

ПЕРВЫЙ ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КАСТОМИЗИРОВАННЫХ ФИКСАТОРОВ ПРИ ХИРУРГИЧЕСКОМ ЛЕЧЕНИИ АБДУКТО-ПЛАНО-ВАЛЬГУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ СТОП У ДЕТЕЙ

© *О.В. Кожевников, И.В. Грибова, С.Э. Кралина*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова»
Министерства здравоохранения Российской Федерации, Москва

■ Для цитирования: Кожевников О.В., Грибова И.В., Кралина С.Э. Первый опыт использования кастомизированных фиксаторов при хирургическом лечении абдукто-плано-вальгусной деформации стоп у детей // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2020. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 293–304. <https://doi.org/10.17816/PTORS34830>

Поступила: 09.06.2020

Одобрена: 16.07.2020

Принята: 24.08.2020

Обоснование. Абдукто-плано-вальгусная деформация стопы является одним из наиболее частых заболеваний стоп у детей и подростков. В последнее время активно применяют различные методы хирургических вмешательств. Однако, несмотря на разнообразие оперативных подходов, существует большое количество противоречий в целесообразности и успешности выполнения той или иной операции.

Цель — усовершенствовать методику остеотомии пяточной кости по Эвансу путем использования кастомизированных фиксаторов пяточной кости.

Материалы и методы. Представлено лечение 30 пациентов (42 стопы) в возрасте от 9 до 15 лет с абдукто-плано-вальгусной деформацией стоп. В работе использованы клинический, рентгенологический, компьютерно-томографический, экспериментальный методы исследования. Хирургическое лечение заключалось в проведении остеотомии пяточной кости по Эвансу. В одной группе ($n = 33$) остеосинтез выполняли стандартным способом, в другой ($n = 9$) — с помощью кастомизированного фиксатора.

Результаты. Благодаря усовершенствованной методике остеотомии пяточной кости по Эвансу с применением специального кастомизированного фиксатора удалось осуществить необходимую коррекцию в 100 % случаев. Срок восстановления целостности пяточной кости сократился в среднем на 30 % ($p < 0,05$). Период восстановления опоры уменьшился практически на 45 % ($p < 0,05$).

Заключение. Использование специального кастомизированного фиксатора при выполнении остеотомии пяточной кости по Эвансу позволяет улучшить результаты и сократить сроки лечения детей с абдукто-плано-вальгусной деформацией стоп.

Ключевые слова: стопа; плоскостопие; абдукто-плано-вальгусная деформация; остеотомия пяточной кости по Эвансу; костные трансплантаты; остеосинтез; фиксация.

THE FIRST EXPERIENCE OF USING CUSTOMIZED FIXATORS IN THE SURGICAL TREATMENT OF ABDUCTO-PLANO-VALGUS FOOT DEFORMITY IN CHILDREN

© *O.V. Kozhevnikov, I.V. Gribova, S.E. Kralina*

N.N. Priorov Central Research Institute of Traumatology and Orthopedics, Moscow, Russia

■ For citation: Kozhevnikov OV, Gribova IV, Kralina SE. The first experience of using customized fixators in the surgical treatment of abducto-plano-valgus foot deformity in children. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2020;8(3):293-304. <https://doi.org/10.17816/PTORS34830>

Received: 09.06.2020

Revised: 16.07.2020

Accepted: 24.08.2020

Background. Abducto-plano-valgus foot deformity is one of the most common diseases affecting children and teens. Recently, various methods of surgical treatment have been proposed for the same. However, despite the availability of various operational methods, there are several contradictions in the feasibility and success of a particular operation.

Aim. To improve the technique of Evans Calcaneal osteotomy through the use of customized heel bone fixators. **Materials and methods.** A total of 30 patients (42 feet) aged 9–15 years with abducto-plano-valgus foot deformity were included. We undertook clinical examination, X-ray, computed tomography, and experimental researches. The surgical treatment consisted of Evans Calcaneal osteotomy, with the use of the standard method of fixation in group 1 ($n = 33$ feet) and the use of a customized fixator in group 2 ($n = 9$ feet).

Results. The improved technique of Evans Calcaneal osteotomy using a special customized fixator allowed making the necessary correction in 100% of cases. The period of restoration of the heel bone integrity was reduced by an average of 30% ($p < 0.05$). The period of restoration of the support became faster by almost 45% ($p < 0.05$).

Conclusion. The use of a special customized fixator for Evans Calcaneal osteotomy could significantly improve the outcomes and shorten the treatment time for children with abducto-plano-valgus foot deformity.

Keywords: flatfoot deformity; abducto-plano-valgus foot deformity; Evans Calcaneal osteotomy; bone grafts; osteosynthesis; fixation.

Абдукто-плано-вальгусная деформация стоп — одна из наиболее часто встречающихся ортопедических патологий у детей и подростков. В последние десятилетия активно совершенствуются различные методы хирургических вмешательств при данной патологии [1–3]. Однако, несмотря на разнообразие оперативных подходов, существует большое количество противоречий, касающихся целесообразности и успешности применения той или иной операции [4–6].

Одной из признанных хирургических методик лечения абдукто-плано-вальгусной деформации стопы является операция по методу Эванса. Данное вмешательство позволяет устранить смещение таранной кости и удлинить латеральный край стопы для коррекции наружной девиации переднего отдела.

Д. Эванс (D. Evans) впервые в 1961 г. применил у больного полиомиелитом с абдукто-плано-вальгусной деформацией стопы свой вариант остеотомии пяточной кости. Данная методика описана в статье «Evans D. Calcaneo-valgus» 1975 г. [7]. Суть операции заключается в удлинении латеральной колонны стопы. Для этого выполняют остеотомию переднего конца пяточной кости в плоскости, параллельной пяточно-кубовидному суставу и на 1,5 см позади него. В зоне остеотомии после разведения костных фрагментов пяточной кости располагают в качестве распорки несколько ауто-трансплантатов из малоберцовой кости. Однако в послеоперационном периоде автор отмечал большое количество гиперкоррекций.

В последующем операция по Эвансу была модифицирована рядом авторов [8–11]. Изменения касались как направления плоскости остеотомии, так и использования ауто- или аллотрансплантатов (формы, количества) [12–14].

Операцию по методу Эванса в модификации В.С. Моска [15] часто применяют в современной хирургической практике при коррекции мобильной эквино-плано-вальгусной деформации стопы

у детей с церебральным параличом. При этом изначально перпендикулярная плоскость остеотомии пяточной кости, проходящая в 1,5 см от линии пяточно-кубовидного сустава, изменена на косую (из проксимально-латерального в дистально-медиальном направлении) и вместо смеси из нескольких костных ауто-трансплантатов используют один расклинивающий трапециевидной формы. Ауто-трансплантат в зоне остеотомии В.С. Моска фиксировал с помощью нескольких спиц Киршнера.

Обобщая обширную информацию о различных вариантах операции по методу Эванса, следует отметить, что типичной при такой операции является представленная ниже последовательность действий.

Применяют послойный доступ к телу пяточной кости по наружной поверхности стопы. Z-образно удлиняют сухожилие короткой малоберцовой мышцы. Параллельно пяточно-кубовидному суставу и отступив от него кзади на 1,5 см, осуществляют осцилляторной пилой поперечную остеотомию пяточной кости между медиальной и передней суставными фасетками пяточной кости. В область остеотомии устанавливают расширитель, при помощи которого раздвигают фрагменты пяточной кости таким образом, чтобы сформировался клиновидный диастаз с основанием кнаружи. Заполняют костный дефект трансплантатом и фиксируют костные фрагменты (обычно спицами или винтами). После чего послойно ушивают рану.

Следует отметить, что фиксация костных фрагментов таким способом ненадежна и возможно смещение костных фрагментов, что ведет к потере коррекции, кроме того, необходимо длительное (не менее 3 мес.) ношение гипсовой повязки без опоры на ногу. При этом, если пациентом является ребенок, использование его собственной кости для заполнения костного дефекта наносит ему довольно ощутимую дополнительную травму,

что ограничивает объем материала для забора. В этой связи существует трудность в подборе размера аутотрансплантата, что может привести или к недостаточной коррекции вальгусного отклонения пяточной кости вследствие малого размера аутотрансплантата, или, наоборот, к перенапряжению подошвенного апоневроза и гиперкоррекции вальгусной деформации пяточной кости. Вместе с тем донорская кость способна вызывать аллергические реакции и может отторгаться, повышая риск возникновения гнойно-воспалительных осложнений. Кроме того, часто развиваются осложнения в интра- и послеоперационном периоде в виде перелома трансплантата, а также нарушается консолидация (аллопластика клиньями долго перестраивается, а чипсы не обладают механической прочностью). Все это значительно затягивает и усложняет процесс лечения.

Цель — усовершенствовать методику остеотомии пяточной кости по Эвансу путем использования кастомизированных фиксаторов пяточной кости.

Материалы и методы

В Центре детской ортопедии ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» с 2017 по 2019 г. проведено хирургическое лечение 30 пациентов (42 стопы) от 9 до 15 лет с абдукто-плано-вальгусной деформацией стоп. Девочки составили 20 % (6 детей), мальчики — 80 % (24 ребенка). Сроки наблюдения — от 6 мес. до 3 лет. Средний возраст на момент операции был $12,75 \pm 0,47$ года. Хирургическое лечение заключалось в латеральной удлиняющей остеотомии пяточной кости. В 33 случаях операция выполнена в общепринятом варианте по методу Эванса с фиксацией спицами, в 9 случаях — с использованием кастомизированной конструкции для остеосинтеза пяточной кости.

Критерии включения. Возраст старше 8 лет. Абдукто-плано-вальгусная деформация стоп II степени со следующими рентгенометрическими показателями: угол продольного свода — $135\text{--}160^\circ$, увеличение таранно-плюсневого угла $>5^\circ$ (нарушение линии Shade), уменьшение угла наклона пяточной кости $<15^\circ$, угол таранно-пяточной дивергенции в боковой проекции — $40\text{--}50^\circ$, угол таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции $>40^\circ$, вальгусное отклонение пяточной кости $>10^\circ$ в сочетании с отведением, абдукцией переднего отдела (угол между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью $>5^\circ$). Пациенты, не подвергавшиеся хирургическому лечению ранее.

Критерии исключения. Возраст до 8 лет, вертикальное положение таранной кости, наличие таранно-пяточных и пяточно-ладьевидных коалиций, величина угла между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью $<5^\circ$. Пациенты, подвергавшиеся хирургическому лечению ранее.

Методы исследования: клиническое обследование (оценка жалоб, выяснение анамнеза заболевания), рентгенологическое обследование, компьютерная томография, а также экспериментальные (механико-прочностные) исследования.

Клиническое обследование

Все пациенты жаловались на нарушение походки, быструю утомляемость, боли при длительной физической нагрузке. При осмотре выявляли снижение или отсутствие продольного свода с выпуклостью подошвенной поверхности в среднем отделе, западение по наружно-тыльной поверхности стопы, вальгусное отклонение пятки (больше 10°), поперечную гипермобильность в среднем отделе стопы, отведение переднего отдела (симптом «подглядывающих пальцев»).

Рентгенологическое обследование

Рентгенологическое обследование проводили всем пациентам до начала лечения, сразу после операции (первые сутки), затем через 3, 4, 6, 9, 12, 18, 24 и 36 мес. Рентгенографию стоп выполняли стоя (под нагрузкой) в прямой и боковой проекциях, а также в проекции Saltzman. Для оценки анатомических изменений стопы наиболее значимыми были угол продольного свода, угол наклона пяточной кости, угол таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции, таранно-плюсневый угол (деформация линии Shade), угол между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью, угол вальгусного отклонения пяточной кости.

Компьютерная томография

Для более детальной оценки патологических изменений и деформаций костей стопы и голеностопного сустава, соотношений структур сустава в нескольких плоскостях, выявления дислокации таранной кости и исключения тарзальных коалиций всем пациентам выполняли компьютерную томографию [16, 17].

Помимо этого у 9 детей с помощью многослойной спиральной компьютерной томографии до операции планировали коррекцию с целью определения размеров индивидуального фиксатора. Для этого измеряли кости стопы и угловые величины, характеризующие деформацию.

Затем моделировали восстановление правильных соотношений в суставах стопы с устранением деформации и рассчитывали необходимый угол коррекции. По величине угла коррекции определяли диастаз между фрагментами пяточной кости и соответственно вычисляли точные размеры кастомизированного фиксатора. Кастомизированный фиксатор пяточной кости представляет собой разработанную нами Н-образную реконструктивную титановую пластину (сплав VT-6), на которую получен патент РФ [18]. После моделирования и подготовки индивидуального чертежа фиксатор изготавливали на 3D-принтере. Использование кастомизированного фиксатора при проведении оперативного вмешательства гарантировало достижение необходимой коррекции.

Экспериментальные исследования

Проведено три ряда механико-прочностных испытаний надежности остеосинтеза нативной пяточной кости при помощи Н-образной кастомизированной пластины на универсальной испытательной машине LFM-50kN (рис. 1).

Изучали надежность фиксации в системе пластина – кость при сжатии и консольном изгибе, что имеет большое значение для стабильности остеосинтеза и удержания коррекции. При сжатии фиксированные фрагменты сохраняли стабильность при нагрузке в среднем $0,619 \pm 0,384$ кН ($F_{\max} = 0,738$ кН). Для возникновения поперечного сдвига необходимо было приложить усилие в среднем $0,188 \pm 0,162$ кН. Полученные данные свидетельствуют, что остеосинтез пяточной кости Н-образной реконструктивной пластиной позволяет выдержать нагрузку около 60–70 кг, что для

детской практики очень хорошие показатели. При этом добавление внешней иммобилизации исключает любые возможные послеоперационные деформации и потерю коррекции.

Статистическую обработку данных выполняли с использованием программы Microsoft Excel 2019. Для полученных количественных величин вычисляли средние значения (M) и стандартные отклонения (SD). Для оценки достоверности применяли парный критерий Стьюдента. Результаты считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

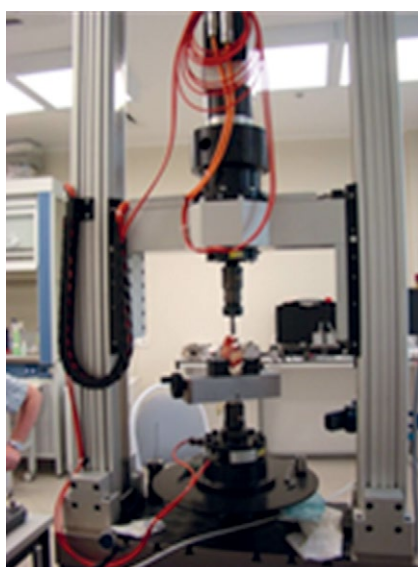
Показания к хирургическому лечению

Показаниями для выполнения остеотомии пяточной кости по Эвансу являлась статическая абдукто-плано-вальгусная деформация стоп II степени у детей в возрасте старше 8 лет со следующими рентгенометрическими показателями: угол продольного свода — $135\text{--}160^\circ$, увеличение таранно-плюсневового угла $>5^\circ$ (нарушение линии Shade), уменьшение угла наклона пяточной кости $<15^\circ$, угол таранно-пяточной дивергенции в боковой проекции — $40\text{--}50^\circ$, угол таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции $>40^\circ$, вальгусное отклонение пяточной кости $>10^\circ$ в сочетании с отведением, абдукцией переднего отдела (угол между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью $>5^\circ$).

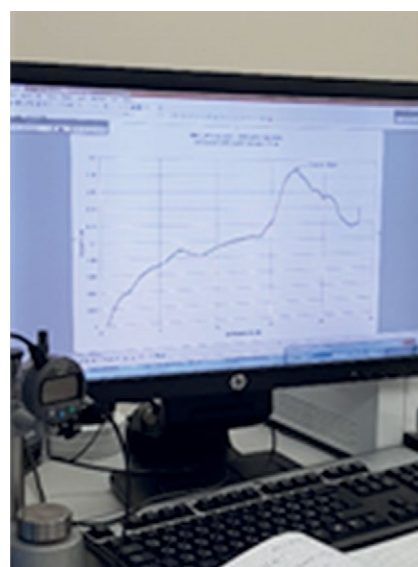
В 33 случаях операция выполнена в общепринятом варианте по методу Эванса с применением клиновидных кортикально-губчатых аллотрансплантатов и фиксацией спицами, в 9 случаях — с использованием кастомизированной конструкции для остеосинтеза пяточной кости и заполнением дефекта костными чипсами.



а



б



в

Рис. 1. Механико-прочностные испытания Н-образной реконструктивной пластины: а — нативная пяточная кость после раскливающей остеотомии и установки фиксатора; б — испытательная машина LFM-50kN; в — регистрация графика испытаний

Техника хирургического вмешательства

В соответствии с методикой операции Эванса применяли послойный доступ к телу пяточной кости по наружной поверхности стопы. Z-образно удлинляли сухожилие короткой малоберцовой мышцы. Параллельно пяточно-кубовидному суставу и отступив от него кзади на 1,5 см, выполняли осцилляторной пилой поперечную остеотомию пяточной кости между медиальной и передней суставными фасетками пяточной кости. В область остеотомии устанавливали расширитель, при помощи которого раздвигали фрагменты пяточной кости таким образом, чтобы сформировать рассчитанный клиновидный диастаз с основанием шириной S кнаружи и углом A между поверхностями разведенных фрагментов кости (рис. 2).

В образованный дефект кости внедряли фиксирующий элемент кастомизированной H-образной реконструктивной пластины. Фиксирующий элемент пластины выполнен в виде двух пар лапок, выступающих от нижней поверхности пластины в ее центральной части в поперечном направлении от противоположных сторон пластины по линиям сопряжения с перемычкой. Опорой для них служит кортикальная пластинка пяточной кости. Лапки расположены попарно под углом друг к другу и напротив друг друга.

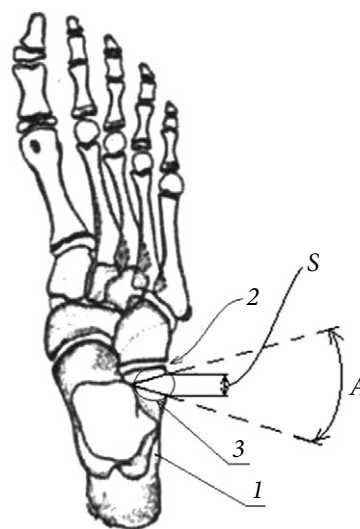


Рис. 2. Формирование клиновидного диастаза: 1 — пяточная кость; 2 — пяточно-кубовидный сустав; 3 — клиновидный диастаз; S — ширина основания диастаза; A — угол между поверхностями разведенных фрагментов кости

Угол между противоположными парами лапок фиксирующего элемента равен углу A между сторонами сформированного клиновидного диастаза. Расстояние между соприкасающимися с поверхностями фрагментов кости и поверхностями противоположных лапок фиксирующего элемента по линиям пересечения их с нижними

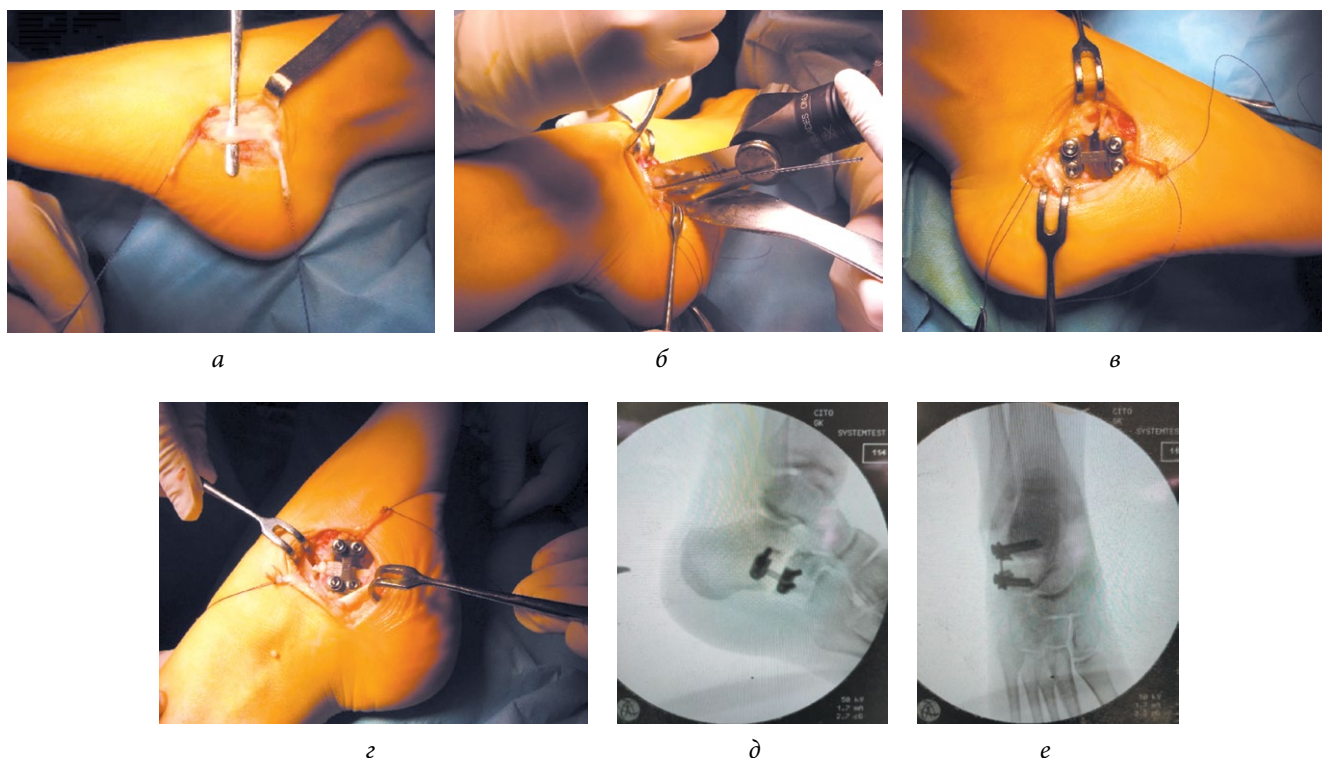


Рис. 3. Этапы операции по методу Эванса с применением кастомизированной H-образной реконструктивной пластины: *a* — латеральный доступ к телу пяточной кости с удлинением сухожилия короткой малоберцовой мышцы; *b* — остеотомия пяточной кости; *в* — установка H-образной пластины; *г* — заполнение костного дефекта чипсами; *д* — интраоперационная рентгенограмма, боковая проекция; *е* — интраоперационная рентгенограмма, прямая проекция

Таблица 1

Результаты рентгенометрии до и после оперативного лечения (среднее значение и среднеквадратичное отклонение)

Угол	Первая группа				Вторая группа			
	до операции	на 1-е сутки после операции	через 6 мес. после операции	индекс достоверности, <i>p</i>	до операции	на 1-е сутки после операции	через 6 мес. после операции	индекс достоверности, <i>p</i>
Продольный свод, град.	161,2 ± 4,4	122,6 ± 1,9	124,6 ± 2,5	0,028	151,4 ± 3,3	122,7 ± 2,2	122,7 ± 2,2	0,026
Наклон пяточной кости, град.	9,3 ± 3,2	22,9 ± 1,9	22,1 ± 1,9	0,048	10,8 ± 1,6	22 ± 1,2	2 ± 1,2	0,046
Таранно-пяточная дивергенция в прямой проекции, град.	43,5 ± 2,1	23,5 ± 1,9	24,2 ± 2,3	0,026	43,4 ± 2,5	23,7 ± 1,2	23,7 ± 1,2	0,026
Таранно-плюсневый (деформация линии Shade), град.	8,1 ± 1,8	0,3 ± 0,4	0,5 ± 0,5	0,016	6,6 ± 0,9	0,2 ± 0,4	0,2 ± 0,4	0,018
Между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью, град.	12,2 ± 1,6	0,3 ± 0,4	0,5 ± 0,6	0,014	11,3 ± 1	0,3 ± 0,5	0,3 ± 0,5	0,016

поверхностями противоположных сторон пластины равно ширине *S* основания сформированного клиновидного диастаза.

После этого четырьмя винтами через две пары отверстий на противоположных сторонах пластины фиксировали относительно друг друга фрагменты пяточной кости.

Костный дефект, возникший в результате коррекции, плотно заполняли костными чипсами (рис. 3). Н-образная форма фиксатора позволяла свободно погружать трансплантаты в зону диастаза и контролировать их прилегание. Затем рану послойно ушивали и накладывали гипсовую повязку от пястно-фаланговых суставов до верхней трети голени на 8 нед.

Результаты

Результаты хирургического лечения

Сравнительная оценка результатов лечения проведена в двух группах пациентов через 6 мес. после оперативного вмешательства. В каждой группе учитывали несколько параметров: течение раннего послеоперационного периода (заживление послеоперационной раны, наличие воспалительной реакции, другие осложнения); в позднем послеоперационном периоде сроки перестройки трансплантатов и консолидации зоны остеотомии, от которых зависело разрешение нагрузки на конечность; опороспособность стопы после начала ходьбы; положение пяточной кости; высоту продольного свода; рентгенометрические показатели стопы в динамике. Функциональные результаты лечения оценивали по методике AOFAS.

В среднем заживление послеоперационной раны происходило в регламентированные сроки (12–14 дней). Во второй группе осложнений не наблюдалось ни в одном случае. В первой группе в 5 случаях (15 %) отмечено удлинение сроков заживления послеоперационной раны до 3 нед. из-за асептического воспаления как реакции организма на аллотрансплантат (средний срок заживления раны в этой группе — 15 дней). Кроме того, в первой группе сроки перестройки трансплантатов и замещения костного дефекта оказались достоверно больше в среднем на 30 %, а нагрузка была разрешена не ранее чем через 4,5 ± 0,11 мес. после удаления фиксирующих спиц (пациентам со спицами не разрешали ходьбу в связи с возможной их миграцией и риском перелома спиц). Во второй группе костная структура восстанавливалась гораздо быстрее и полноценная нагрузка была возобновлена уже через 3,1 ± 0,12 мес., еще до удаления металлофиксатора в рациональной обуви с супинатором.

Клинико-функциональные результаты лечения по шкале AOFAS

Группа	Средний балл		Прирост среднего балла
	до лечения	через 6 мес. после лечения	
Первая	62,22 ± 12,59	92,14 ± 4,58	29,92
Вторая	62,42 ± 12,19	93,56 ± 5,15	31,14

Пластину убирали в плановом порядке после полной нормализации ходьбы. При этом ни в одном случае не наблюдалось дислокации и/или разрушения конструкции, положение винтов и пластины было стабильным, без потери коррекции пяточной кости и проседания зоны перестройки трансплантатов.

У всех больных улучшилась опороспособность стопы за счет уменьшения деформации. Клинически стопы у всех пациентов находились в функционально выгодном положении, пятка располагалась по средней линии, продольный свод хорошо визуализирован, походка улучшилась.

При проведении рентгенометрических измерений до и после лечения выявлено достоверное улучшение в обеих группах следующих показателей: угла наклона пяточной кости, угла продольного свода, угла таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции, таранно-плюсневого угла (деформация линии Shade), угла между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью (табл. 1).

Из табл. 1 видно, что все показатели в обеих группах сразу после операции были достоверно улучшены. Однако через 6 мес. в первой группе произошла некоторая потеря достигнутой коррекции (угла продольного свода, угла между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью). Во второй группе этого не наблюдалось. Данные обстоятельства мы связываем как с проседанием аллотрансплантата, так и с губчатой структурой пяточной кости.

При проведении комплексной оценки по шкале AOFAS после лечения среднее значение в первой группе составило 92,14 ± 4,58 балла, во второй — 93,56 ± 5,15 балла. При сравнении с предоперационными показателями зарегистрирован достоверный прирост в обеих группах (табл. 2).

Клинический пример

Пациентка К., 15 лет. Диагноз: «Абдукто-плано-вальгусная деформация правой стопы». Поступила с жалобами на нарушение походки, деформацию стоп, больше выраженную

справа, боль при длительной ходьбе. Клинически: абдукто-плано-вальгусная деформация правой стопы, вальгусное отклонение пятки под углом 15°, вальгус предплюсны до 35°, отведение переднего отдела — 20°, продольный свод резко снижен, с выпуклостью подошвенной поверхности в среднем отделе, западение по наружно-тыльной поверхности стопы, *hallux valgus*. На рентгенограммах правой стопы: угол таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции — 40°, угол между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью — 17°, угол продольного свода — 145°, таранно-пяточный угол в боковой проекции — 53°, таранно-плюсневый угол — 13°. При проведении комплексной оценки по шкале AOFAS до начала лечения средний балл составлял 64 (рис. 4).

Для устранения деформации правой стопы выполнена латеральная остеотомия пяточной кости по методу Эванса с применением кастомизированной Н-образной реконструктивной пластины, дефект заполнен костными чипсами. Осуществлена дополнительная иммобилизация гипсовой повязкой на 8 нед. Нагрузка на стопу разрешена через 3 мес. после операции. Пластина удалена через 4 мес. Через год после операции пациентка жалобы не предъявляла, клинически стопа в среднем положении, пятка по средней линии, продольный свод хорошо сформирован, опора на всю подошвенную поверхность стопы. По результатам рентгенограммы костно-суставные соотношения в стопе улучшились: угол таранно-пяточной дивергенции в прямой проекции — 25°, угол между латеральной частью пяточной кости и V плюсневой костью — 0°, угол продольного свода — 126°, таранно-пяточный угол в боковой проекции — 48°, таранно-плюсневый угол — 0°. При проведении комплексной оценки по шкале AOFAS после лечения средний балл составил 93, прирост — 29 баллов.

Обсуждение

Настоящее исследование имеет следующие ограничения: сравнительно малые сроки наблюдения после хирургического лечения (наиболее

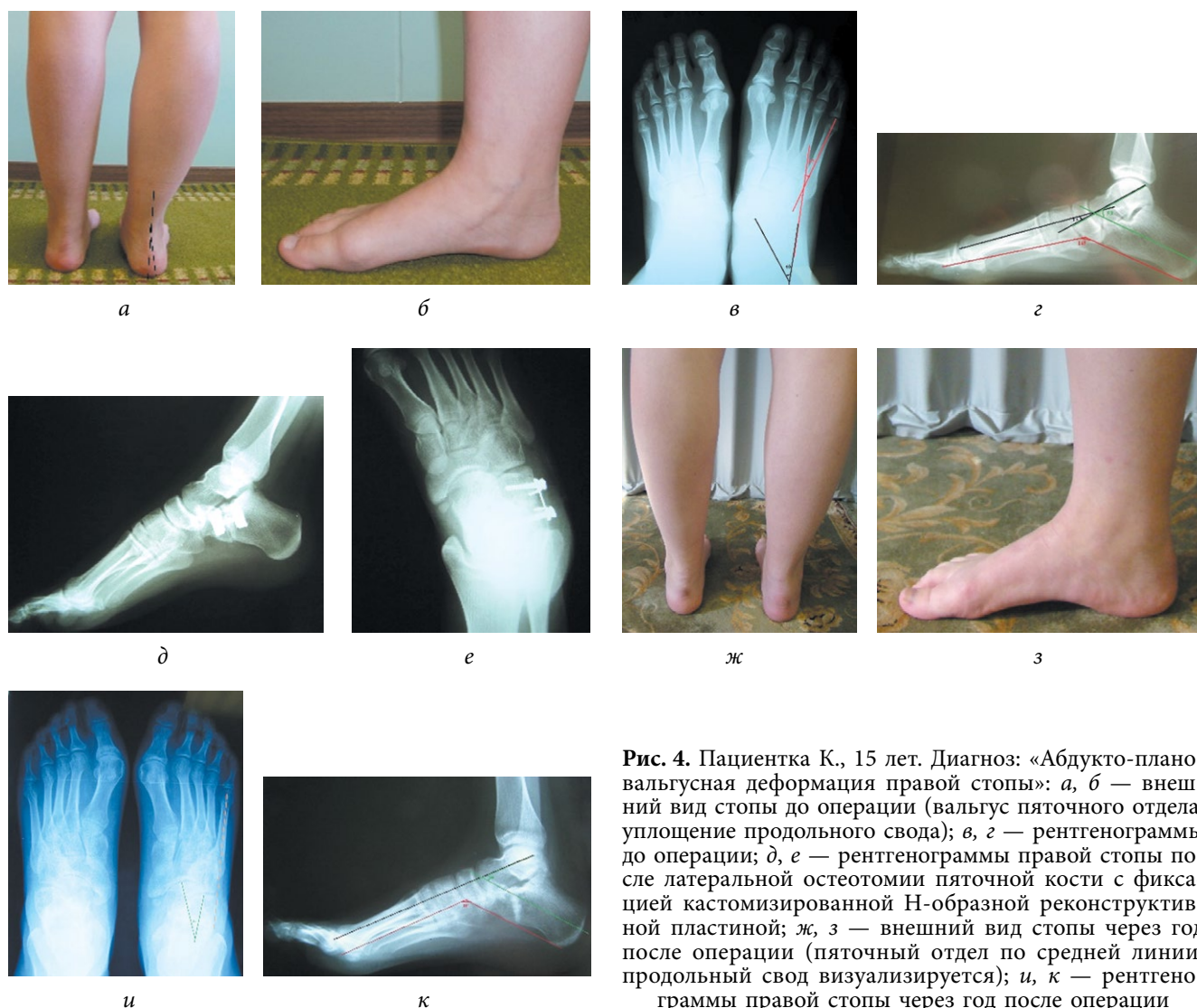


Рис. 4. Пациентка К., 15 лет. Диагноз: «Абдукто-плано-вальгусная деформация правой стопы»: *а, б* — внешний вид стопы до операции (вальгус пяточного отдела, уплощение продольного свода); *в, г* — рентгенограммы до операции; *д, е* — рентгенограммы правой стопы после латеральной остеотомии пяточной кости с фиксацией customизированной Н-образной реконструктивной пластины; *ж, з* — внешний вид стопы через год после операции (пяточный отдел по средней линии, продольный свод визуализируется); *и, к* — рентгенограммы правой стопы через год после операции

полную информацию можно будет получить, наблюдая ребенка до момента окончания роста); для более точной оценки происходящих изменений целесообразно рассматривать большее количество пациентов.

При выполнении латеральной удлиняющей остеотомии пяточной кости по общепринятой методике Эванса мы сталкивались с рядом проблем. Во-первых, костные клинья под размер дефекта, чтобы исключить как гипо-, так и гиперкоррекцию, готовили интраоперационно, что увеличивало время операции. Во-вторых, не была обеспечена стабильная фиксация и в этой связи возможность ранней нагрузки. На российском рынке мы не нашли детских фиксаторов, отвечающих нашим потребностям. В-третьих, поскольку материал для замещения костного дефекта должен быть механически прочным, биосовместимым и быстро перестраиваться, подобрать его было непросто. Клиновидные кортикально-губчатые трансплантаты в ряде случаев вызывали аллергические реакции с развитием асептического

воспаления. С их помощью полностью заполнить дефект невозможно, всегда остаются полости, где возникает гематома, что повышает риск инфицирования. Нам удалось справиться с этими осложнениями, но сроки пребывания детей в стационаре увеличились. Использование собственной кости (аутооттрансплантатов из крыла подвздошной или малоберцовой кости) для заполнения костного дефекта наносит довольно ощутимую дополнительную травму, что обуславливает ограничение забора материала в детской практике.

Кроме того, клиновидные кортикально-губчатые трансплантаты дольше перестраиваются, чем те же костные чипсы (чипсы мелкие, мягкие и заполняют все пространство). В некоторых случаях возможна дислокация фрагмента кортикально-губчатого трансплантата в подтаранный синус или в подошвенную сторону, так как во время проведения спицы для фиксации трансплантата и костных фрагментов происходит перелом трансплантата, как правило, в острой части клина. Откол кусочка трансплантата в глубине

диастаза невозможно заметить и проконтролировать. В дальнейшем нефиксированный фрагмент кортикально-губчатого трансплантата, имеющий острые углы, смещается в синус или подошвенную сторону.

Для решения поставленных задач нами и была разработана методика латеральной остеотомии пяточной кости по методу Эванса с применением кастомизированной Н-образной реконструктивной пластины. Методика, основанная на данных мультиспиральной компьютерной томографии и современных технологий быстрого прототипирования, очень точна — не наблюдается ни гиперкоррекции, ни гипокоррекции. С учетом анатомических размеров пяточной кости и необходимого угла коррекции рассчитывают точный размер клина, от чего зависит размер Н-образной пластины. Конструктивные особенности пластины обеспечивают надежность, малотравматичность вмешательства, возможность ранней осевой нагрузки и использования для плотного заполнения костного дефекта мелкофракционных видов трансплантатов. Причем Н-образная пластина — продукт отечественного производства. Первые положительные результаты использования кастомизированной Н-образной реконструктивной пластины при лечении абдукто-плано-вальгусной деформации стоп у детей и подростков при выполнении латеральной остеотомии пяточной кости по методике Эванса свидетельствуют о ее перспективности. На настоящем этапе данный метод фиксации показал значительные преимущества. Предполагается дальнейшее совершенствование оперативной техники и получение результатов, подтверждающих эффективность методики путем изучения биомеханических параметров ходьбы (исследование начато, но к настоящему времени недостаточное количество и короткий срок наблюдений).

Заключение

Операция по методу Эванса хорошо себя зарекомендовала при коррекции редуцируемой плоско-вальгусной деформации стопы с отведением переднего отдела и поперечной гипермобильностью в среднем отделе стопы. Остеотомия пяточной кости позволяет корригировать сразу три деформации — устранить отведение переднего отдела стопы, поднять свод и центрировать ось пяточной кости. Поскольку коррекцию проводят сразу в нескольких плоскостях, то очень важен точный математический расчет, благодаря которому удастся осуществить полную коррекцию всех элементов деформации.

Во время предоперационного планирования с использованием возможностей мультиспиральной компьютерной томографии можно рассчитать величину угла коррекции, размер клиновидного дефекта и объем необходимого замещающего материала.

Применение специального кастомизированного фиксатора для остеосинтеза пяточной кости при остеотомии по методу Эванса обеспечивает точную коррекцию и надежную фиксацию фрагментов пяточной кости и предотвращает их смещение во всех плоскостях, что существенным образом снижает риск потери коррекции.

Конструктивные особенности разработанной нами Н-образной реконструктивной пластины существенно упрощают ее установку в процессе операции, расширяют возможности визуального контроля области остеотомии, облегчают доступ в эту область, а также позволяют использовать для плотного заполнения костного дефекта мелкофракционные виды трансплантатов (костная крошка, чипсы, гомогенат собственной губчатой кости пациента), которым не обязательно обладать сколь-нибудь существенной механической прочностью. При этом скорость перестройки данного материала и замещения дефекта пяточной кости значительно выше, чем при использовании других трансплантатов.

Первый опыт применения специального кастомизированного фиксатора для остеосинтеза пяточной кости при ее остеотомии по методу Эванса продемонстрировал отсутствие осложнений, точность и стабильность коррекции, сокращение времени и уменьшение травматичности хирургического вмешательства, ускорение процесса восстановления пяточной кости и обеспечение ранней нагрузки.

Дополнительная информация

Источник финансирования. Работа проведена в рамках выполнения государственного задания.

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

Этическая экспертиза. Исследование выполнено в соответствии с этическими стандартами Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации с поправками Минздрава России, со статьей 38, ч. 5, Федерального закона от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации» и одобрено этическим комитетом ФГБУ «НМИЦ ТО

им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, протокол № 4 от 08.09.2019. Авторы в письменной форме получили добровольное согласие пациентов (их законных представителей) на участие в исследовании, изготовление кастомизированных имплантатов, выполнение хирургического вмешательства, в том числе с установкой данного изделия, и публикацию данных без идентификации личности.

Вклад авторов

О.В. Кожевников — концепция и дизайн исследования, оперативное лечение пациентов, этапное и заключительное редактирование рукописи.

И.В. Грибова — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка материала, анализ литературы, проведение испытательных работ, оперативное лечение пациентов, написание статьи.

С.Э. Кралина — сбор и обработка материала, оперативное лечение пациентов, анкетирование, редактирование рукописи.

Все авторы внесли существенный вклад в проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Литература

1. Фёдоров М.А. Современное состояние вопроса хирургического лечения плосковальгусной деформации стоп у детей // Вопросы реконструктивной и пластической хирургии. – 2016. – Т. 19. – № 3. – С. 26–35. [Fedorov MA. The current state of surgical treatment of planovalgus feet deformity in children. *Voprosy rekonstruktivnoy i plasticheskoy khirurgii*. 2016;19(3):26-35. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17223/1814147/58/03>.
2. Булатов А.А., Емельянов В.Г., Михайлов К.С. Плосквальгусная деформация стоп у взрослых (обзор иностранной литературы) // Травматология и ортопедия России. – 2017. – Т. 23. – № 2. – С. 102–114. [Bulatov AA, Emel'yanov VG, Mikhaylov KS. Adult acquired flatfoot deformity (review). *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2017;23(2):102-114. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2017-23-2-102-114>.
3. Tennant JN, Carmont M, Phisitkul P. Calcaneus osteotomy. *Curr Rev Musculoskelet Med*. 2014;7(4):271-276. <https://doi.org/10.1007/s12178-014-9237-8>.
4. Dogan A, Albayrak M, Akman YE, Zorer G. The results of calcaneal lengthening osteotomy for the treatment of flexible pes planovalgus and evaluation of alignment of the foot. *Acta Orthop Traumatol Turc*. 2006;40(5):356-366.
5. Умнов В.В., Умнов Д.В. Ошибки и осложнения при хирургическом лечении мобильной эквино-плато-вальгусной деформации стоп у больных детским церебральным параличом с использованием методики корригирующей остеотомии пяточной кости // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2017. – Т. 5. – № 1. – С. 34–38. [Umnov VV, Umnov DV. Errors and complications in surgical treatment of non-stable equino-plano-valgus foot deformity in patients with cerebral palsy, with use of the calcaneus correcting osteotomy technique. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2017;5(1):34-38. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/PTORS5134-38>.
6. John S, Child BJ, Hix J, et al. A retrospective analysis of anterior calcaneal osteotomy with allogenic bone graft. *J Foot Ankle Surg*. 2010;49(4):375-379. <https://doi.org/10.1053/j.jfas.2009.12.007>.
7. Evans D. Calcaneo-valgus deformity. *J Bone Joint Surg Br*. 1975;57(3):270-278.
8. Tarraf YNE, Basha NELD, Sheta RA. Lateral calcaneal lengthening osteotomy in management symptomatic flexible flat foot. *Annals of International medical and Dental Research*. 2017;3(6). <https://doi.org/10.21276/aimdr.2017.3.6.OR6>.
9. Trnka HJ, Easley ME, Myerson MS. The role of calcaneal osteotomies for correction of adult flatfoot. *Clin Orthop Relat Res*. 1999(365):50-64. <https://doi.org/10.1097/00003086-199908000-00007>.
10. Roche AJ, Calder JD. Lateral column lengthening osteotomies. *Foot Ankle Clin*. 2012;17(2):259-270. <https://doi.org/10.1016/j.fcl.2012.03.005>.
11. Andreacchio A, Orellana CA, Miller F, Bowen TR. Lateral column lengthening as treatment for planovalgus foot deformity in ambulatory children with spastic cerebral palsy. *J Pediatr Orthop*. 2000;20(4):501-505. <https://doi.org/10.1097/01241398-200007000-00015>.
12. Zwipp H, Rammelt S. Modified Evans osteotomy for the operative treatment of acquired pes planovalgus. *Oper Orthop Traumatol*. 2006;18(2):182-197. <https://doi.org/10.1007/s00064-006-1170-6>.
13. Патент РФ на изобретение № 2676665/ 20.02.2017. Бюл. № 1. Кенис В.М., Сапоговский А.В. Способ определения уровня остеотомии пяточной кости при операции Эванса. [Patent RUS No. 2676665/ 20.02.2017. Byul No. 1. Kenis VM, Sapogovskiy AV. Sposob opredeleniya urovnya osteotomii pyatocnoy kosti pri operatsii Evansa. (In Russ.)]
14. Патент РФ на изобретение № 2602935/ 25.09.2015. Бюл. № 32. Тимаев М.Х., Сертакова А.В., Куркин С.А., и др. Способ лечения плоско-вальгусной деформации стопы у детей. [Patent RUS No. 2602935/ 25.09.2015. Byul No. 32. Timaev MK, Sertakova AV, Kurkin SA, et al. Sposob lecheniya plosko-valgusnoy deformatsii stopy u detey. (In Russ.)]
15. Mosca VS. Calcaneal lengthening for valgus deformity of the hindfoot. Results in children who had severe, symptomatic flatfoot and skewfoot. *J Bone Joint Surg Am*. 1995;77(4):500-512. <https://doi.org/10.2106/00004623-199504000-00002>.
16. Беляев А.С., Бобров Д.С., Серова Н.С. Функциональная мультиспиральная компьютерная томография стопы в определении стандартных угловых параметров при плосковальгусной деформации стоп // Кафедра травматологии и ортопедии. – 2017. – № 4. – С. 5–10. [Belyaev AS, Bobrov DS,

- Serova NS. The functional multispiral computer tomography of feet in determination of reference angular parameters at acquired adult flatfoot deformity. *Kafedra travmatologii i ortopedii*. 2017;(4):5-10. (In Russ.)]
17. Терновой С.К., Серова Н.С., Беляев А.С., и др. Методика функциональной мультиспиральной компьютерной томографии в диагностике плоскостопия взрослых // Российский электронный журнал лучевой диагностики. – 2017. – Т. 7. – № 1. – С. 94–100. [Ternovoy SK, Serova NS, Belyaev AS, et al. Methodology of functional multispiral computed tomography in the diagnosis of adult flatfoot. *Rossiyskiy elektronnyy zhurnal luchevoj diagnostiki*. 2017;7(1):94-100. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21569/2222-7415-2017-7-1-94-100>.
18. Патент РФ на изобретение № 196831/ 18.11.2019. Бюл. № 8. Кожевников О.В., Бухтин К.М., Грибова И.В., и др. Ортопедическая N-образная реконструктивная пластина. [Patent RUS No. 196831/ 18.11.2019. Byul. No. 8. Kozhevnikov OV, Bukhtin KM, Gribova IV, et al. Ortopedicheskaya N-obraznaya rekonstruktivnaya plastina. (In Russ.)]

Сведения об авторах

Олег Всеволодович Кожевников — д-р мед. наук, заведующий 10-м травматолого-ортопедическим детским отделением. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0003-3929-6294>. E-mail: kozhevnikovov@cito-priorov.ru

Oleg V. Kozhevnikov — MD, PhD, D.Sc., Head of the 10th Traumatological and Orthopedic Children's Department. National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-3929-6294>. E-mail: kozhevnikovov@cito-priorov.ru

Инна Владимировна Грибова* — канд. мед. наук, старший научный сотрудник 10-го травматолого-ортопедического детского отделения. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-7323-0681>. E-mail: 10otdcito@mail.ru.

Светлана Эдуардовна Кралина — канд. мед. наук, старший научный сотрудник 10-го травматолого-ортопедического детского отделения. ФГБУ «НМИЦ ТО им. Н.Н. Приорова» Минздрава России, Москва. <https://orcid.org/0000-0001-6956-6801>. E-mail: Kralina_s@mail.ru.

Inna V. Gribova* — MD, PhD, Senior Researcher of the 10th Traumatological and Orthopedic Children's Department. National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-7323-0681>. E-mail: 10otdcito@mail.ru.

Svetlana E. Kralina — MD, PhD, Senior Researcher of the 10th Traumatological and Orthopedic Children's Department. National Medical Research Center of Traumatology and Orthopedics n.a. N.N. Priorov, Moscow, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-6956-6801>. E-mail: Kralina_s@mail.ru.