



## КОРРЕКЦИЯ ДЕФОРМАЦИЙ БЕДРЕННЫХ КОСТЕЙ ОСТЕОМИЕЛИТИЧЕСКОГО ГЕНЕЗА У ДЕТЕЙ: АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЛЕЧЕНИЯ 76 ПАЦИЕНТОВ

© Б.Х. Долгиев<sup>1</sup>, Ю.Е. Гаркавенко<sup>1, 2</sup>, А.П. Поздеев<sup>1</sup>

<sup>1</sup> ФГБУ «Научно-исследовательский детский ортопедический институт им. Г.И. Турнера»

Минздрава России, Санкт-Петербург;

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, Санкт-Петербург

■ Для цитирования: Долгиев Б.Х., Гаркавенко Ю.Е., Поздеев А.П. Коррекция деформаций бедренных костей остеомиелитического генеза у детей: анализ результатов лечения 76 пациентов // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2019. – Т. 7. – Вып. 4. – С. 37–48. <https://doi.org/10.17816/PTORS7437-48>

Поступила: 16.10.2019

Одобрена: 15.11.2019

Принята: 09.12.2019

**Обоснование.** Острый гематогенный остеомиелит в большинстве случаев поражает длинные кости скелета. Преимущественно очаги поражения локализуются в нижних конечностях. Ортопедические осложнения гематогенного остеомиелита наблюдаются у 22–71,2 % детей и у 16,2–53,7 % приводят к ранней инвалидности. **Цель** — провести ретроспективный анализ результатов коррекции деформаций бедренных костей у детей с последствиями гематогенного остеомиелита с использованием основанного на пассивной компьютерной навигации репозиционного узла Орто-СУВ и по методике Илизарова.

**Материалы и методы.** Обследованы 76 пациентов обоего пола в возрасте от 8 до 17 лет с последствиями гематогенного остеомиелита длинных костей нижних конечностей. Проведена сравнительная оценка параметров, отражающих эффективность методики чрескостного остеосинтеза в сочетании с аппаратом Орто-СУВ и по методике Илизарова. Учитывали значения референтных линий и углов до и после операции, величину удлинения, длительность distraction, период коррекции деформации, индекс внешней фиксации, а также количество осложнений и функциональный результат.

**Результаты.** Всем детям была выполнена коррекция деформаций и восстановлена длина пораженного сегмента нижней конечности. При применении репозиционного узла была достигнута более высокая точность коррекции (94,45 %) бедренной кости по сравнению с аппаратом Илизарова (30 %). Частота отличных функциональных результатов в 1-й группе больных была более чем в полтора раза выше, чем во 2-й группе, а удовлетворительных — почти в два раза ниже. При использовании гексапода Орто-СУВ наблюдалось меньшее число осложнений.

**Заключение.** Применение на этапах коррекции деформации бедренных костей аппарата Орто-СУВ позволяет повысить эффективность методики чрескостного остеосинтеза.

**Ключевые слова:** последствия гематогенного остеомиелита; коррекция деформаций; гексаподы.

## CORRECTION OF FEMORAL DEFORMITIES OF INFLAMMATORY GENESIS (OSTEOMYELITIS SEQUALAE) IN CHILDREN: AN ANALYSIS OF THE TREATMENT RESULTS OF 76 PATIENTS

© B.H. Dolgiev<sup>1</sup>, Yu.E. Garkavenko<sup>1, 2</sup>, A.P. Pozdeev<sup>1</sup>

<sup>1</sup> The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia;

<sup>2</sup> North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov, Saint Petersburg, Russia

■ For citation: Dolgiev BH, Garkavenko YuE, Pozdeev AP. Correction of femoral deformities of inflammatory genesis (osteomyelitis sequalae) in children: an analysis of the treatment results of 76 patients. *Pediatric Traumatology, Orthopaedics and Reconstructive Surgery*. 2019;7(4):37-48. <https://doi.org/10.17816/PTORS7437-48>

Received: 16.10.2019

Revised: 15.11.2019

Accepted: 09.12.2019

**Background.** In most cases, haematogenic osteomyelitis affects the long bones of the skeleton. Predominantly, the centers of destruction are located in the lower extremities. The orthopedic complications of haematogenic osteomyelitis were observed (according to different data) in 22%–71.2% of childhood cases. In 16.2%–53.7% of cases, the complications can lead to childhood (nascent) disability.

**Aim.** The purpose of the research is to conduct a retrospective analysis of femoral deformity correction results in children with haematogenic osteomyelitis consequences by applying both an Ortho-SUV Frame™ (based on passive computer navigation) and following the Ilizarov method.

**Materials and methods.** The study examined 76 patients of both genders aged between 8 and 17 years old who were experiencing the consequences of haematogenic osteomyelitis in the long bones of the lower extremities. A comparative assessment of the parameters reflecting the effectiveness of circular external fixation in combination with an Ortho-SUV Frame™ and the Ilizarov method was conducted. Reference lines and angles before and after surgery, elongation size, distraction time, deformity correction period, external fixation index, number of complications, and the functional result were all considered.

**Results.** All the children underwent deformity correction surgery, and the length of the afflicted lower extremity segment was reconstructed (restored). The use of the repositioning unit enabled a higher correction accuracy (94.45%) of the femur in comparison with the Ilizarov frame (30%). The frequency of excellent functional results in the first group of patients was more than 1.5 times higher than in the second group, whereas the satisfactory results turned out to be almost twice as low. Fewer complications were observed while using the Ortho-SUV hexapod.

**Conclusions.** The application of the Ortho-SUV Frame™ at the long-bone-deformity-correction stage facilitates an increase in the efficiency of the circular external fixation method.

**Keywords:** haematogenic osteomyelitis consequences; deformity correction; hexapods.

Острый гематогенный остеомиелит наиболее часто поражает длинные трубчатые кости нижних конечностей [1, 2] и у 22–71,2 % больных вызывает развитие ортопедических осложнений [3].

По причине незрелости у детей раннего возраста метаэпифизарных зон роста длинных костей, а также наличия трансфизарных кровеносных сосудов воспалительный процесс из метафиза может распространяться в эпифиз и приводить к его поражению различной степени выраженности [4].

Вместе с тем остеомиелит не всегда приводит к значительному или полному разрушению костной и хрящевой ткани эпифизов. В ряде случаев в той или иной степени он лишь замедляет процессы оссификации. При этом воспалительный процесс может влиять на метаэпифизарную ростковую зону кости. В этих условиях сама ростковая пластинка может быть подвержена частичной или полной деструкции, в связи с чем ее функция снижается или полностью нарушается с развитием деформации той или иной направленности или укорочения пораженной кости [5]. В период роста ребенка деформации длинных костей динамически меняются и вызывают стойкое нарушение опороспособности нижних конечностей.

Как тяжелое осложнение после повреждения зон роста характеризуют M. Waldegger с соавторами (2001) развитие угловых деформаций коленного сустава после повреждения зон роста и отмечают, что они возникают в 35 % случаев после парциального повреждения дистальной ростковой зоны бедренной и в 30 % случаев проксимальной зоны роста большеберцовой кости [6].

В исследованиях прошлых лет также встречаются указания на то, что изменение физиологиче-

ской механической оси конечности и нормальной ориентации суставов смещает вектор нагрузки на тазобедренный, коленный и голеностопный суставы и создает предпосылки для дегенеративно-дистрофических изменений [7].

Все вышеуказанное обуславливает необходимость оперативной коррекции деформаций костей нижних конечностей у детей.

Известно, что поликомпонентные, многоплоскостные деформации длинных костей, сопровождающиеся укорочением, поддаются лечению только при использовании аппаратов внешней фиксации (АВФ), позволяющих дозированно во времени устранить все компоненты деформации и восстановить длину конечности [8]. Применение аппаратов показано и пациентам с простыми типами деформаций, что особенно актуально при перенесенном остеомиелите вследствие наличия значительных рубцовых изменений мягких тканей и нарушения кровообращения в пораженном сегменте [9].

В последнее время широкое распространение для коррекции многоплоскостных деформаций конечностей получили гексаподы. Они исключают необходимость этапной замены унифицированных узлов, что обуславливает их увеличивающуюся востребованность [10].

Одним из ярких представителей вышеупомянутых устройств является аппарат Орто-СУВ — универсальный репозиционный узел, механика которого основана на компьютерной навигации, позволяющей не только устранять деформацию одновременно в трех плоскостях, но и достигать высокой точности коррекции [11].

Несмотря на довольно частое применение аппарата Орто-СУВ при лечении деформаций

у взрослых, использование его в детской практике еще не столь широко распространено [12].

Вместе с тем в доступной литературе не освещены вопросы коррекции деформаций длинных костей нижних конечностей у детей после перенесенного воспалительного процесса с сочетанным использованием указанных методик оперативного воздействия.

**Цель** — провести ретроспективный анализ результатов коррекции деформаций бедренных костей у детей с последствиями гематогенного остеомиелита с помощью основанного на пассивной компьютерной навигации репозиционного узла Орто-СУВ и по методике Илизарова.

## Материалы и методы

Исследование основано на предварительном комплексном обследовании и лечении 76 детей в возрасте от 8 до 17 лет с последствиями гематогенного остеомиелита нижних конечностей и про-

ведено в период с 2014 по 2017 г. в отделении костной патологии. В 1-ю группу вошли 40 пациентов, лечение которых включало использование чрескостного остеосинтеза с последующим применением репозиционного узла Орто-СУВ, во 2-ю группу — 36 пациентов, которым выполняли коррекцию деформации по методу Илизарова.

В возрасте 8–15 лет у пациентов сохранялись функционирующие зоны роста, что в некоторых случаях влияло на возможность рецидива деформации. Группы были сопоставимы по полу и возрасту (табл. 1, 2).

Исходя из табл. 3, простых деформаций было больше во 2-й группе, а средней степени сложности и сложных деформаций — в 1-й группе.

Всем пациентам 1-й группы выполняли панорамную рентгенографию нижних конечностей в двух проекциях до и после оперативного вмешательства. На основе рентгенограмм планировали коррекцию деформации бедренной кости согласно общепринятому алгоритму, а также определяли

Таблица 1

Распределение пациентов по полу

Группа	Пол		Всего
	мужской	женский	
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)
Первая	21 (52,5)	19 (47,5)	40 (100)
Вторая	22 (61)	14 (39)	36 (100)

Примечание. *n* — количество случаев, % — процентное соотношение.

Таблица 2

Распределение пациентов по возрасту

Группа	Возраст, лет		Всего (%)	<i>M</i> ± <i>m</i>
	8–15	16–17		
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	
Первая	32 (80)	8 (20)	40 (100)	12,25 ± 2,88
Вторая	27 (75)	9 (25)	36 (100)	12,58 ± 2,92

Таблица 3

Распределение деформаций по степени сложности в соответствии с практической классификацией деформаций длинных трубчатых костей [13]

Группа	Тип деформации			
	простые	средние	сложные	всего
	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)	<i>n</i> (%)
Первая	5 (12,5)	24 (60)	11 (27,5)	40 (100)
Вторая	9 (25)	20 (55,5)	7 (19,5)	36 (100)

Вид и показатели деформации (предоперационные данные)

Вид деформации (нормальные значения)	Первая группа $M \pm t$	Вторая группа $M \pm t$	$p$
Укорочение, см	4,01 ± 0,81	3,91 ± 0,98	>0,05
Вальгус mLDFA (85–90°)	79,55 ± 2,97	78,53 ± 2,03	>0,05
mLPFA (85–95°)	80,38 ± 2,91	99,21 ± 2,45	>0,05
MAD (0–9,7 ± 6,8 мм кнутри)	6,27 ± 1,96 кнаружи	6,86 ± 1,24 кнаружи	>0,05
Варус mLDFA (85–90°)	94,5 ± 2,1	96 ± 2,21	>0,05
mLPFA (85–95°)	78,73 ± 2,68	101,75 ± 3,27	<0,05
MAD (0–9,7 ± 6,8 мм кнутри)	5,14 ± 1,51 кнутри	6 ± 1,34 кнутри	>0,05
Антекурвация aPDFA (79–87°)	75,27 ± 1,84	73,2 ± 1,87	<0,05
Рекурвация aPDFA (79–87°)	91 ± 1,6	94,75 ± 1,7	<0,05

*Примечание.* mLPFA (mechanical lateral proximal femoral angle) — механический наружный проксимальный бедренный угол; mLDFA (mechanical lateral distal femoral angle) — механический латеральный дистальный бедренный угол; MAD (mechanical axis deviation) — девиация (отклонение) механической оси; aPDFA (anatomical posterior distal femoral angle) — анатомический задний дистальный бедренный угол.

характеристики деформации (использовали референтные линии и углы (РЛУ)) [14] (табл. 4). Данные пациентов из 2-й группы являлись архивным материалом, их рентгенологическое обследование проводили аналогичным способом.

Группы достоверно различались по показателям варусной, антекурвационной и рекурвационной деформации, при этом деформации были более выражены у больных 1-й группы.

В 1-й группе оперативные вмешательства включали в себя наложение на бедро АВФ, одноуровневую остеотомию бедренной кости на вершине деформации с последующим удлинением данного сегмента по дистракционным стержням в стандартном режиме и завершающей коррекцией деформации с использованием модуля Орто-СУВ. Пациентам 2-й группы выполняли одномоментную коррекцию деформации интраоперационно с дальнейшим удлинением (24 пациента) или коррекцией с применением унифицированных узлов аппарата Илизарова (12 пациентов) в послеоперационном периоде. Для профилактики рецидива деформации бедренной кости при парциальном закрытии дистальной зоны роста в ряде случаев оперативное вмешательство дополняли эпифизодезом оставшейся неповрежденной ее части путем рассверливания, а в процессе использования репозиционного узла Орто-СУВ осуществляли гиперкоррекцию в пределах крайних нормальных значений РЛУ (1-я группа). У пациентов 2-й группы гиперкоррекцию не проводили.

Результаты анализировали по рентгенографическим данным, основываясь на РЛУ, включая отклонение механической оси (MAD). Полученные результаты сравнивали со значениями до оперативного вмешательства и с нормальными показателями. MAD оценивали только в случае моносегментарной деформации. У остальных пациентов (2 пациента с полисегментарными деформациями) рассматривали только РЛУ бедренной кости. Мы также оценивали сроки консолидации, количество и характер осложнений и результат лечения с использованием функциональной шкалы для нижней конечности (Lower extremity functional scale — LEFS). Сроки оценки отдаленных результатов варьировали от 1 года до 3 лет.

Все осложнения были разделены на три категории по J. Caton [15].

Первая категория: пациенты, пролеченные без осложнений или с минимальными осложнениями, которые не повлияли на результат лечения (остаточные деформации бедренной кости, не изменяющие ось конечности, контрактуры смежных к удлиняемому сегменту суставов легкой степени, воспаление мягких тканей вокруг чрескостных элементов и тракционная невропатия, полностью устраняемые консервативными методами лечения).

Вторая категория: пациенты, у которых возникли осложнения, потребовавшие выполнения дополнительных хирургических вмешательств, но не повлиявшие на конечный результат (прежде-

временная консолидация бедренной кости в процессе удлинения, деформация или перелом на уровне регенерата с возможностью закрытой репозиции или реостеотомии с восстановлением длины и оси конечности, достигнутых после основного этапа хирургического лечения, воспаление мягких тканей вокруг чрескостных элементов, требующие их повторного проведения).

Третья категория: значимые осложнения, возникшие у пациентов, потребовавшие выполнения дополнительных хирургических вмешательств и повлиявшие на конечный результат лечения, — пациенты, у которых планируемая цель лечения либо не была достигнута, либо в отдаленном периоде наблюдения возникло осложнение, которое перечеркнуло достигнутый результат (переломы и деформации бедренной кости на уровне регенерата с невозможностью устранения деформации и восстановления достигнутой длины конечности при помощи репозиции).

Статистическую обработку материала проводили с использованием программной системы Statistica for Windows (версия 13).

## Результаты

Всем детям была выполнена коррекция деформации и восстановлена длина пораженного сегмента нижней конечности. Аппарат внешней фиксации снимали по достижении достаточной плотности дистракционного регенерата бедренной кости, что соответствовало III–IV стадиям его формирования [16]. Эффективность лечения определяли с учетом ряда показателей, среди которых оценивали точность коррекции, длительность дистракции, величину удлинения, период коррекции деформации, индекс внешней фиксации, количество осложнений. Точность коррекции деформации бедренного сегмента определяли по показателям РЛУ (табл. 5).

Во 2-й группе обращали на себя внимание относительно высокая точность коррекции MAD при варусе (75 %) и низкая степень коррекции самой варусной деформации (16,66 %), что объясняется допустимыми нормами отклонения механической оси ( $0-9,7 \pm 6,8$  мм кнутри) при изначальном ее медиальном прохождении. Результаты

Таблица 5

Результаты коррекции деформации (референтные линии и углы)

Вид деформации (нормальные значения)	Первая группа $M \pm t$	ТК, %	Вторая группа $M \pm t$	ТК, %	<i>p</i>
Вальгус mLDFA (85–90°)	87,11 ± 1,99	94,45	85,4 ± 6,45	26,66	>0,05
mLPFA (85–95°)	88,66 ± 3,81		86,13 ± 6,58		<0,05
MAD (0–9,7 ± 6,8 мм кнутри)	4,66 ± 3,14 кнаружи	88,89	9,2 ± 2,59 кнаружи	13,3	>0,05
Варус mLDFA (85–90°)	87,35 ± 1,94	92,86	94,58 ± 4,46	16,66	<0,01
mLPFA (85–95°)	92,14 ± 2,79	–	99,58 ± 3,55		<0,01
MAD (0–9,7 ± 6,8 мм кнутри)	3,71 ± 2,58 кнутри	85,72	9,58 ± 3,17 кнутри	75	<0,01
Антекурвация aPDFA (79–87°)	82,81 ± 2,71	91,67	80,3 ± 5,53	30	>0,05
Рекурвация aPDFA (79–87°)	85,5 ± 2,13	87,50	90,25 ± 3,59	25	<0,05

Примечание. ТК — точность коррекции. См. пояснения к табл. 4.

Таблица 6

Показатели чрескостного остеосинтеза

Показатель	Первая группа $M \pm t$	Вторая группа $M \pm t$	<i>p</i>
Величина удлинения, см	4,16 ± 0,83	3,83 ± 0,94	>0,05
Длительность дистракции, дней	41,5 ± 9,82	40,94 ± 10,36	>0,05
Период коррекции деформации, дней	9,52 ± 2,97	–	
Индекс внешней фиксации, дней/см	35,9 ± 6	40,26 ± 9,21	<0,05

коррекции деформации во 2-й группе в ряде случаев характеризовались небольшим (в пределах нескольких градусов) отклонением от диапазона нормальных значений РЛУ. Вследствие чего среднее значение данной выборки не отличалось от среднего значения выборки 1-й группы, но все же количество случаев выхода за пределы нормальных показателей соответствовало низким результатам точности коррекции.

Во всех наблюдениях в 1-й группе была получена высокая точность коррекции деформации во фронтальной и сагиттальной плоскостях, достигающая 94,45 %.

В табл. 6 отражены показатели чрескостного остеосинтеза в группах в результате лечения.

Данные табл. 6 свидетельствуют, что при сопоставимых величине удлинения и длительности distraction индекс внешней фиксации оказался достоверно меньше в 1-й группе. Период коррекции деформации во 2-й группе не указан, так как в подавляющем большинстве случаев коррекцию проводили одномоментно, непосредственно в процессе оперативного вмешательства.

Данные, отражающие функциональное состояние нижней конечности в группах до и после лечения, представлены в табл. 7.

Различие по этому показателю между группами как до лечения, так и после было недостоверным. Однако частота отличных результатов в 1-й группе была более чем в 1,5 раза выше, чем во 2-й группе, а удовлетворительных — почти в 2 раза ниже (табл. 8).

Клинический пример пациента из 1-й группы иллюстрируют рис. 1–3.

Характер и частота осложнений представлены в табл. 9.

Воспаление мягких тканей вокруг чрескостных элементов встречалось в обеих группах у подавляющего большинства пациентов с одинаковой частотой (купировали консервативными мероприятиями — смена антисептика и антибактериальная терапия). Переломы чрескостных элементов, которые можно отнести к первой категории осложнений, представляли нарушение целостности спиц, удаление которых не повлияло на стабильность АВФ, а случай из второй категории осложнений во 2-й группе привел к повторному проведению стержня вследствие снижения жесткости конструкции.

Контрактуры коленных суставов сформировались в процессе distraction, несмотря на назначение лечебной физкультуры, причем во всех случаях они отмечены у пациентов возрастной группы от 15 до 17 лет. Вероятно, сказывался объем и, следовательно, сопротивление мягких тканей. Благодаря дополнительному курсу ЛФК и физиотерапевтическому воздействию удалось устранить контрактуры, за исключением двух случаев (по одному в каждой группе), потребовавших выполнения оперативного вмешательства (миотомия промежуточной широкой мышцы бедра).

В 1-й и 2-й группах были зарегистрированы 1 и 2 случая соответственно тракционной невропатии, причиной которых стало ускорение темпа distraction на определенном этапе для предупреждения преждевременной консолидации кости. Несмотря на достижение цели, пришлось временно снизить темп distraction или ее приостановить и провести неврологическую медикаментозную терапию. В случаях когда все-таки не удавалось предотвратить преждевременную консолидацию, выполняли реостеотомию на уровне регенерата (3 пациента).

Таблица 7

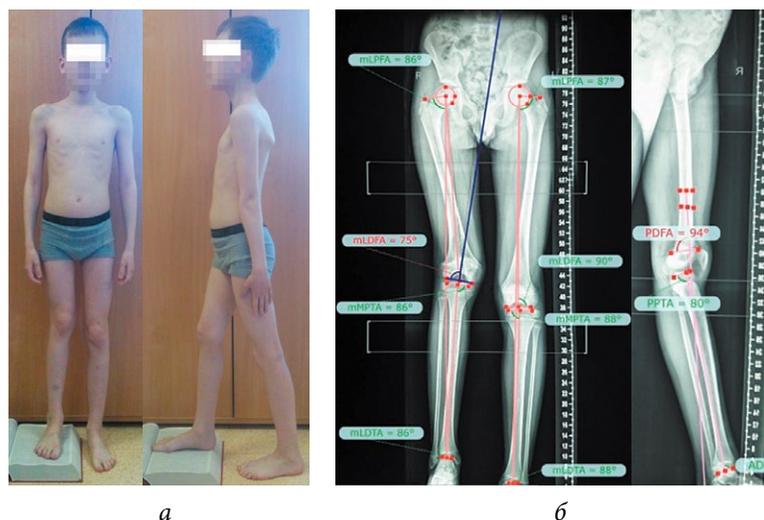
Функциональное состояние нижней конечности по шкале LEFS

Период обследования	Первая группа, баллы $M \pm m$	Вторая группа, баллы $M \pm m$	<i>p</i>
До лечения	45,55 ± 11,07	44,94 ± 9,8	>0,05
Через год после лечения	64,3 ± 9,5	61,38 ± 9,73	>0,05

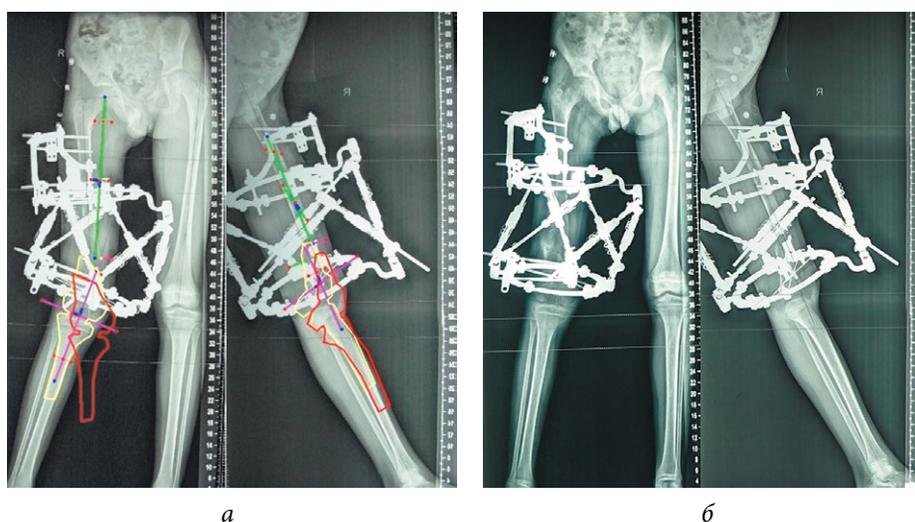
Таблица 8

Частота отличных, хороших и удовлетворительных результатов лечения в группах

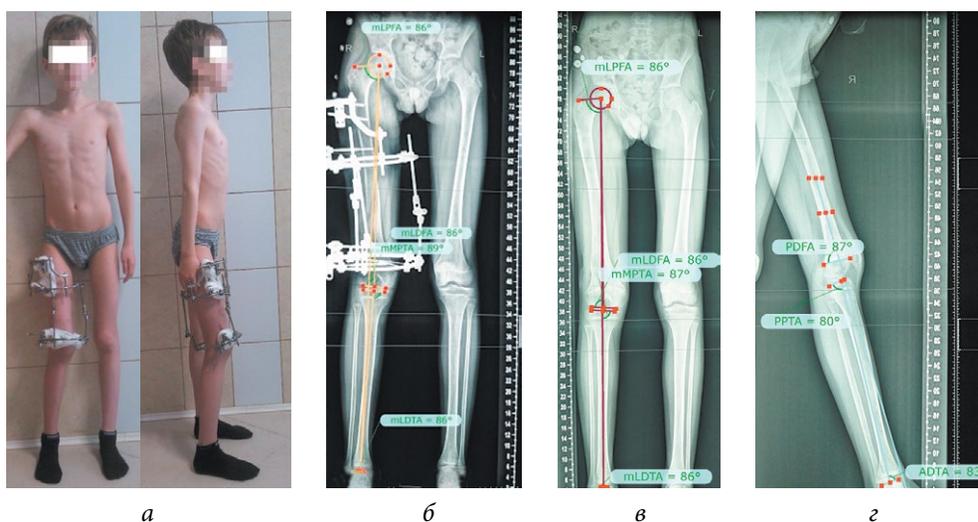
Группа	Отличные результаты (70–80 баллов), %	Хорошие результаты (51–69 баллов), %	Удовлетворительные результаты (45–50 баллов), %
Первая	32,5	57,5	10
Вторая	19,5	61	19,5



**Рис. 1.** Пациент Г., 12 лет, с последствиями гематогенного остеомиелита правого бедра, до лечения: *а* — внешний вид; *б* — панорамные рентгенограммы нижних конечностей, проведены механические оси проксимального и дистального отделов



**Рис. 2.** Пациент Г., 12 лет, с последствиями гематогенного остеомиелита правого бедра. Этап планирования и коррекции деформации: *а* — планирование коррекции деформации в компьютерной программе аппарата Орто-СУВ; *б* — после коррекции деформации



**Рис. 3.** Пациент Г., 12 лет, с последствиями гематогенного остеомиелита правого бедра. После лечения: *а* — внешний вид; *б* — панорамная рентгенограмма перед снятием внешней фиксации; *в, г* — панорамные рентгенограммы через год после лечения, механические оси проксимального и дистального отделов соответствуют нормальным значениям

Таблица 9

## Категории и количество осложнений в группах

Осложнение	Первая группа, n (%)	Вторая группа, n (%)	p
Первая категория			
Воспаление мягких тканей вокруг чрескостных элементов	37 (92,5)	32 (88,9)	<0,05
Контрактура коленного сустава	3 (7,5)	5 (13,9)	>0,05
Перелом чрескостных элементов	1 (2,5)	2 (5,5)	>0,05
Тракционная невропатия	1 (2,5)	2 (5,5)	>0,05
Всего	42 (105)	41 (114)	<0,05
Вторая категория			
Воспаление мягких тканей вокруг чрескостных элементов	1 (2,5)	2 (5,5)	>0,05
Перелом чрескостных элементов	0 (0)	1 (2,8)	>0,05
Преждевременная консолидация регенерата	2 (5)	1 (2,8)	>0,05
Контрактура коленного сустава	1 (2,5)	1 (2,8)	>0,05
Гипопластический регенерат, замедленная консолидация	0 (0)	3 (8,3)	>0,05
Всего	4 (10)	8 (22,2)	>0,05
Третья категория			
Перелом регенерата с потерей коррекции и длины сегмента	0 (0)	1 (2,8)	>0,05
Всего	0 (0)	1 (2,8)	>0,05
Итого	46 (115)	50 (139)	<0,05

Во 2-й группе были отмечены три случая формирования гипопластического регенерата, по поводу чего в двух случаях осуществлены так называемая «динамизация» в АВФ и в одном случае аутопластика зоны замедленной консолидации, что в конечном счете привело к увеличению индекса внешней фиксации.

Во 2-й группе выявлен единственный случай третьей категории осложнений в виде перелома регенерата с потерей коррекции и длины (5 см) сегмента вследствие травмы в АВФ. После перемонтировки АВФ, его стабилизации и в последующем консолидации бедренной кости пациент был госпитализирован для повторного оперативного вмешательства.

Частота каждого вида осложнений, взятого по отдельности, не различалась между группами. Однако осложнения второй категории наблюдались в контрольной группе в 2 раза чаще, чем в основной. Единственное осложнение третьей категории стало следствием травмы и не характеризовало методику.

В 1-й группе для профилактики рецидива деформации при парциальном закрытии дисталь-

ной зоны роста в 3 случаях оперативное вмешательство дополняли эпифизеодезом оставшейся неповрежденной ее части путем рассверливания, а у 4 пациентов выполняли гиперкоррекцию в пределах крайних нормальных значений РЛУ, что осуществимо только при использовании гексапода. Несмотря на предпринятые меры, в отдаленном периоде наблюдения (от 1 года до 3 лет) у некоторых пациентов произошли рецидивы деформаций бедренных костей в связи с продолжающимся ростом. В 1-й группе зафиксирован один случай, вероятно, ввиду недостаточно эффективного эпифизеодеза, а во 2-й группе — три случая по причине того, что эпифизеодез не применяли.

## Обсуждение

Полученные данные соответствуют литературным, свидетельствующим, что применение репозиционного узла Орто-СУВ позволяет избежать множественных перемонтировок АВФ для устранения каждого из компонентов деформации. В аппарате Илизарова, при невозможности устранить деформацию одномоментно, необходи-

мо неоднократно (от 3 до 5) изменять конструкцию с использованием унифицированных узлов [10, 17, 18]. При применении аппарата Орто-СУВ удастся сократить сроки коррекции деформации ввиду отсутствия необходимости множественных перемонтировок АВФ.

В литературе представлены данные, отражающие длительность лечения деформаций аппаратом Taylor Spatial Frame (TSF) в сравнении с другими аппаратами, сопоставлены периоды остеосинтеза TSF, аппаратом Илизарова и молатеральным аппаратом Orthofix. Период остеосинтеза в аппарате TSF был меньше, чем в аппарате Илизарова и аппарате Orthofix, а индекс остеосинтеза в трех группах не имел значимых различий [19]. В нашем исследовании значимо отличался только индекс внешней фиксации, оказавшийся меньше при применении аппарата Орто-СУВ. Наравне со скоростью коррекции аппарат отличается большей точностью [20]. В работе D. Dammerer (2011) проведена сравнительная оценка точности коррекции тремя различными аппаратами. Автор сообщает, что средние значения показателей по завершении коррекции значимо не отличались. Однако в нашей работе применение репозиционного узла позволило получить значительно более высокую точность коррекции (94,45 %) бедренной кости по сравнению с аппаратом Илизарова (30 %), что обусловлено техническими особенностями последнего.

Было установлено, что длительность коррекции деформации модулем Орто-СУВ не зависит от ее сложности и значительно меньше для средних и сложных деформаций в сравнении с аппаратом Илизарова, но в случае простых деформаций преимущества не столь явные [21]. Действительно, при коррекции средних и сложных деформаций Орто-СУВ имеет явные преимущества за счет возможности одновременно устранять все компоненты этих деформаций, а уменьшение индекса внешней фиксации связано, вероятно, с тем, что коррекция в аппарате Орто-СУВ осуществляется по единой, интегральной траектории, что положительным образом сказывается на свойствах distractionного регенерата.

Термин «осложнение» при чрескостном остеосинтезе трактуется неоднозначно: можно найти различные варианты определения и классификаций осложнений [22–25]. Данные об осложнениях при удлинении и/или коррекции деформаций бедра различными методиками также значительно отличаются и находятся в диапазоне от 39,6 % [26] до 100 % [27]. Наиболее информативна классификация осложнений J. Saton (1991), в достаточной мере оценивающая результат лечения. Воспале-

ние мягких тканей вокруг чрескостных элементов, по данным различных авторов, составляет от 8,2 до 96 % [8, 19, 23, 25, 26]. В нашем исследовании высокий процент осложнений первой категории (>100 %) объясняется тем, что у одного пациента их было несколько, суммарно же количество осложнений было меньше в 1-й группе.

В отношении функциональных показателей лечения мы не обнаружили явных различий в зависимости от вида АВФ, что предположительно свидетельствует о влиянии самой патологии, а не используемого АВФ.

С профилактической целью оправдано применение эпифизедеза неповрежденной части дистальной зоны роста бедренной кости при ее парциальном закрытии, тем не менее уместно выполнять также гиперкоррекцию в пределах крайних нормальных значений РЛУ, что при сохранении механической оси сегмента в рамках допустимого отклонения позволит дополнительно повысить результативность профилактических мероприятий в случае недостаточной эффективности эпифизедеза.

## Заключение

Таким образом, более высокая точность коррекции деформации бедренной кости наблюдалась при применении репозиционного узла Орто-СУВ, преимущества которого наиболее выражены при коррекции деформаций средней и сложной степеней. При коррекции деформации бедренной кости в модуле Орто-СУВ отмечено формирование более полноценного distractionного регенерата, при этом зафиксировано меньшее число осложнений. В случае парциального повреждения дистальной зоны роста бедренной кости показан ее эпифизедез, изолированно или в сочетании с гиперкоррекцией деформации в пределах крайних нормальных значений РЛУ.

Подводя итоги, можно сказать, что применение на этапах коррекции деформации бедренной кости универсального репозиционного узла Орто-СУВ позволяет значительно повысить эффективность методики чрескостного остеосинтеза.

## Дополнительная информация

**Источник финансирования.** Работа проведена в рамках Государственного задания Министерства здравоохранения Российской Федерации № АААА-А18-118122690156-8.

**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, одобрено локальным этическим комитетом ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России (протокол № 2017/6 от 28.11.2017).

Пациенты (их представители) дали согласие на обработку и публикацию персональных данных.

#### Вклад авторов

**Б.Х. Долгиев** — разработка методологии исследования. Написание всех разделов статьи. Сбор литературных данных и их обработка. Прооперировал 40 пациентов.

**Ю.Е. Гаркавенко** — руководство и участие в разработке методологии исследования. Прооперировал 36 пациентов.

**А.П. Поздеев** — руководство и участие в разработке методологии исследования. Редактирование текста статьи.

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

#### Литература

1. Минаев С.В., Моторина Р.А., Лескин В.В. Комплексное лечение острого гематогенного остеомиелита у детей // Хирургия. Журнал им. Н.И. Пирогова. – 2009. – № 8. – С. 41–44. [Minaev SV, Motorina RA, Leskin VV. Complex treatment of acute hematogenous osteomyelitis in children. *Khirurgiia (Mosk)*. 2009;(8):41-44. (In Russ.)]
2. Бландинский В.В., Нестеров А.Л., Афиногенов В.А., и др. Острый гематогенный остеомиелит у новорожденных // Сборник тезисов республиканского симпозиума по детской хирургии с международным участием «Остеомиелит у детей». Ч. I; Ижевск, 18 апреля 2006 г. – Ижевск, 2006. – С. 33–34. [Blandinskiy VV, Nesterov AL, Afinogenov VA, et al. Ostryy gematogennyi osteomielit u novorozhdennykh. In: Proceedings of the Republican Symposium on pediatric surgery with international participation “Osteomielit u detey”. Part I; Izhevsk, 18 Apr 2006. Izhevsk; 2006. P. 33–34. (In Russ.)]
3. Скворцов А.П., Гильмутдинов М.Р. Современные особенности течения острого гематогенного метаэпифизарного остеомиелита у детей // Тезисы XIV российского национального конгресса «Человек и его здоровье»; Санкт-Петербург, 20–23 октября 2009 г. – СПб., 2009. – С. 105–106. [Skvortsov AP, Gil'mutdinov MR. Sovremennye osobennosti techeniya ostrogo gematogennogo metaepifizarnogo osteomielita u detey. In: Proceedings of the 14<sup>th</sup> Russian National Congress “Cheloveki ego zdorov'e”; Saint Petersburg; 20–23 Oct 2009. Saint Petersburg; 2009. P. 105-106. (In Russ.)]
4. McPherson DM. Osteomyelitis in the neonate. *Neonatal Netw*. 2002;21(1):9-22. <https://doi.org/10.1891/0730-0832.21.1.9>.
5. Гаркавенко Ю.Е. Ортопедические последствия гематогенного остеомиелита длинных трубчатых костей у детей (клиника, диагностика, лечение): Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 2011. [Garkavenko YE. Ortopedicheskie posledstviya gematogennogo osteomielita dlennykh trubchatykh kostey u detey (klinika, diagnostika, lechenie). [dissertation] Saint Petersburg; 2011. (In Russ.)]
6. Waldegger M, Huber B, Kathrein A, Sitte I. Correction of the leg axis after epiphyseal fracture and progressive abnormal growth of the proximal tibia. *Unfallchirurg*. 2001;104(3):261-265. <https://doi.org/10.1007/s001130050724>.
7. Brouwer GM, van Tol AW, Bergink AP, et al. Association between valgus and varus alignment and the development and progression of radiographic osteoarthritis of the knee. *Arthritis Rheum*. 2007;56(4):1204-1211. <https://doi.org/10.1002/art.22515>.
8. Hasler CC, Krieg AH. Current concepts of leg lengthening. *J Child Orthop*. 2012;6(2):89-104. <https://doi.org/10.1007/s11832-012-0391-5>.
9. Поздеев А.П. Ложные суставы и дефекты костей у детей: Автореф. дис. ... д-ра мед. наук. – СПб., 1999. [Pozdeev AP. Lozhnye sustavy i defekty kostey u detey. [dissertation] Saint Petersburg; 1999. (In Russ.)]
10. Соломин Л.Н., Виленский В.А., Утехин А.И., и др. Сравнительный анализ репозиционных возможностей чрескостных аппаратов, работающих на основе компьютерной навигации и аппарата Илизарова // Гений ортопедии. – 2009. – № 1 – С. 5–10. [Solomin LN, Vilenskiy VA, Utekhin AI, et al. The comparative analysis of the reposition potentials of transosseous devices operating on the basis of computer navigation and the Ilizarov fixator. *Genij ortopedii*. 2009;(1):5-10. (In Russ.)]
11. Виленский В.А., Поздеев А.П., Бухарев Э.В., и др. Ортопедические гексаподы: история, настоящее, перспективы // Ортопедия, травматология и восстановительная хирургия детского возраста. – 2015. – Т. 3. – № 1. – С. 61–69. [Vilenskiy VA, Pozdeev AP, Bukharev EV, et al. Ortopedicheskie geksapody: istoriya, nastoyashchee, perspektivy. *Pediatric traumatology, orthopaedics and reconstructive surgery*. 2015;3(1):61-69. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.17816/PTORS3161-69>.
12. Соломин Л.Н., Щепкина Е.А., Виленский В.А., и др. Коррекция деформаций бедренной кости по Илизарову и основанная на компьютерной навигации аппаратом «Орто-СУВ» // Травматология и ортопедия России. – 2011. – № 3. – С. 32–39. [Solomin LN, Shchepkina EA, Vilenskiy VA, et al. Correction of femur deformities by Ilizarov method and by apparatus Ortho-SUV based on computer navigation. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2011;(3):32-39. (In Russ.)]. <https://doi.org/10.21823/2311-2905-2011-0-3-32-39>.
13. Соломин Л.Н., Виленский В.А. Практическая классификация деформаций длинных трубчатых

- костей // Травматология и ортопедия России. – 2008. – № S3. – С. 44. [Solomin LN, Vilenskiy VA. Prakticheskaya klassifikatsiya deformatsiy dlinnykh trubchatykh kostey. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 2008;(S3):44. (In Russ.)]
14. Paley D. Principles of deformity correction. – New York: Springer-Verlag; 2005. – 806 p. <https://doi.org/10.1007/978-3-642-59373-4>.
  15. Caton J. L'allongement bilatéral des membres inférieurs chez les sujets de petite taille en France. Résultats de l'enquête GEOP; notre expérience: Traitement des inégalités de longueur des membres inférieurs et des sujets de petite taille chez l'enfant et l'adolescent: Symposium sous la direction de J. Caton (Lyon). *Rev Chir Orthop*. 1991;77(S1):74-77.
  16. Садофьева В.И., Корнилов Н.В., Корнилов Н.Н. Особенности консолидации переломов костей голени в условиях неблагоприятной экологической обстановки // Травматология и ортопедия России. – 1998. – № 2. – С. 58–61. [Sadof'eva VI, Kornilov NV, Kornilov NN. Osobennosti konsolidatsii perelomov kostey goleni v usloviyakh neblagopriyatnoy ekologicheskoy obstanovki. *Traumatology and Orthopedics of Russia*. 1998;(2):58-61. (In Russ.)]
  17. Feldman DS, Madan SS, Koval KJ, et al. Correction of tibia vara with six-axis deformity analysis and the Taylor Spatial Frame. *J Pediatr Orthop*. 2003;23(3):387-391. <https://doi.org/10.1097/01241398-200305000-00022>.
  18. Feldman DS, Shin SS, Madan S, Koval KJ. Correction of tibial malunion and nonunion with six-axis analysis deformity correction using the Taylor Spatial Frame. *J Orthop Trauma*. 2003;17(8):549-554. <https://doi.org/10.1097/00005131-200309000-00002>.
  19. Dammerer D, Kirschbichler K, Donnan L, et al. Clinical value of the Taylor Spatial Frame: a comparison with the Ilizarov and Orthofix fixators. *J Child Orthop*. 2011;5(5):343-349. <https://doi.org/10.1007/s11832-011-0361-3>.
  20. Paley D, Herzenberg JE, Tetsworth K, et al. Deformity planning for frontal and sagittal plane corrective osteotomies. *Orthop Clin North Am*. 1994;25(3):425-465.
  21. Скоромошко П.В. Оптимизация лечения больных с диафизарными деформациями бедренной кости на основе использования чрескостного аппарата со свойствами пассивной компьютерной навигации (экспериментально-клиническое исследование): Автореф. дис. ... канд. мед. наук. – СПб., 2014. [Skoromoshko PV. Optimizatsiya lecheniya bol'nykh s diafizarnymi deformatsiyami bedrennoy kosti na osnove ispol'zovaniya chreskostnogo apparata so svoystvami passivnoy komp'yuternoy navigatsii (eksperimental'no-klinicheskoe issledovanie). [dissertation] Saint Petersburg; 2014. (In Russ.)]
  22. Dahl MT, Gulli B, Berg T. Complications of limb lengthening. A learning curve. *Clin Orthop Relat Res*. 1994(301):10-18. <https://doi.org/10.1097/00003086-199404000-00003>.
  23. Попков А.В. Ошибки и осложнения при оперативном удлинении нижних конечностей методом Илизарова у взрослых // Вестник хирургии. – 1991. – № 1. – С. 113–116. [Popkov AV. Oshibki i oslozhneniya pri operativnom udlinenii nizhnikh konechnostey metodom Ilizarova u vzroslykh. *Vestnik khirurgii*. 1991;(1):113-116. (In Russ.)]
  24. Ilizarov GA. Clinical application of the tension-stress effect for limb lengthening. *Clin Orthop Relat Res*. 1990(250):8-26. <https://doi.org/10.1097/00003086-199001000-00003>.
  25. Paley D. Problems, obstacles, and complications of limb lengthening by the Ilizarov technique. *Clin Orthop Relat Res*. 1990(250):81-104. <https://doi.org/10.1097/00003086-199001000-00011>.
  26. Шевцов В.И., Попков А.В., Попков Д.А. Осложнения при удлинении бедра в высокодетальном автоматическом режиме // Гений ортопедии. – 1997. – № 4. – С. 24–28. [Shevtsov VI, Popkov AV, Popkov DA. Oslozhneniya pri udlinenii bedra v vysokodrobnom avtomaticheskom rezhime. *Genij ortopedii*. 1997;(4):24-28. (In Russ.)]
  27. Noonan KJ, Lyes M, Forriol F, Canadell J. Distraction osteogenesis of the lower extremity with use of monolateral external fixation. A study of two hundred and sixty-one femora and tibiae. *J Bone Joint Surg Am*. 1998;80(6):793-806. <https://doi.org/10.2106/00004623-199806000-00003>.

#### Сведения об авторах

**Багауддин Хавашевич Долгиев\*** — врач — травматолог-ортопед отделения костной патологии ФГБУ «НИДОИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0003-2184-5304>. E-mail: dr-b@bk.ru.

**Bagauddin H. Dolgiev\*** — MD, Orthopedic and Trauma Surgeon of the Department of Bone Pathology. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0003-2184-5304>. E-mail: dr-b@bk.ru.

**Юрий Евгеньевич Гаркавенко** — д-р мед. наук, профессор кафедры детской травматологии и ортопедии ФГБОУ ВО «СЗГМУ им. И.И. Мечникова» Минздрава России, ведущий научный сотрудник отделения костной патологии ФГБУ «НИДООИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-9661-8718>. E-mail: [yurijgarkavenko@mail.ru](mailto:yurijgarkavenko@mail.ru).

**Александр Павлович Поздеев** — д-р мед. наук, профессор, главный научный сотрудник отделения костной патологии ФГБУ «НИДООИ им. Г.И. Турнера» Минздрава России, Санкт-Петербург. <https://orcid.org/0000-0001-5665-6111>. E-mail: [prof.pozdeev@mail.ru](mailto:prof.pozdeev@mail.ru).

**Yuriy E. Garkavenko** — MD, PhD, D.Sc., Professor of the Chair of Pediatric Traumatology and Orthopedics. North-Western State Medical University n.a. I.I. Mechnikov; Leading Research Associate of the Department of Bone Pathology of The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-9661-8718>. E-mail: [yurijgarkavenko@mail.ru](mailto:yurijgarkavenko@mail.ru).

**Alexander P. Pozdeev** — MD, PhD, D.Sc., Professor, Chief Researcher of the Department of Bone Pathology. The Turner Scientific Research Institute for Children's Orthopedics, Saint Petersburg, Russia. <https://orcid.org/0000-0001-5665-6111>. E-mail: [prof.pozdeev@mail.ru](mailto:prof.pozdeev@mail.ru).