болью в спине при идиопатическом сколиозе и в значительной степени связан с увеличением величины кривой в процессе старения [49]. У пациентов со сколиозом *de novo*, как правило, величина кривой значительно меньше, нежели у пациентов с идиопатическим сколиозом взрослых.

Perennou et al. [33] показали, что существует корреляция между корешковой болью и дегенеративным латероспондилолистезом. Особенно на уровнях L<sub>3</sub>–L<sub>4</sub> и L<sub>4</sub>–L<sub>5</sub>. Velis и Thorne [51], а также Kostuik et al. [21] описали латероспондилолистез как важный прогностический фактор для развития болей в спине и увеличения кривой после достижения скелетной зрелости. Swab et al. [45], соотнеся рентгенографические параметры с оценкой по шкале ВАШ у взрослых пациентов со сколиотической деформацией, обнаружили, что боль коррелирует с наклоном замыкательной пластинки L<sub>3</sub> и/или L<sub>4</sub> позвонков во фронтальной проекции, латеральным вращательным спондилолистезом, величиной поясничного лордоза и тораколюмбального кифоза. Величина кривой и число уровней, участвующих в кривизне, также связаны с выраженностью боли. По мнению Ploumis et al. [34], сегментарная нестабильность является источником боли и обычной причиной прогрессирования всех типов сколиоза взрослых.

### Биомеханика

Чтобы иметь возможность стоять и ходить в вертикальном положении, у людей выработались специфические позвоночно-тазовые взаимоотношения. Сагиттальное равновесие зависит от хрупкого баланса между кривыми позвоночника, формой таза и положением нижних конечностей [37].

Dubousset [11] является автором концепции оптимальной осанки

и равновесия в положении стоя. Он описал конус экономии, связанный с узким диапазоном, в пределах которого тело может оставаться сбалансированным без внешней поддержки, с использованием минимальных усилий (рис. 1).

Чем ближе тело стоящего человека к периферии конуса (проецируется круг вокруг ног вверх/наружу), тем больше усилий необходимо для поддержания баланса. Если тело выйдет за пределы конуса, то индивидуум упадет без поддержки тростью, костылем или др. Было высказано предположение, что позвоночный дисбаланс требует значительных затрат энергии в попытке сохранить равновесие, что приводит к усталости и боли [36].

Работа Lafage et al. [24] подтвердила концепцию Dubousset о том, что масса стоящего человека уравновешивается в пределах узкого диапазона в проекции стоп для всех субъектов, несмотря на показанное увеличение грудного кифоза и уплощение поясничного лордоза у пациентов с возрастом. Для поддержания стабильного центра гравитации с возрастом у человека включаются механизмы компенсации. Первоначальная компенсация

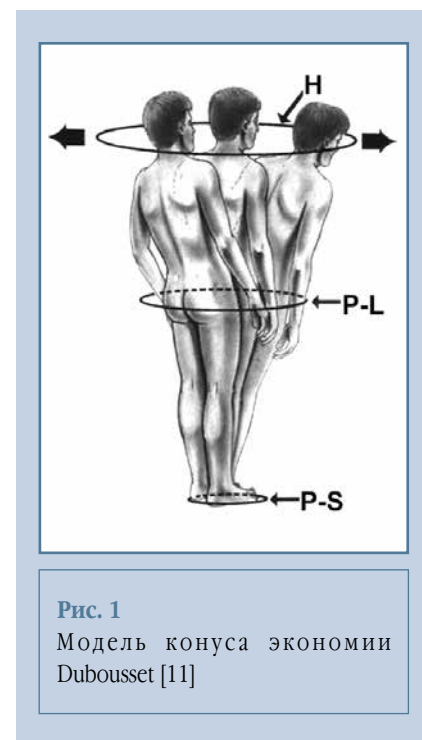


Рис. 1

Модель конуса экономии Dubousset [11]

реализуется за счет увеличения поясничного лордоза, если сила мышц достаточна и если поясничный отдел позвоночника по-прежнему мобилен. Дальнейшая компенсация осуществляется ретроверсией таза. Когда экстензия бедер достигает своих пределов, увеличение наклона таза может быть получено путем сгибания в коленных суставах [25].

Для оценки фронтального баланса используют центральную сагittalную линию, которая делит пополам линию, соединяющую гребни подвздошных костей, и поднимается перпендикулярно. Позвонки, разделенные этой линией пополам, называются стабильными позвонками.

Отвес, опущенный из центра  $C_7$  позвонка, является основным параметром для расчета сагиттального баланса и, как правило, называется сагиттальной вертикальной осью (SVA). При отсутствии сагиттального дисбаланса SVA находится в узком диапазоне от таза. Jackson и McManus [13] измерили значение смещения отвесной линии, опущенной из центра  $C_7$ , от задневерхнего угла  $S_1$  у бессимптомных взрослых пациентов. Оно составило 0,5 см ( $\pm 2,5$  см). Кроме того,

хорошо продемонстрировано, что SVA увеличивается с возрастом и приводит к переднему дисбалансу в сагиттальной плоскости.

В 1998 г. впервые предложены тазовые модификаторы сагиттального баланса позвоночника [26]: отклонение таза (PT), наклон крестца (SS) и наклон таза (PI).

PI – угол между линией, соединяющей середину верхней поверхности крестца с центром головок бедер, и перпендикуляром к верхней поверхности крестца, восстановленным в середине верхней поверхности крестца (параметр PI является анатомическим, у взрослых людей не изменяется, то есть его величина остается постоянной, независимо от возраста и положения тела; рис. 2).

SS – угол между горизонталью и верхней поверхностью крестца (рис. 3).

PT – угол между вертикалью и линией, соединяющей середину верхней поверхности крестца с центром головок бедер. При несовпадении контуров правой и левой головок бедер центром головок бедер считается середина бикоксофеморальной линии, соединяющей центры головок

обеих бедер. Обычно описывается как компенсаторный механизм, направленный на уменьшение отклонения тела кпереди путем вращения вокруг бедер для обеспечения наиболее энергоэкономной позиции – позвоночник расположен над тазом (рис. 4).

После Duval-Beaupere [26] множество исследователей [14, 22, 27–29, 37, 44, 52] подчеркнули важность тазовой морфологии в постуральном балансе у здоровых взрослых и детей, в частности путем влияния на поясничный лордоз.

### Диагностика

Стандартное обследование пациентов обычно начинают с выполнения рентгенограмм позвоночника с захватом тазобедренных суставов, а также функциональных снимков во фронтальной и боковой проекциях, включая снимки сгибания-разгибания в боковой проекции для выявления нестабильности, снимки боковых наклонов во фронтальной проекции для определения ригидности кривых.

Для определения степени стеноза используют МРТ, позволяющую визуализировать мягкие ткани, которые



Рис. 2

Измерение наклона таза (PI)



Рис. 3

Измерение наклона крестца (SS)



Рис. 4

Измерение отклонения таза (PT)



обуславливают форму позвоночного канала, бокового рецессуса и форамин.

МСКТ полезна при планировании хирургического вмешательства для определения необходимого объема резекции костного компонента стеноза. При невозможности выполнения МРТ (кардиостимулятор, клаустрофобия и другие причины) для определения локализации и степени стеноза проводят КТ с миелографией. У пациентов со сколиозом МСКТ с миелографией может быть более информативной, нежели МРТ, вследствие визуализации и большей контрастности контуров дурального мешка и корешковых манжет и их взаимоотношений с костными структурами сложного изображения.

### Консервативная терапия

Первой ступенью лечения взрослых пациентов с деформациями позвоночника является консервативная терапия. Как правило, назначают нестероидные противовоспалительные препараты и ненаркотические анальгетики, а также используют различные варианты корсетов для разгрузки позвоночника. В случае обострения и выраженного болевого синдрома возможно применение глюкокортикоидов. Трициклические антидепрессанты и антиконвульсанты, как правило, назначают пациентам с хронизацией болевого синдрома. В комплексе консервативной терапии применяют паравертебральные и эпидуральные блокады со стероидными препаратами. Эпидуральные инъекции кортикостероидов обеспечивают краткосрочное или долгосрочное облегчение симптомов и действенны в основном при корешковой боли, а также при боли в спине при подтвержденном стенозе позвоночного канала. Частота применения эпидуральных блокад остается дискуссионным вопросом. В недавнем рандомизированном проспективном исследовании при оценке эффективности эпидуральной инъекции гормонов в сравнении с внутримышечным введением гормональных препаратов и анестетика пациентам со стенозом

позвоночного канала на поясничном уровне было установлено, что в долгосрочной перспективе способ введения не влияет на количество пациентов, которым в дальнейшем требуется оперативное вмешательство. Хотя в краткосрочной перспективе эпидуральные инъекции более эффективны для уменьшения боли [54]. Укрепление мышц брюшного пресса и спины в сочетании с плаванием также считается действенным способом уменьшения боли [20, 32, 48, 50].

Показано, что у пациентов с клинически и радиологически подтвержденным стенозом позвоночного канала удается достичь умеренного или существенного клинического улучшения в течение 3-летнего наблюдения [48].

Показанием к хирургическому лечению дегенеративного сколиоза является неэффективность консервативного лечения. Решение об объеме хирургического вмешательства – довольно сложная проблема, его крайне важно принимать с учетом всей совокупности дегенеративных изменений позвоночника. Для облегчения этой задачи в последнее время служат различные системы классификаций деформаций позвоночника у взрослых.

### Классификации и хирургическое лечение

Вопрос о хирургическом лечении всегда решается индивидуально. Как правило, показания к хирургическому лечению возникают в случае болевого синдрома нейрогенного либо механического характера и отсутствия эффекта от консервативной терапии. Патоморфологическими субстратами болевого синдрома могут быть дисбаланс во фронтальной и/или сагитальной плоскостях, нестабильность в позвоночно-двигательном сегменте на одном или нескольких уровнях, спондилолистез [3, 7].

Клиническая значимость радиологических показателей при дегенеративном сколиозе подчеркивает необходимость всеобъемлющей системы классификации деформаций позво-

ночника у взрослых, которая могла бы дать непротиворечивую характеристику клинической картины, основу для сравнения различных методов лечения и возможность выбора правильного варианта.

Simmons [47] одним из первых сделал попытку классифицировать дегенеративный сколиоз с учетом рентгенологических параметров, разделив сколиозы взрослых на два типа:

I – дегенеративный сколиоз при отсутствии или минимальной вращательной деформации;

II – дегенеративный сколиоз с выраженным вращательным компонентом деформации и снижением поясничного лордоза.

В 2005 г. Aebi [7] предложил классифицировать сколиоз взрослых на три основных типа в зависимости от этиологии деформации:

I – первичный дегенеративный сколиоз, вызванный асимметричными дегенеративными изменениями в межпозвонковом диске и дугоотростчатых суставах;

II – идиопатический сколиоз, который прогрессирует в пожилом возрасте;

III – вторичный сколиоз взрослых:

IIIa – вторичная деформация, вызванная различными позвоночными аномалиями или перекосом таза;

IIIb – вторичный сколиоз, возникший вследствие болезни обмена веществ (в основном остеопороза) в сочетании с асимметричным заболеванием суставов и/или переломами позвонков.

Aebi выделяет типы деформации, основываясь на причинах их возникновения, однако данная классификация не помогает в выборе варианта лечения пациента, так как не учитывает количественные характеристики деформации.

В 2007 г. Ploumis et al. [34] ввели новую систему классификации дегенеративного сколиоза, основанную на обзоре современной литературы и личным опыте. Она базируется на рентгенологических параметрах с клиническими модификаторами: тип I – кривые без или с минимальным вращением; тип II – в кривых

имеется межсегментарное вращение и латеральный спондилолистез; тип III – фронтальный ( $>4$  см) и/или сагиттальный ( $>2$  см) дисбаланс. Клинические модификаторы включают в себя следующее: а) боль в спине без боли в ногах; б) боль в области иннервации седалищного нерва с болью в спине или без нее; в) боль в области иннервации бедренного нерва с болью в спине или без нее.

Shwab et al. [41, 42, 43, 45] предложили серию классификаций, недостатком которых явилось отсутствие модификатора тазовых параметров. Lafage et al. [23] в продолжение работ французских авторов показали фундаментальную роль таза в качестве главного регулятора взаимоотношений между позвоночником и нижними конечностями и формированием сагиттального баланса. Было показано, что такие тазово-позвоночные параметры, как SVA, PT и отношение между PI и поясничным лордозом (LL), выраженное в PI-LL, коррелируют с интенсивностью боли и недееспособностью. Эти параметры были использованы для установления пороговых значений коррекции [38] при реконструктивных операциях. В связи с этим в 2012 г. Schwab совместно с Scoliosis research society разработал новую классификацию, учитывающую данные параметры.

В классификации тип кривой описывает корональный аспект деформации. Сагиттальные компоненты деформации характеризуются через три модификатора. Тип кривой определяется на основании максимального коронального угла, измеренного в соответствии со стандартной техникой Cobb.

Тип кривой T: пациенты с основной грудной кривой более  $30^\circ$  (апикальный уровень  $T_9$  или выше).

Тип кривой L: пациенты с поясничной или грудопоясничной основной кривой более  $30^\circ$  (апикальный уровень  $T_{10}$  или ниже).

Тип кривой D: пациенты с двойной основной кривой, при этом каждая кривая более  $30^\circ$ .

Тип кривой N (Normal): пациенты, не имеющие искривления в корональной плоскости более  $30^\circ$ .

Первый сагиттальный модификатор учитывает два радиографических параметра: PI и LL. Модификатор PI-LL представляет собой разницу между углом PI и углом LL, то есть пропорциональная зависимость между PI и LL. Это измерение важно для хирургического планирования у пациентов с небольшим LL и позволяет принять во внимание необходимый послеоперационный угол LL, сформированный посредством остеотомии или остеотомий для достижения гармоничного выравнивания (сагиттального баланса). LL – это угол между верхней замыкательной пластинкой  $L_1$  и верхней замыкательной пластинкой  $S_1$ , измеренный по Cobb.

Пациенты со значением PI-LL менее  $10^\circ$  классифицируются модификатором PI-LL «0», со значением между  $10$  и  $20^\circ$  – модификатором PI-LL «+», со значением больше  $20^\circ$  – модификатором PI-LL «++».

PT – это важный параметр в оценке деформации позвоночника, потому что высокий PT (увеличение тазовой ретроверсии) является компенсаторным механизмом, который может повлиять на уменьшение сагиттального смещения. Модификатор отклонения таза оценивает степень тазовой ретроверсии.

Пациенты с PT менее  $20^\circ$  классифицируются модификатором PT «0», между  $20$  и  $30^\circ$  – модификатором PT «+», более  $30^\circ$  – модификатором PT «++».

Модификатор глобального смещения (глобального баланса) основан на радиографических показателях SVA.

Пациенты с SVA менее 40 мм классифицируются модификатором SVA «0», от 40 до 95 мм – модификатором SVA «+», более 95 мм – модификатором SVA «++».

В 2013 г. Berjano и Lamartina [9] предложили классификацию поясничных деформаций у взрослых, целью которой явилась помощь в выборе хирургической стратегии при выполнении XLIF. Данная классификация включает в себя клинические, рентгено-

нологические параметры, параметры сагиттального баланса и предполагает тот или иной вид хирургического вмешательства в зависимости от комбинации указанных параметров (табл. 1, 2).

Глубокое понимание позвоночно-тазовых взаимоотношений важно при хирургическом лечении взрослых пациентов с деформациями позвоночника. Необходимы скрупулезное радиологическое обследование пациентов с дегенеративным сколиозом, оценка сагиттального баланса, который обладает существенным значением при деформациях позвоночника у взрослых, что показали различные исследования [4, 12, 18, 45].

Плохая интеграция позвоночно-тазовых взаимоотношений может привести к неудовлетворительному результату хирургического лечения и ятрогенной патологии (фиксированному сагиттальному дисбалансу).

Для восстановления сагиттального баланса на сегодняшний день предложено несколько наиболее часто используемых методик в различных их модификациях. Данные методики, в конечном итоге, направлены на восстановление поясничного лордоза.

Остеотомия по Smith-Petersen выполняется при легком и умеренном сагиттальном дисбалансе, когда требуемая коррекция не превышает  $10^\circ$  (на уровне остеотомии). Для успешного применения данной методики необходимы отсутствие переднего блока на уровне остеотомии, адекватная высота межпозвонкового диска для обеспечения мобильности (коррекция находится на уровне диска) [34].

Остеотомия с клиновидной резекцией тела позвонка, педикул позвонка и дужки выполняется при выраженном сагиттальном дисбалансе, когда требуемая коррекция превышает  $30^\circ$ . Коррекция при этом проводится на уровне тела позвонка, а не на уровне диска [34].

Резекция позвоночного столба выполняется при тяжелом сагиттальном дисбалансе, когда требуемая коррекция составляет  $45^\circ$  [7].

Таким образом, на фоне множества классификаций дегенеративного

Таблица 1

Критерии классификации сколиоза взрослых относительно выбора типа латерального спондилодеза [9]

Тип деформации	Критерии	Хирургическая стратегия
I: локальная компрессия нерва в условиях сколиоза взрослых	Спинальный стеноз на одном-двух уровнях плюс два диска, остающиеся вне фиксации между верхним уровнем, где выполнена декомпрессия/фиксация, и вершиной кривой, плюс отсутствие выраженных дегенеративных изменений или нестабильности, включая латеролистез, в диске над уровнем, где будут выполнены декомпрессия или спондилодез, плюс сагиттально сбалансирован	Селективная декомпрессия или селективная декомпрессия и спондилодез, если имеется нестабильность или декомпрессия вызовет нестабильность
II: ограниченное поражение диска в пределах кривой	Болезненные диски в пределах кривой (то есть Modic I изменения в дисках, латеролистез на уровне одного или двух дисков, вакуум-феномен в дисках с выраженным коллапсом) плюс сагиттально сбалансирован (LL > PI), плюс фронтальный дисбаланс <4 см, плюс непрогрессирующая деформация и невыраженное искривление (<30°); в идеале — болезненные диски вокруг (над и под) вершиной поясничной кривой	Селективный спондилодез с частичной коррекцией (не следует исправлять смежную кривую более коррекции, достигающейся при сгибании в сторону на функциональной рентгенограмме для исключения декомпенсации); изолированный передний XLIF, когда коррекции не требуется или требуется, но небольшая, или XLIF и задняя инструментация для улучшения или поддержания коррекции, для улучшения сагиттального баланса или для восстановления фронтального баланса после переднего этапа
III: выраженная фронтальная деформация	Боль в области всей деформации, или прогрессирование деформации, или тяжелая деформация (>30°), или фронтальная деформация с умеренным сагиттальным дисбалансом, или сагиттально компенсированная	Спондилодез в пределах всей кривой (как это продиктовано деформацией во фронтальной и сагиттальной плоскостях): XLIF на всех уровнях в кривой или на наиболее ригидных уровнях плюс задняя инструментация; конечная задняя коррекция фронтальной деформации, если таковая сохраняется после XLIF; если концевые диски в кривой сохранены и мобильны при латеральных сгибаниях, необходимо рассмотреть XLIF на вершине деформации (2 диска, если вершина — позвонок; 3 диска, если вершина — диск) с деротацией вершины и компрессией на выпуклости кривой при помощи заднего инструментария
IV: сагиттальный дисбаланс	Отсутствие или минимальная фронтальная деформация, сагиттальный дисбаланс, или сагиттальная компенсация с выраженной болью в спине, или сагиттальная компенсация со стенозом	Задняя инструментация и спондилодез с выполнением остеотомий по мере необходимости. Возможно дополнение XLIF (в тот же день, отсроченно) для увеличения стабильности после педикулярной субтракционной остеотомии или удержания стабильности открытых дисков после вертебротомии по Smith-Petersen; в случае сочетания тяжелой сагиттальной и фронтальной деформации возможен XLIF на всех уровнях кривой или на наиболее ригидных уровнях и на уровнях, где запланированы остеотомии, плюс задняя инструментация и спондилодез с выполнением остеотомий по необходимости; в отдельных случаях, требующих менее 30° сагиттальной коррекции, возможно выполнение XLIF с полным релизом и удлинением передней колонны гиперлордотическим кейджем, с последующей задней инструментацией (в настоящее время проводится исследование)

Таблица 2

Классификация состояния сагиттального баланса [9]

Статус	Параметры глобального сагиттального баланса	Состояние компенсаторных механизмов, направленных на восстановление сагиттального баланса
Сагиттально сбалансирован	Сагиттальная вертикальная ось, проходящая через центр тела $C_7$ , находится в пределах 5 см кпереди от заднего края замыкательной пластинки $S_1$	Отклонение таза менее $1/3$ от наклона таза, ось бедренной кости вертикальна
Сагиттально скомпенсирован	Сагиттальная вертикальная ось, проходящая через центр тела $C_7$ , находится в пределах 5 см кпереди от заднего края замыкательной пластинки $S_1$	Увеличение отклонения таза (отклонение таза более $1/3$ наклона таза) или ось бедренных костей не вертикальна (указывает на компенсаторное сгибание в коленных суставах для увеличения отклонения таза или перемещения центра масс)
Сагиттальный дисбаланс (декомпенсация)	Сагиттальная вертикальная ось, проходящая через центр тела $C_7$ , находится более 5 см кпереди от заднего края замыкательной пластинки $S_1$	—

сколиоза общепризнанной и применяющейся в рутинной практике пока не существует. В каждом конкретном случае хирург принимает решение об объеме оперативного лечения исходя из клинической симптоматики, воздействует на основной патоморфологический субстрат этой симптоматики. С учетом интереса, проявляемого к дегенеративному сколиозу, нельзя не отметить стремительно прогрессирующего понимания данной проблемы, что позволяет надеяться на улуч-

шение результатов хирургического лечения пациентов.

Таким образом, хирургическое вмешательство может положительно повлиять на качество жизни пациентов с дегенеративным сколиозом, когда консервативные методы лечения оказываются неэффективными [2]. Оптимальная хирургическая тактика зависит от тщательной оценки клинической симптоматики, ее патоморфологического субстрата, обязательного

учета параметров глобального позвоночно-тазового баланса.

Положительный сагиттальный дисбаланс связан со значительным снижением качества жизни, и он требует хирургического вмешательства. С учетом относительной новизны данного направления хирургии позвоночника, отсутствия единых принципов классификации и подходов к хирургическому лечению, необходимо дальнейшее исследование проблемы деформации позвоночника у взрослых.

## Литература/References

1. **Ветрилэ С.Т., Швец В.В.** Хирургическое лечение поясничных болей у подростков и взрослых // Гений ортопедии. 2005. № 2. С. 101–102. [Vetrilae ST, Shvets VV. Surgical treatment of lumbar pain in adolescents and adults. Genii Ortopedii. 2005;(2):101–102. In Russian].
2. **Козлов Д.М., Крутько А.В., Колотов Е.Б., Ахметьянов Ш.А.** Отдаленные результаты хирургического лечения дегенеративных заболеваний поясничного отдела позвоночника у пациентов старше 60 лет // Вопросы нейрохирургии им. Н.Н. Бурденко. 2011. Т. 75. № 3. С. 57–61. [Kozlov DM, Krut'ko AV, Kolotov EB, Akhmet'yanov ShA. Long-term results of surgical treatment for lumbar spine degenerative. Disease in patients above 60 of age. Problems of Neurosurgery n. a. N.N. Burdenko. 2011;75(3):57–61. In Russian].
3. **Крутько А.В.** Сравнительный анализ результатов заднего межтелового спондилодеза (PLIF) и трансфораминального межтелового спондилодеза (TLIF) в сочетании с транспедикулярной фиксацией // Вестник травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 2012. № 1. С. 12–21. [Krutko AV. Comparative analysis of posterior interbody fusion and transforaminal interbody fusion in combination with transpedicular fixation. Journal of Traumatology and Orthopedics. Priorov. 2012;(1):12–21. In Russian].
4. **Крутько А.В., Дурни П., Васильев А.И., Булатов А.В.** Минимально-инвазивные технологии в хирургическом лечении дегенеративного поясничного сколиоза взрослых // Хирургия позвоночника. 2014. № 4. С. 49–56. [Krutko AV, Durny P, Vasilyev AI, Bulatov AV. Minimally invasive surgical treatment for adult degenerative lumbar scoliosis. Hir. Pozvonoc. 2014; (3):49–56. In Russian].
5. **Михайловский М.В., Фомичев Н.Г.** Хирургия деформаций позвоночника. Новосибирск, 2002. [Mikhailovsky MV, Fomichev NG. Surgery of Spinal Deformities. Novosibirsk, 2002. In Russian].
6. **Сампиев М.Т., Лака А.А., Балашов С.П., Каримов Р.Ф., Ткалин А.Н.** Хирургическое лечение сколиоза взрослых с применением эндокорректора LSZ-3 // Вестник Российского научного центра рентгенодиагностики Минздрава России. 2012. Т. 1. № 12. [Sampiev MT, Laka AA, Makinyan LG, Balashov SP, Karimov RF, Tkalin AN. LSZ-3 rod instrumentation in the surgical treatment of adult patients with idiopathic scoliosis. Vestnik of the Russian Scientific Center of Roentgenoradiology of the Ministry of Healthcare of the Russian Federation. 2012;1(12):9. In Russian].
7. **Aebi M.** The adult scoliosis. Eur Spine J. 2005;14:925–948. DOI: 10.1007/s00586-005-1053-9.
8. **Benoist M.** Natural history of the aging spine. Eur Spine J. 2003;12 Suppl 2:S86–S89. DOI: 10.1007/s00586-003-0593-0.
9. **Berjano P, Lamartina C.** Far lateral approaches (XLIF) in adult scoliosis. Eur Spine J. 2013;22 Suppl 2:S242–S253. DOI: 10.1007/s00586-012-2426-5.
10. **Bess S, Boachie-Adjei O, Burton D, Cunningham M, Shaffrey C, Shellokov A, Hostin R, Schwab F, Wood K, Akbarnia B.** Pain and disability deter-



- mine treatment modality for older patients with adult scoliosis, while deformity guides treatment for younger patients. *Spine*. 2009;34:2186–2190. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181b05146.
11. **Dubousset J.** Three-dimensional analysis of the scoliotic deformity. In: Weinstein SL, ed. *The Pediatric Spine: Principles and Practice*. New York: Raven Press, 1994.
  12. **Glassman SD, Bridwell K, Dimar JR, Horton W, Berven S, Schwab F.** The impact of positive sagittal balance in adult spinal deformity. *Spine*. 2005;30:2024–2029. DOI: 10.1097/01.brs.0000179086.30449.96.
  13. **Jackson RP, McManus AC.** Radiographic analysis of sagittal plane alignment and balance in standing volunteers and patients with low back pain matched for age, sex, and size: a prospective controlled clinical study. *Spine*. 1994;19:1611–1618. DOI: 10.1097/00007632-199407001-00010.
  14. **Jackson RP, Peterson MD, McManus AC, Hales C.** Compensatory spinopelvic balance over the hip axis and better reliability in measuring lordosis to the pelvic radius on standing lateral radiographs of adult volunteers and patients. *Spine*. 1998;23:1750–1767. DOI: 10.1097/00007632-199808150-00008.
  15. **Jackson RP, Simmons EH, Stripinis D.** Coronal and sagittal plane spinal deformities correlating with back pain and pulmonary function in adult idiopathic scoliosis. *Spine*. 1989;14:1391–1397. DOI: 10.1097/00007632-198912000-00018.
  16. **Kebaish KM.** Degenerative (de novo) adult scoliosis. *Semin Spine Surg.* 2009;21:7–15. DOI: <http://dx.doi.org/10.1053/j.semss.2008.11.002>.
  17. **Kebaish KM, Neubauer PR, Voros GD, Khoshnevisan MA, Skolasky RL.** Scoliosis in adults aged forty years and older. *Spine*. 2011;36:731–736. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181e9f120.
  18. **Kim YJ, Bridwell KH, Lenke LG, Rhim S, Cheh G.** An analysis of sagittal spinal alignment following long adult lumbar instrumentation and fusion to L5 or S1: can we predict ideal lumbar lordosis? *Spine*. 2006;31:2343–2352. DOI: 10.1097/01.brs.0000238970.67552.f5.
  19. **Kobayashi T, Tsuta Y, Takemitsu M, Matsuno T, Takeda N.** A prospective study of de novo scoliosis in a community based cohort. *Spine*. 2006;31:178–182. DOI: 10.1097/01.brs.0000194777.87055.1b.
  20. **Kostuik J.** *Adult Scoliosis: The Lumbar Spine*, 2nd ed. Vol. 2. Philadelphia: Lippincott-Raven, 1997;733–775.
  21. **Kostuik JP, Israel J, Hall JE.** Scoliosis surgery in adults. *Clin Orthop Relat Res.* 1973;93:225–234.
  22. **Labelle H, Roussouly P, Berthonnaud E, Dimnet J, O'Brien M.** The importance of spino-pelvic balance in L5–S1 developmental spondylolisthesis: a review of pertinent radiologic measurements. *Spine*. 2005;30(6 Suppl):S27–S34. DOI: 10.1097/01.brs.0000155560.92580.90.
  23. **Lafage V, Schwab F, Patel A, Hawkinson N, Farcy JP.** Pelvic tilt and trunclal inclination: two key radiographic parameters in the setting of adults with spinal deformity. *Spine*. 2009;34:E599–E606. DOI: 10.1097/BRS.0b013e3181aad219.
  24. **Lafage V, Schwab F, Skalli W, Hawkinson N, Gagey PM, Ondra S, Farcy JP.** Standing balance and sagittal plane spinal deformity: analysis of spino-pelvic and gravity line parameters. *Spine*. 2008;33:1572–1578. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817886a2.
  25. **Le Huec JC, Leijssen P, Duarte M, Aunoble S.** Thoracolumbar imbalance analysis for osteotomy planification using a new method: FBI technique *Eur Spine J.* 2011;20 Suppl 5:S669–S680. DOI: 10.1007/s00586-011-1935-y.
  26. **Legaye J, Duval-Beaupere G, Hecquet J, Marty C.** Pelvic incidence: a fundamental pelvic parameter for three-dimensional regulation of spinal sagittal curves. *Eur Spine J.* 1998;7:99–103. DOI: 10.1007/s005860050038.
  27. **Liu H, Ishihara H, Kanamori M, Kawaguchi Y, Ohmori K, Kimura T.** Characteristics of nerve root compression caused by degenerative lumbar spinal stenosis with scoliosis. *Spine J.* 2003;3:524–529. DOI: 10.1016/j.spinee.2003.07.006.
  28. **Mac-Thiong JM, Berthonnaud E, Dimar JR 2nd, Betz RR, Labelle H.** Sagittal alignment of the spine and pelvis during growth. *Spine*. 2004;29:1642–1647. DOI: 10.1097/01.BRS.0000132312.78469.7B.
  29. **Mangione P, Gomez D, Senegas J.** Study of the course of the incidence angle during growth. *Eur Spine J.* 1997;6:163–167. DOI: 10.1007/BF01301430.
  30. **Marty C, Boisaubert B, Descamps H, Montigny J, Hecquet J, Legaye J, Duval-Beaupere G.** The sagittal anatomy of the sacrum among young adults, infants, and spondylolisthesis patients. *Eur Spine J.* 2002;11:119–125. DOI: 10.1007/s00586-001-0349-7.
  31. **Murata Y, Takahashi K, Hanaoka E, Utsumi T, Yamagata M, Moriya H.** Changes in scoliotic curvature and lordotic angle during the early phase of degenerative lumbar scoliosis. *Spine*. 2002;27:2268–2273. DOI: 10.1097/01.BRS.0000029261.05130.1A.
  32. **Ogilvie JW.** Adult scoliosis: evaluation and nonsurgical treatment. *Instr Course Lect.* 1992;41:251–255.
  33. **Perennou D, Marcelli C, Herisson C, Simon L.** Adult lumbar scoliosis. Epidemiologic aspects in a low-back pain population. *Spine*. 1994;19:123–128.
  34. **Ploumis A, Transfeldt EE, Denis F.** Degenerative lumbar scoliosis associated with spinal stenosis. *Spine J.* 2007;7:428–436. DOI: 10.1016/j.spinee.2006.07.015.
  35. **Pritchett JW, Bortel DT.** Degenerative symptomatic lumbar scoliosis. *Spine*. 1993;18:700–703. DOI: 10.1097/00007632-199305000-00004.
  36. **Rajnic P, Templier A, Skalli W, Lavaste F, Illes T.** The association of sagittal spinal and pelvic parameters in asymptomatic persons and patients with isthmic spondylolisthesis. *J Spinal Disord Tech.* 2002;15:24–30. DOI: 10.1097/00024720-200202000-00004.
  37. **Roussouly P, Gollogly S, Berthonnaud E, Dimnet J.** Classification of the normal variation in the sagittal alignment of the human lumbar spine and pelvis in the standing position. *Spine*. 2005;30:346–353. DOI: 10.1097/01.brs.0000152379.54463.65.
  38. **Schwab F, Bess S, Blondel B, Lafage V.** Combined assessment of pelvic tilt, pelvic incidence/lumbar lordosis mismatch and sagittal vertical axis predicts disability in adult spinal deformity: a prospective analysis. *Spine J.* 2011;21:S158–S159. DOI: 10.1016/j.spinee.2011.08.380.
  39. **Schwab F, Dubey A, Gamez L, El Fegoun AB, Hwang K, Pagala M, Farcy JP.** Adult scoliosis: prevalence, SF-36, and nutritional parameters in an elderly volunteer population. *Spine*. 2005;30:1082–1085. DOI: 10.1097/01.brs.0000160842.43482.cd.
  40. **Schwab F, el-Fegoun AB, Gamez L, Goodman H, Farcy JP.** A lumbar classification of scoliosis in the adult patient: preliminary approach. *Spine*. 2005;30:1670–1673. DOI: 10.1097/01.brs.0000170293.81234.f0.
  41. **Schwab F, Farcy JP, Bridwell K, Berven S, Glassman S, Harrast J, Horton W.** A clinical impact classification of scoliosis in the adult. *Spine*. 2006;31:2109–2114. DOI: 10.1097/01.brs.0000231725.38943.ab.
  42. **Schwab F, Lafage V, Farcy JP, Bridwell KH, Glassman S, Shainline MR.** Predicting outcome and complications in the surgical treatment of adult scoliosis. *Spine*. 2008;33:2243–2247. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31817d1d4e.
  43. **Schwab F, Lafage V, Farcy JP, Bridwell K, Glassman S, Ondra S, Lowe T, Shainline M.** Surgical rates and operative outcome analysis in thoracolumbar and lumbar major adult scoliosis: application of the new adult deformity classification. *Spine*. 2007;32:2723–2730. DOI: 10.1097/BRS.0b013e31815a58f2.
  44. **Schwab F, Lafage V, Boyce R, Skalli W, Farcy JP.** Gravity line analysis in adult volunteers: age-related correlation with spinal parameters, pelvic parameters, and foot position. *Spine*. 2006;31:E959–E967. DOI: 10.1097/01.brs.0000248126.96737.0f.
  45. **Schwab FJ, Smith VA, Biserni M, Gamez L, Farcy JP, Pagala M.** Adult scoliosis: a quantitative radiographic and clinical analysis. *Spine*. 2002;27:387–392. DOI: 10.1097/00007632-200202150-00012.
  46. **Schwender JD, Denis F.** Coronal plane imbalance in adolescent idiopathic scoliosis with left lumbar curves exceeding 40 degrees: the role of the lumbosacral hemicurve. *Spine*. 2000;25:2358–2363.

47. **Simmons ED.** Surgical treatment of patients with lumbar spinal stenosis with associated scoliosis. Clin Orthop Relat Res. 2001;384:45–53.
48. **Simotas AC, Dorey FJ, Hansraj KK, Cammisa F Jr.** Nonoperative treatment for lumbar spinal stenosis. Clinical and outcome results and a 3-year survivorship analysis. Spine. 2000;25:197–204.
49. **Trammell TR, Schroeder RD, Reed DB.** Rotatory olisthesis in idiopathic scoliosis. Spine. 1988;13:1378–1382. DOI: 10.1097/00007632-198812000-00009.
50. **Vanderpool DW, James JI, Wynne-Davies R.** Scoliosis in the elderly. J Bone Joint Surg Am. 1969;51:446–455.
51. **Velis KP, Thorne RP.** Lateral spondylolisthesis in idiopathic scoliosis. Orthop Trans. 1979;3:282.
52. **Vialle R, Levassor N, Rillardon L, Templier A, Skalli W, Guigui P.** Radiographic analysis of the sagittal alignment and balance of the spine in asymptomatic subjects. J Bone Joint Surg Am. 2005;87:260–267. DOI: 10.2106/JBJS.D.02043.
53. **Weinstein SL, Ponseti IV.** Curve progression in idiopathic scoliosis. J Bone Joint Surg Am. 1983;65:447–455.
54. **Wilson-MacDonald J, Burt G, Griffin D, Glynn C.** Epidural steroid injection for nerve root compression. A randomised, controlled trial. J Bone Joint Surg Br. 2005;87:352–355.
55. **Winter RB, Lonstein JE, Denis F.** Pain patterns in adult scoliosis. Orthop Clin North Am. 1988;19:339–345.

**Адрес для переписки:**

Васильев Андрей Игоревич  
630091, Россия, Новосибирск, ул. Фрунзе, 17,  
Новосибирский НИИТО,  
AndreyIVasilev@gmail.com

**Address correspondence to:**

Vasilyev Andrey Igorevich  
NNIITO, Frunze str., 17,  
Novosibirsk, 630091, Russia,  
AndreyIVasilev@gmail.com

*Статья поступила в редакцию 07.06.2016*

*Рецензирование пройдено 23.06. 2016*

*Подписана в печать 01.07.2016*

*Received 07.06.2016*

*Review completed 23.06. 2016*

*Passed for printing 01.07.2016*

Андрей Игоревич Васильев, младший научный сотрудник, Новосибирский НИИ травматологии и ортопедии им. Я.Л. Цивьяна, Россия, AndreyIVasilev@gmail.com.

Andrey Igorevich Vasilyev, junior researcher, Novosibirsk Research Institute of Traumatology and Orthopaedics n.a. Ya.L.Tsivyan, Novosibirsk, Russia, AndreyIVasilev@gmail.com.