

ЗАВИСИМОСТЬ РАСПОЛОЖЕНИЯ ВОСЬМИОБРАЗНЫХ ПЛАСТИН ПРИ ГЕМИЭПИФИЗИОДЕЗЕ ОТ РЕНТГЕНОМЕТРИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ЭПИМЕТАФИЗАРНОГО ПЕРЕХОДА КОСТИ

© *В.М. Кенис, Е.С. Моренко, А.В. Сапоговский*

ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург

Статья поступила в редакцию: 27.02.2018

Статья принята к печати: 26.04.2018

Введение. Для коррекции осевых деформаций на уровне коленных суставов у детей применяют метод «управляемого роста» с использованием 8-образных пластин. Несмотря на широкое использование указанного метода, инструментарий для его выполнения разработан в основном для лечения пациентов с идиопатическими деформациями и не учитывает особенности эпиметафизарного перехода кости у детей с системными дисплазиями скелета. **Цель исследования** — разработка рентгенометрических критериев, характеризующих анатомические особенности эпиметафизарной области кости, для прогнозирования возможных трудностей, связанных с расположением металлоконструкции, и оценка влияния указанных особенностей на темпы коррекции деформации при гемиепифизедезе.

Материалы и методы. Представлены расчеты разработанных нами рентгенометрических показателей эпиметафизарного перехода кости — угол эпиметафизарного перехода и индекс эпиметафизарного перехода — у 58 пациентов (107 нижних конечностей) с осевыми деформациями во фронтальной плоскости на уровне коленного сустава при системных дисплазиях скелета (основная группа). Контрольную группу составили 50 детей (67 нижних конечностей) с идентичными деформациями, но без первичного поражения зоны роста, у которых были рассчитаны аналогичные рентгенометрические показатели. Все пациенты поступили в отделение НИДОИ им. Г.И. Турнера для выполнения временного гемиепифизедеза пластинами с целью коррекции осевых деформаций нижних конечностей на уровне коленного сустава (I этап исследования). На втором этапе исследования оценивали положение металлоконструкции после оперативного лечения — прилегание пластины к метафизу кости. Всего было установлено 255 пластин, при этом гемиепифизедез бедренной кости выполнен в 138 случаях, большеберцовой кости — в 117.

Корреляционный анализ полученных данных с вычислением парных коэффициентов корреляции Пирсона проводили с использованием программы IBM SPSS Statistics, версия 23.

Результаты. При проведении оперативных вмешательств методом «управляемого роста» в 43 случаях из 255 (17,3 %) наблюдалось неполное прилегание пластины к кости, обусловленное анатомическими особенностями ее эпиметафизарной области, при этом чаще у пациентов с системными дисплазиями скелета.

Обсуждение результатов. Нами разработаны рентгенометрические критерии (угол эпиметафизарного перехода и индекс эпиметафизарного перехода) для прогнозирования возможных трудностей, связанных с расположением металлоконструкции при гемиепифизедезе.

Ключевые слова: угол эпиметафизарного перехода; индекс эпиметафизарного перехода; метод «управляемого роста».

DEPENDENCE OF THE 8-PLATE POSITION IN HEMIEPIPHYSIODESIS ON THE X-RAY PARAMETERS OF THE EPIMETAPHYSEAL BONE JUNCTION

© *V.M. Kenis, E.S. Morenko, A.V. Sapogovskiy*

The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia

For citation: *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2018;6(2):37-43

Received: 27.02.2018
Accepted: 26.04.2018

Introduction. To correct axial deformities in children at the knee joint level, the method of “guided growth” using the 8-plate is applied. Despite the widespread use of this method, the toolkit for its implementation was developed mainly for patients with idiopathic deformities and does not take into account the features of the epimetaphyseal bone junction in children with skeletal dysplasias.

Aim. To develop X-ray criteria that characterize anatomical features of the epimetaphyseal region of the bone to predict possible difficulties associated with the position of the metal structure in hemiepiphysiodesis.

Materials and methods. We developed calculations of the X-ray parameters of the epimetaphyseal junction of the bone (angle of the epimetaphyseal junction and index of the epimetaphyseal junction) in 58 patients (107 lower limbs) with axial deformities in the frontal plane at the knee level in skeletal dysplasias (main group). The control group included 50 children (67 lower limbs) with identical deformities but without a primary lesion of the growth plate in which similar calculations of the X-ray parameters were performed. In stage I of the study, all patients were admitted to the Department of the Turner Research Institute for Children's Orthopedics for temporary hemiepiphysiodesis using the 8-plate to correct axial deformities of the lower extremities at the knee joint level. In stage 2, the metal structure position was evaluated after the operative treatment that adhered the plate to the bone metaphysis. A total of 255 plates were fixed: the hemiepiphysiodesis of the femur was performed in 138 cases and of the tibia in 117. Pearson correlation coefficient analysis was performed by using IBM SPSS Statistics version 23 software.

Results. Among the patients who underwent surgical interventions using the method of guided growth, incomplete adherence of the plate to the bone was observed in 43 (17.3%) of 255 fixed plates because of the anatomical features of the epimetaphyseal region and more often in patients with skeletal dysplasias.

Conclusion. We developed X-ray criteria for the angle of the epimetaphyseal junction and the index of the epimetaphyseal junction that are recommended for prediction of the position of metal structures.

Keywords: angle of epimetaphyseal junction; index of epimetaphyseal junction; method of "guided growth".

Введение

Осевые деформации на уровне коленных суставов являются распространенной проблемой у детей с системными дисплазиями скелета [1]. Для коррекции данных деформаций используют различные варианты хирургического лечения, важное место среди которых занимает метод «управляемого роста» с применением восьмиобразных пластин [2, 3]. В настоящее время данный метод зарекомендовал себя как надежный, эффективный и простой способ коррекции осевых деформаций нижних конечностей у детей до окончания костного роста [4–6].

Изначально этот способ применяли для коррекции идиопатических и посттравматических деформаций нижних конечностей [4, 7]. В дальнейшем показания к его применению существенно расширились. На сегодняшний день метод «управляемого роста» активно используют для коррекции осевых деформаций у детей с системными дисплазиями скелета, при которых имеется нарушение роста и развития костной и хрящевой ткани [1, 8, 9].

Техника установки восьмиобразных пластин включает в себя проведение навигационной спицы через зону роста, после чего пластину фиксируют на кости в области эпиметафизарного перехода канюлированными винтами, проведенными по направляющим спицам [7]. При этом параллельность винтов не является обязательным условием правильности установки конструкции [10].

При нарушении техники установки металлоконструкции, а также при определенных анатомических особенностях эпиметафизарной области кости могут иметь место нюансы установки импланта в указанной зоне в виде неполного прилегания метафизарной части пластины к кости.

Практическое значение данного феномена с точки зрения эффективности коррекции на сегодняшний день не изучено, однако существует мнение, что при этом эффективность метода снижается. Также предполагается, что в результате такой установки возникает концентрация напряжения вне погруженной части метафизарного винта в кость, что может приводить к его разрушению [11].

Анатомическим фактором, предрасполагающим к возникновению указанных выше трудностей при установке пластин, является форма эпиметафизарного перехода, однако до сих пор не разработаны рентгенометрические показатели, позволяющие прогнозировать данные проблемы на этапе планирования оперативного вмешательства.

Цель исследования — разработка рентгенометрических критериев, характеризующих анатомические особенности эпиметафизарной области кости, для прогнозирования возможных трудностей, связанных с расположением металлоконструкции, и оценка влияния указанных особенностей на темпы коррекции деформации при гемиепифизеодезе.

Материалы и методы

Настоящая работа основана на анализе результатов обследования и лечения пациентов с осевыми деформациями различной этиологии на уровне коленного сустава, наблюдавшихся в НИДОО им. Г.И. Турнера с 2010 по 2016 г. Исследование состояло из двух этапов. На первом этапе был проведен анализ рентгенограмм нижних конечностей пациентов для выявления анатомических особенностей эпиметафизарной зоны перед выполнением временного гемиепифизеодеза пластинами с целью коррекции вальгусных и варусных дефор-

маций нижних конечностей на уровне коленного сустава. В основную группу исследования вошли 58 пациентов (107 конечностей) с системными дисплазиями скелета, которым было установлено 188 пластин для временного гемиепифизеодеза. Контрольную группу составили 50 пациентов, из них 22 ребенка (37 конечностей) с идиопатическими деформациями, 11 детей (11 конечностей) с посттравматическими деформациями, 9 (11 конечностей) — с пороками развития нижних конечностей и 8 (8 конечностей) — с болезнью Блаунта. Всего пациентам контрольной группы было установлено 67 пластин. Возраст детей основной группы составил $8,3 \pm 2,4$ года, контрольной — $9,1 \pm 2,9$ года.

На рентгенограммах рассчитывали разработанные нами параметры: угол эпиметафизарного перехода (УЭП) и индекс эпиметафизарного перехода (ИЭП).

Построение УЭП осуществляли следующим образом: через максимально выступающие точки проксимального метафиза большеберцовой и дистального метафиза бедренной кости (А и В) проводили прямую. Строили окружность с центром в точке А или В, в зависимости от зоны интереса, радиусом 10 мм (диаметром 20 мм). На месте пересечения этой окружности с метафизом кости определяли точку (В). Прямой линией соединяли точки А (В) и В, определяли значение угла АВВ (УЭП) (рис. 1, а).

Значение индекса эпиметафизарного перехода (ИЭП) вычисляли следующим образом: через максимально выступающие точки метафиза (А и В) кости проводили прямую. Перпендикулярно линии АВ через точку В или А, в зависимости от зоны интереса, проводили прямую длиной 10 мм (точка В). Перпендикулярно линии ВВ через точку В проводили прямую к метафизу кости. На месте пересечения этой линии с метафизом кости ставили точку Г. Измеряли расстояние ВГ (рис. 1, б). Используемое в расчете описанных величин расстояние 10 мм обусловлено особенностями конструкции пластин — удаление отверстий для винтов в пластине от ее центра составляет 10 мм, поэтому с высокой долей точности можно прогнозировать положение метафизарного винта на удалении 10 мм от зоны роста.

На втором этапе исследования оценивали положение металлоконструкции после оперативного лечения (временный гемиепифизеодез) — прилегание пластины к метафизу кости. Всего было установлено 255 пластин, при этом гемиепифизеодез бедренной кости выполняли в 138 случаях, большеберцовой кости — в 117. С целью коррекции вальгусной деформации пластины устанавливали по медиальной поверхности бедренной кости

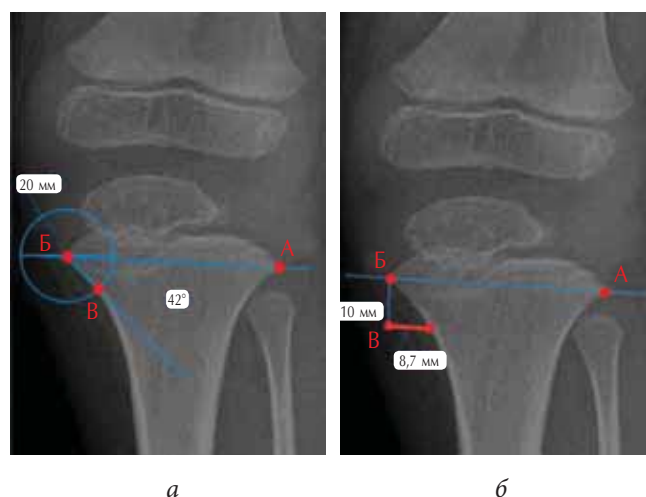


Рис. 1. Схемы расчета предложенных показателей на рентгенограммах коленного сустава в прямой проекции: а — расчет угла эпиметафизарного перехода; б — расчет индекса эпиметафизарного перехода

(95 случаев — 68,8 %) и большеберцовой кости (54 случая — 46,2 %). Для устранения варусной деформации пластины устанавливали по латеральной поверхности бедренной кости в 43 случаях (31,2 %) и большеберцовой кости в 63 случаях (53,8 %).

Неполным прилеганием мы считали расстояние между пластиной и поверхностью кости более 2 мм. Измерения осуществляли от основания шляпки винта до края кортикальной пластинки метафизарной части кости (рис. 2).



Рис. 2. Рентгенограмма левого коленного сустава в прямой проекции пациента Т., 10 лет. Диагноз: «Спондилоэпифизарная дисплазия. Варусная деформация нижних конечностей» (стрелками отмечена зона неполного прилегания пластины)

Рентгенометрические показатели эпиметафизарного перехода кости анализировали по панорамным рентгенограммам нижних конечностей в прямой проекции, выполненным с идентичным фокусным расстоянием 220 см, при полностью разогнутом коленном суставе с использованием аппарата Phillips (model: M-CABINETCXA).

Для определения зависимости между величиной неполного прилегания метафизарной части пластины и скоростью коррекции деформаций нижних конечностей был проведен корреляционный анализ с вычислением парных коэффициентов корреляции Пирсона. С целью определения аналитической формы связи между данными параметрами выполняли регрессионный анализ с определением значения коэффициента детерминации. Статистический анализ полученных данных осуществляли с использованием программы IBM SPSS Statistics, версия 23.

Результаты оценивали через 1 год после установки металлоконструкции.

Все пациенты обследованы и прооперированы после подписания их родителями или официальными представителями добровольного информированного согласия на участие в исследовании и проведение хирургического лечения.

Протокол проведения исследования утвержден на заседании этического комитета 11.11.15 (протокол № 5, председатель этического комитета — канд. мед. наук В.А. Виленский).

Результаты

Анализ рентгенометрических показателей эпиметафизарного перехода кости, рассчитанных по рентгенограммам, выполненным на этапе планирования оперативного вмешательства (табл. 1), продемонстрировал, что величина УЭП варьировала от 25 до 69° (среднее значение — 49,5 ± 10,7°). У пациентов с системными дисплазиями скелета размах значений угловых показателей составил от 25 до 67° (среднее значение — 43,2 ± 10,1°) и был значитель-

но больше, чем у пациентов без первичного поражения зоны роста (идиопатические деформации, посттравматические, врожденные пороки нижних конечностей, болезнь Блаунта), у которых он составил от 48 до 69° (среднее значение — 56,7 ± 5,6°).

Значение ИЭП составило от 4,7 до 14,26 мм. У детей с системными дисплазиями скелета данный параметр в среднем равнялся 12,22 ± 2,04 мм, у пациентов без первичного поражения зон роста среднее значение ИЭП было значительно ниже (7,08 ± 2,38 мм).

Анализ рентгенограмм, выполненных после постановки восьмиобразных пластин, показал, что среди всех пациентов неполное прилегание метафизарной части пластины к кости отмечалось в 17,3 % случаев (44 пластины из 255). При этом 41 из 44 случаев неполного прилегания конструкции был выявлен у пациентов основной группы с системными дисплазиями скелета, тогда как среди детей без первичной патологии зоны роста данный феномен наблюдался значительно реже (3 конструкции из 67 установленных, что соответствует 4,5 %). У пациентов с системными дисплазиями скелета, на рентгенограммах которых отмечалось неполное прилегание металлоконструкций к кости, УЭП был меньше 45° (37,2 ± 3,6°), значение ИЭП составило 9,7 ± 1,9 мм.

В контрольной группе неполное прилегание было отмечено в двух случаях — при болезни Блаунта и при идиопатической вальгусной деформации. Рентгенометрические показатели у детей с болезнью Блаунта находились в тех же пределах: УЭП меньше 45° (37,2 ± 3,6°), ИЭП — 9,7 ± 1,9 мм. У пациента с идиопатической вальгусной деформацией значение угла ЭП составило 51°, значение индекса ЭП — 4,9 мм.

В результате проведения корреляционного анализа между значением УЭП, ИЭП и степенью прилегания пластины к кости были получены следующие данные: коэффициент корреляции Пирсона для УЭП составил -0,7142 ($p < 0,05$), для ИЭП он равнялся -0,3271 ($p < 0,05$).

Таблица 1

Сравнительные результаты рентгенометрических параметров эпиметафизарного перехода кости пациентов основной и контрольной групп

Группы	Угол эпиметафизарного перехода, градусы	Индекс эпиметафизарного перехода, мм	Неполное прилегание конструкции
Основная	43,2 ± 10,1	12,22 ± 2,04	41 (21,8 %) n = 188
Контрольная	56,7 ± 5,6	7,08 ± 2,38	3 (4,5 %) n = 67
Все пациенты	49,5 ± 10,7	9,81 ± 3,39	44 (17,3 %) n = 255

Таблица 2

Корреляционная зависимость между величиной неполного прилегания пластины и скоростью коррекции деформаций нижних конечностей у детей с системными дисплазиями скелета

Параметры		Величина неполного прилегания пластины, мм	Скорость коррекции деформации, градусы на месяц эпифизеодеза
Прилегание	Корреляция Пирсона	1	-0,818*
	Двусторонний уровень значимости		0,000
	N	188	188
Коррекция	Корреляция Пирсона	-0,818*	1
	Двусторонний уровень значимости	0,000	
	N	188	188

*Корреляция значима на уровне 0,01 (двусторонняя)

В связи с тем что в большинстве случаев неполное прилегание пластин было отмечено в основной группе (в 21,8 % случаев), корреляционный анализ между величиной выстояния метафизарной части пластины и скоростью коррекции деформаций нижних конечностей проводили только в основной группе. Полученные результаты представлены в табл. 2.

Данные регрессионного анализа представлены на рис. 3.

Обсуждение результатов

Метод «управляемого роста» существенно изменил подход к коррекции осевых деформаций нижних конечностей у детей, не достигших окончания костного роста [1]. Несмотря на широкое использование указанного метода, техника установки металлоконструкций разработана в основном для пациентов с нормальной формой эпиметафизарного перехода. У детей с системными дисплазиями скелета имеют место анатомические особенности данной области, которые могут вызывать трудности в размещении имплантов. P. Stevens указывает, что в результате неполного прилегания имплантов возникает концентрация напряжения в не погруженной в кость части метафизарного винта, что может приводить к его разрушению [11]. Наше исследование показало, что величина выстояния пластины также влияет на скорость коррекции. Регрессионный анализ продемонстрировал, что при увеличении расстояния неполного прилегания скорость коррекции деформации значительно снижается.

С целью прогнозирования возможных проблем уже на этапе планирования оперативного вмешательства нами были разработаны рентгенометрические показатели, позволяющие оценить вероятность возникновения указанных трудностей: угол

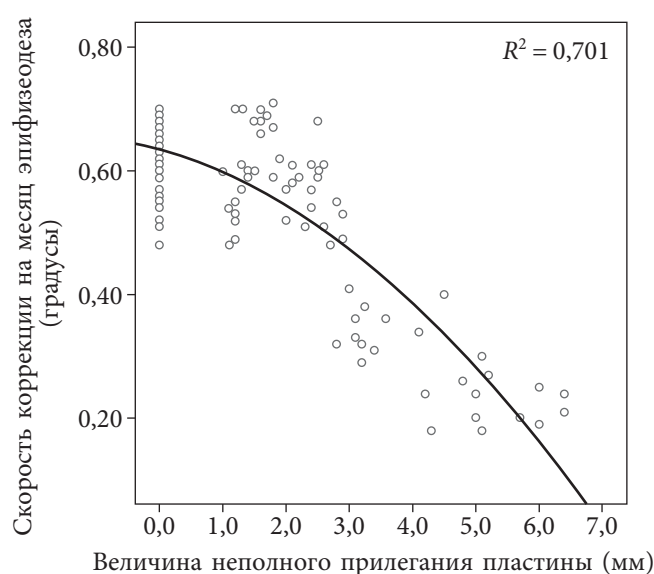


Рис. 3. Скорость коррекции деформации в зависимости от величины неполного прилегания пластины

эпиметафизарного перехода и индекс эпиметафизарного перехода. Мы установили, что в 43 случаях, когда наблюдалось неполное прилегание пластины к метафизарной части кости, величина УЭП была меньше 45° ($37,2 \pm 7,6^\circ$), а значение ИЭП больше 7,8 мм ($9,7 \pm 1,9$ мм). У одного из пациентов с идиопатической вальгусной деформацией также наблюдалось неполное прилегание металлоконструкции к кости при значениях УЭП 51° , ИЭП 4,9 мм, однако эту ситуацию мы связываем с технической неточностью установки пластины (последняя была смещена в сторону эпифиза).

Корреляционный анализ продемонстрировал наличие линейной зависимости между рентгенометрическими показателями (УЭП и ИЭП) и степенью прилегания пластин. Полученное значение коэффициента Пирсона для угла ЭП ($r = -0,7142$ при $p < 0,05$) свидетельствует о высокой степени зависимости: чем меньше значение УЭП, тем

больше степень неполного прилегания пластины к метафизарной части кости. В то же время при расчете коэффициента Пирсона для ИЭП была выявлена слабая степень линейной зависимости ($r = -0,3271$ при $p < 0,05$). Вероятнее всего, это связано с возможной погрешностью при расчете индекса, более существенной, нежели погрешность расчета углового показателя.

К лимитирующим факторам настоящего исследования можно отнести следующие: исследование включает в себя относительно небольшое количество наблюдений, отсутствует дифференциация исследуемых рентгенометрических показателей в разных возрастных группах, не производилась оценка межэкспертной надежности разработанных показателей. Тем не менее результаты исследования являются первой в доступной нам научной литературе попыткой систематизации данных о возможности прогнозирования позиции металлоконструкции для управляемого роста кости у детей с системными дисплазиями скелета.

Предложенные в данной работе рентгенометрические показатели (УЭП и ИЭП) позволяют прогнозировать возможные трудности при установке восьмиобразных пластин, в том числе у детей с системными дисплазиями скелета. При этом первый из упомянутых показателей (УЭП) демонстрирует более высокий прогностический потенциал, в связи с чем мы рекомендуем использовать данный угол при планировании оперативного вмешательства. В тех случаях, когда угол эпиметафизарного перехода составляет менее 45° , применение стандартной техники постановки пластины и стандартного инструментария сопряжено с высокой вероятностью неполного прилегания металлоконструкции, что требует использования модифицированных конструкций (пластины ступенеобразной формы) и модификации техники постановки (без центральной спицы).

Заключение

У пациентов при проведении оперативных вмешательств методом «управляемого роста» в 43 случаях (из 255 установленных пластин) наблюдалось неполное прилегание метафизарной части пластины к кости, обусловленное анатомическими особенностями эпиметафизарной области. Данный феномен значительно чаще встречался у пациентов с системными дисплазиями скелета. Нами были разработаны рентгенометрические критерии (угол эпиметафизарного перехода и индекс эпиметафизарного перехода) для

прогнозирования возможных трудностей, связанных с расположением металлоконструкции при гемиепифизеодезе. В результате корреляционного анализа УЭП продемонстрировал сильную корреляцию с величиной неполного прилегания пластины после операции. Мы рекомендуем использовать данный критерий для предоперационного планирования у детей с системными дисплазиями скелета.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Работа проведена на базе и при поддержке ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России.

Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Список литературы

1. Yilmaz G, Oto M, Thabet AM, et al. Correction of lower extremity angular deformities in skeletal dysplasia with hemiepiphysiodesis: a preliminary report. *J Paediatr Orthop.* 2014;34(3):336-345. doi: 10.1097/BPO.000000000000089.
2. Danino B, Rodl R, Herzenberg JE, et al. Guided growth: preliminary results of a multinational study of 967 physes in 537 patients. *J Child Orthop.* 2018;12(1):91-96. doi: 10.1302/1863-2548.12.170050.
3. Моренко Е.С., Кенис В.М. Коррекция осевых деформаций коленного сустава у детей методом управляемого роста (обзор литературы) // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2016. – Т. 4. – № 1. – С. 57–62. [Morenko ES, Kenis VM. Guided growth for correction of axial deformities of the knee in children: a literature review. *Pediatric traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery.* 2016;4(1):57-62. (In Russ.)]
4. Stevens PM. Guided growth for angular correction: a preliminary series using a tension band plate. *J Paediatr Orthop.* 2007;27(3):253-259. doi: 10.1097/BPO.0b013e31803433a1.
5. Goldman V, Green DW. Advances in growth plate modulation for lower extremity malalignment (knock knees and bow legs). *Curr Opin Pediatr.* 2010;22(1):47-53. doi: 10.1097/MOP.0b013e328334a600.
6. Patwardhan S, Shah K, Shyam A, Sancheti P. Growth Modulation in Children for Angular Deformity Correction around knee — Use of Eight Plate. *International Journal of Paediatric Orthopaedics.* 2015;1(1):29-33.
7. Stevens PM. Guided growth: 1933 to the present. *Strategies Trauma Limb Reconstr.* 2006;1(1):29-35. doi: 10.1007/s11751-006-0003-3.
8. Boero S, Michelis MB, Riganti S. Use of the eight-Plate for angular correction of knee deformities due to idio-

- pathic and pathologic physis: initiating treatment according to etiology. *J Child Orthop*. 2011;5(3):209-216. doi: 10.1007/s11832-011-0344-4.
9. Stevens PM, Klatt JB. Guided growth for pathological physes: radiographic improvement during realignment. *J Paediatr Orthop*. 2008;28(6):632-639. doi: 10.1097/BPO.0b013e3181841fda.
 10. Zajonz D, Schumann E, Wojan M, et al. Treatment of genu valgum in children by means of temporary hemiepiphysiodesis using eight-plates: short-term findings. *BMC Musculoskelet Disord*. 2017;18(1):456. doi: 10.1186/s12891-017-1823-7.
 11. Stevens PM. The broken screw dilemma. *J Pediatr Orthop*. 2014;34(3):e5. doi: 10.1097/BPO.0b013e31829aaf1a.

Сведения об авторах

Владимир Маркович Кенис — д-р мед. наук, доцент, заместитель директора по развитию и внешним связям, руководитель отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: kenis@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7651-8485>.

Екатерина Сергеевна Моренко — аспирант отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: emorenko@gmail.com.

Андрей Викторович Сапоговский — канд. мед. наук, старший научный сотрудник отделения патологии стопы, нейроортопедии и системных заболеваний ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. E-mail: sapogovskiy@gmail.com.

Vladimir M. Kenis — MD, PhD, Associate Professor, Deputy Director for Development and International Relations, Head of the Department of Foot Surgery, Neuroorthopedics and Skeletal Displasias. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. E-mail: kenis@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7651-8485>.

Ekaterina S. Morenko — MD, PhD Student of the Department of Foot Surgery, Neuroorthopedics and Skeletal Displasias. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. E-mail: emorenko@gmail.com.

Andrey V. Sapogovsky — MD, PhD, Senior Researcher of the Department of Foot Surgery, Neuroorthopedics and Skeletal Displasias. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. E-mail: sapogovskiy@gmail.com.