

Проблемы оперативного лечения детей, страдающих витамин D-резистентным рахитом

А.В. Попков, Д.А. Попков, Е.Н. Горбач, А.Я Коркин

The problems of surgical treatment of children with vitamin-D-resistant rickets

A.V. Popkov, D.A. Popkov, E.N. Gorbach, A.Ia Korkin

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» им. академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения Российской Федерации
(директор – д.м.н. А.В. Губин)

Цель. Изучить эффективность применения комбинированного остеосинтеза при лечении деформаций нижних конечностей у детей с витамин D-резистентным рахитом. **Материалы и методы.** На основании анализа 369 историй болезни, отражающих результаты оперативного лечения многоплоскостных деформаций у больных витамин D-резистентным (гипофосфатемический) рахитом, авторы оценили частоту рецидива деформаций длинных костей нижних конечностей и выявили морфологические особенности костей. **Результаты.** Остеосинтез аппаратом Илизарова после корригирующей остеотомии является наиболее надежным средством фиксации для данной категории больных, однако сроки фиксации оставались значительными (до 160 дней), а рецидивы деформаций у растущего ребенка наблюдались в 69,5 % случаев. Комбинированный остеосинтез аппаратом Илизарова с интрамедуллярным армированием спицами с биоактивным покрытием снижает риск повторных деформаций до 20 %, а сроки фиксации аппаратом внешней фиксации уменьшаются в 2-3 раза. Повторные деформации развиваются на уровне новых, формирующихся в процессе роста участков метафиза кости. **Заключение.** Успех лечения деформаций у больных фосфат-диабетом во многом зависит не только от точности биомеханической коррекции оси конечности и способа фиксации костных фрагментов, но и от реальной возможности управлять скоростью репаративного процесса и влиять на качество костного регенерата через биоактивное покрытие костного имплантата. Оперативное лечение должно сопровождаться интенсивным консервативным лечением, влияющим на патогенез заболевания (повышенные дозы витамина D и его метаболитов, препараты с витамин D-активностью, препараты кальция и фосфора, при необходимости соматотропин и кальцитонин).

Ключевые слова: комбинированный остеосинтез, аппарат Илизарова, интрамедуллярное армирование, остеоиндукция, рецидивы деформаций.

Purpose. To study the efficiency of combined osteosynthesis use for treatment of lower limb deformities in children with vitamin D-resistant rickets. **Materials and Methods.** The authors evaluated the recurrence incidence for long bone deformities of the lower limbs, and revealed the morphological features of the bones based on analyzing 369 case reports reflecting the results of surgical treatment of multiplanar deformities in patients with vitamin D-resistant (hypophosphatemic) rickets. **Results.** Osteosynthesis with the Ilizarov fixator after correcting osteotomy is the most reliable option of fixation for such patients, though the periods of fixation still been significant (up to 160 days), and deformity recurrences in the growing child observed in 69.5 % of cases. The combined osteosynthesis using the Ilizarov fixator with intramedullary reinforcement by wires with bioactive coating reduces the risk of re-deformities up to 20 %, and the fixation periods using the external fixator 2-3-fold decrease. Re-deformities develop at the level of new parts of bone metaphysis formed during growth. **Conclusion.** The success of deformity treatment in patients with diabetes phosphaticus largely depends not only on the accuracy of limb axis biomechanical correction and the technique of bone fragmental fixation, but also on the real possibility of controlling the rate of reparative process and influencing the regenerated bone quality through the bioactive coating of bone implant. Surgical treatment should be accompanied by intense conservative treatment influencing the disease pathogenesis (the increased doses of vitamin D and its metabolites, the preparations with vitamin D-activity, calcium and phosphorus preparations, Somatotropin and Calcitonin if necessary).

Keywords: combined osteosynthesis, the Ilizarov fixator, intramedullary reinforcement, osteoinduction, deformity recurrences.

Согласно современным представлениям, рахит – заболевание, обусловленное временным несоответствием между потребностями растущего организма в кальции и фосфоре и недостаточностью систем, обеспечивающих их доставку в организм [1, 5, 6]. Наибольший удельный вес в структуре заболеваний с обменными нарушениями скелета из группы так называемых рахитоподобных заболеваний занимает витамин-D-резистентный (гипофосфатемический) рахит (фосфат-диабет), его частота составляет 1:20 000 детского населения. Это доминантно сцепленное с X-хромосомой заболевание с глубокими нарушениями фосфорно-кальциевого обмена, которые не удается восстановить обычными дозами витамина D [12, 18].

Основными факторами, ответственными за рост и нормальную минерализацию костной ткани, являются ионы кальция, фосфаты, витамин D и паратиреоидный гормон. Важную роль в поддержании гомеостаза кальция и фосфора – основных компонентов минеральной составляющей костной ткани – играют почки [9, 11, 15].

Изменение содержания в организме ионов кальция, фосфатов, витаминов, микроэлементов, гормонов и нарушение метаболизма в конечном итоге приводят к разви-

тию характерных деформаций костей. Такие деформации у больных витамин D-резистентным рахитом обусловлены глубокими изменениями в морфологии костной ткани [3, 6], а, следовательно, изменяющимися механическими свойствами кости. При морфологическом исследовании в метафизарных участках бедренной и большеберцовой кости, формирующих коленный сустав, наблюдается повышенное содержание остеоида, в котором практически нет кристаллов гидроксиапатита. Метафизы представляют крупноячеистую структуру, где на фоне остеопороза видны большие лакуны, зоны кистозного перерождения. Данный процесс сопровождается также истончением коркового слоя и появлением зон перестройки костной ткани – зон Лоозера, которые были впервые описаны в 1920 г. E. Looser и дополнены в 1934 г. L.A. Milkman [16, 17].

Исправлять такие деформации следует в раннем возрасте, поскольку воздействие тяжелых деформаций может способствовать развитию дегенеративного поражения суставов, особенно тазобедренных и коленных. Показанием к хирургической коррекции, по данным некоторых авторов, является деформация каждого изолированного сегмента, образование угла в коленном суставе свыше 20-25°, вызывающие утомляемость при ходьбе и

боли. Рецидив смещения биомеханической оси нижней конечности с отклонением ее даже в 5° в одной плоскости приводит к нарушению функций опорно-двигательной системы и требует повторной оперативной коррекции [14, 19]. Л.В. Скляр [8] считает, что наряду с коррекцией угловых смещений у больных с пострахитическими и рахитоподобными деформациями нижних конечностей необходимо устранять и торсионные компоненты.

При наличии стойких искривлений применяют разнообразные остеотомии (клиновидную, крестообраз-

ную, множественную линейную, окончатую). Однако процесс репаративной регенерации у больных рахитом или фосфат-диабетом после таких операций крайне замедлен, поэтому хирурги предпочитают прибегать к оперативному лечению лишь по окончании «цветущей» стадии рахита, т.е. в период ремиссии, в 5-6 лет. В этом возрасте степень выраженности пострахитических и рахитоподобных деформаций нижних конечностей меньше, чем у детей старшей возрастной группы, и выше регенераторные способности организма.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Опыт клинического наблюдения и хирургического лечения больных витамин D-резистентным (гипофосфатемический) рахитом в РНЦ «ВТО» насчитывает 369 случая госпитализации (90 % из них были дети в возрасте от 6 до 17 лет). У всех пациентов были деформированы нижние конечности. Выделяют четыре основных клинко-рентгенологических варианта деформаций: деформация голени (преимущественно в проксимальной и диафизарной частях) без вовлечения в процесс вышележащих сегментов; деформация нижних конечностей с расположением вершины деформации вблизи суставных концов костей, образующих коленный сустав (нижней трети бедра и верхней трети голени); деформация дистальной трети бедра и деформация голени на всем протяжении сегмента; многоплоскостная деформация бедра и голени.

У всех пациентов имели место тяжелые костные деформации (более 40°), затрудняющие передвижение. Именно это стало основным показанием для оперативного лечения. Деформации бедра наблюдали у 276 пациентов с локализацией вершины деформации в ниж-

ней трети сегмента (61,6 %) и в средней трети диафиза (23,9 %), в остальных случаях деформация была на протяжении всего сегмента. Деформации голени наблюдали на 308 конечностях. На протяжении всего сегмента в 56,2 % случаев имели место варусно-торсионные деформации, в остальных случаях – варусная деформация с вершиной деформации в зоне проксимального метафиза.

С 1981 года всем пациентам осуществляли поперечные корригирующие остеотомии на вершине деформации с фиксацией аппаратом Илизарова. В начале XXI века мы начали применять дополнительно интрамедуллярное армирование спицами с биоактивным покрытием. Эти спицы изготовлены из титана, дугообразно изогнуты, толщина спиц варьирует от 1,8 до 3,0 мм (в зависимости от рентгенологического диаметра костномозгового канала).

Результаты оперативного лечения у всех больных контролировали клиническими и рентгенологическими методами. Методами компьютерной и магнитно-резонансной томографии обследованы 24 пациента, у 7 пациентов осуществлена биопсия костного вещества.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Причина деформаций конечности лежит в морфологических изменениях костей. При морфологическом исследовании и компьютерной томографии в метафизарных отделах кости наблюдается повышенное содержание остеоида, груботрабекулярное костное вещество с участками крупноячеистой структуры с зонами кистозного перерождения (рис. 1). Содержание кальция снижено в 2-3 раза (до 10-13 г/100 г сухого вещества). Плотность кости в метаэпифизах бедренной и большеберцовой кости значительно варьировала: в участках груботрабекулярной ткани плотность колебалась от 20 до 100 НУ, в участках склероза в среднем составляла 450±50НУ, плотность кортикальной пластинки составляла 1050±60НУ.

На уровне диафиза длинных костей у детей старшего возраста и взрослых над вершиной деформации нередко наблюдается истончение коркового слоя и даже появление зон перестройки костной ткани – зон Лоозера. Многочисленные виды корригирующих остеотомий позволяют исправить любые деформации, однако процесс репаративной регенерации у больных фосфат-диабетом после таких операций крайне замедлен, поэтому лучшим способом фиксации остается аппарат Илизарова.

С 1981 по 2006 год оперировано 189 детей, которым осуществлена коррекция бедра и коррекция оси голени после корригирующей остеотомии с фиксацией конечности аппаратом Илизарова по классической схеме (эту группу пациентов мы рассматриваем как группу срав-

нения). В 62 % случаев проводили полисегментарное лечение (одностороннее) по методике монолокального остеосинтеза бедра и биллокального остеосинтеза голени. В остальных случаях – монолокальный остеосинтез на бедре и голени. Период фиксации бедра аппаратом Илизарова колебался от 63,7 до 112,3 дня после предварительной дозированной коррекции деформации сегмента, продолжительность которой в зависимости от методики остеосинтеза колебалась от 7 до 48 дней (общий срок остеосинтеза аппаратом Илизарова достигал 160 дней). Общий срок фиксации голени аппаратом Илизарова колебался от 100 до 190 дней. Ближайший результат лечения (до одного года) у всех больных был оценен как хороший (81,8 %) и удовлетворительный (18,2 %). Отдаленный результат лечения (от 1 года до 10 лет) наблюдали у 70 % пациентов. Рецидив деформации наблюдали у 43,9 % больных, причем деформация бедра достигала 73 % от исходной величины, а деформация голени – 53,9 % [2]. У всех пациентов этой группы рентгенологически длительное время наблюдался остеопороз костей конечности, а у пациентов старшего школьного возраста нередко наблюдали формирование лоозеровских зон на уровне диафиза бедренной или большеберцовой кости. Нужно отметить, что Е.А. Рязанова [4], анализируя в своей кандидатской диссертации рентгенологические изменения в костях этой же группы детей, оценила состояние конечности как рецидив деформации в 69,5 % случаев.

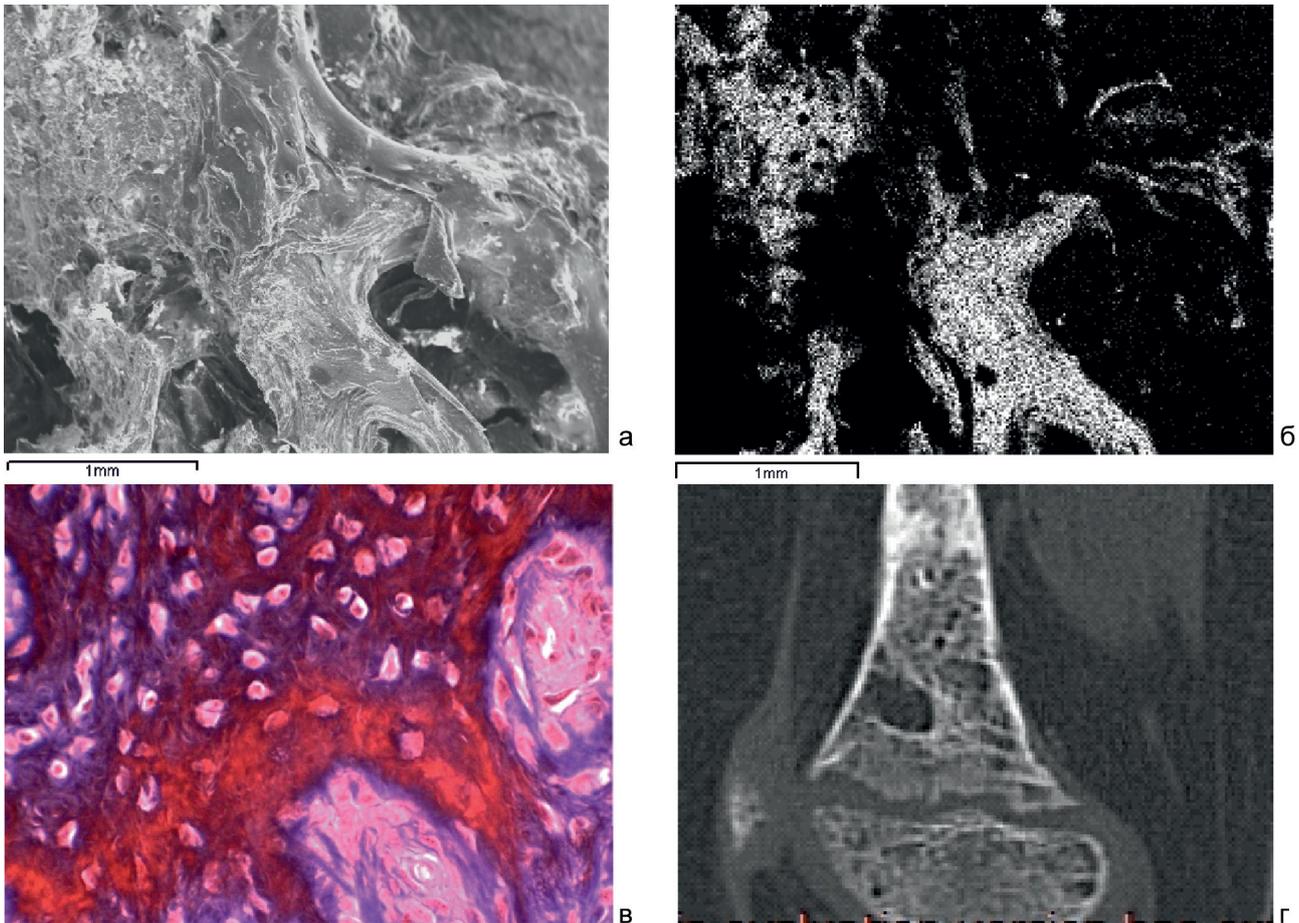


Рис. 1. Крупноячеистая структура измененного кортикального слоя бедренной кости в области метафиза больной С. 9 лет. Мозаичное чередование кальцифицированных и некальцифицированных участков: а – электронная сканограмма; б – распределение кальция в обозначенном участке бедренной кости (карта электронно-зондового микроанализа. Ув. $\times 33$); в – микрофотография, окраска по Массону (ок. $10\times$, об. $40\times$); компьютерная томография этого же участка дистального метаэпифиза бедра

Комбинация корригирующей остеотомии с интрамедуллярным армированием спицами с биоактивным покрытием (всего с 2004 по 2012 год оперировано 104 ребенка) резко сократила сроки периода фиксации конечности аппаратом Илизарова: период консолидации бедра снизился вплоть до 30 дней (в среднем $38,2\pm 6,0$), а голени – до 45 (в среднем $51\pm 12,1$) дней. Более того, впервые осуществлено наряду с коррекцией деформации успешно анатомическое удлинение сегментов конечности. Данная группа больных по сравнению с контрольной статистически однородна по возрасту (6-17 лет), по тяжести деформаций, по биохимическим показателям крови и мочи, клиническим и рентгенологическим изменениям конечностей. В обеих группах операции проводились в период стойкой клинко-лабораторной ремиссии в течение не менее 2 лет.

Длительное клиническое наблюдение результата лечения у детей данной группы (с интрамедуллярным армированием) показало, что на уровне оперативной коррекции деформации рецидивов практически не было. Однако по мере роста ребенка, роста конечности в длину формировались новые зоны метафиза кости, морфологическое строение которых практически не отличалась от исходной картины. Новые участки метафиза не выдерживали механической нагрузки и постепенно деформировались, что потребовало дополнительных оперативных вмешательств у 20 % детей. Им осуществляли корригирующие остеотомии на уровне вершины угла деформации метафиза кости и введение новых интрамедуллярных спиц, как правило, более длинных и зачастую с большим диаметром (рис. 2).

Клинический пример. Пациент Б., 10 лет. Диагноз: витамин D-резистентный (гипофосфатемический) рахит, многоплоскостные деформации нижних конечностей.

Анамнез – в возрасте 5 лет лечился оперативно в РНЦ «ВТО» им. академика Г.А. Илизарова по поводу варусной деформации нижних конечностей. Были произведены последовательно корригирующие остеотомии бедра и голени (сначала справа, затем слева) и остеосинтез аппаратом Илизарова по классической схеме. Остеосинтез аппаратом продолжался 101 день с последующей фиксацией конечности тазобедренной гипсовой повязкой в течение 2 мес. Рецидив деформации отметили уже через год.

В возрасте 10 лет осуществлена корригирующая остеотомия бедра и голени с интрамедуллярным остеосинтезом титановыми спицами, покрытыми гидроксипатитом (ГА), полисегментарный остеосинтез аппаратом Илизарова. Результат лечения (рис. 2, б) сохранялся несколько лет. В 15 лет начался активный физиологический рост пациента, сформировались новые метафизарные участки бедренной и большеберцовой костей в зоне коленного сустава высотой по 4-5 см (рис. 2, в). Рентгенологически отмечена крупноячеистая структура метафиза и истонченный кортикальный слой, что значительно ослабило механическую прочность кости и, как результат, наступила деформация в надмышцелковой и подмышцелковой области костей (в зоне интрамедуллярных спиц результат оперативного лечения сохраняется). Такая деформация потребовала дополнительной корригирующей остеотомии и введения дополнительно интрамедуллярных имплантатов с ГА покрытием через новые участки кости (рис. 2, г).



Рис. 2. Рентгенограммы правой нижней конечности больного Б.: а – возраст 10 лет (до оперативного лечения), б – возраст 10 лет (после демонтажа аппарата Илизарова), в – возраст 15 лет (деформация на уровне нового участка метафиза костей), г – возраст 16 лет (после дополнительной коррекции оси и интрамедуллярного остеосинтеза)

По нашему мнению, успех лечения во многом зависит не только от способа фиксации костных фрагментов, от уровня, плоскости остеотомии, но и от качества костного регенерата, от реальной возможности управлять репаративным процессом, восстанавливать структуру кости, сокращать сроки лечения. Эту задачу и призвано выполнять биоактивное покрытие ГА. Интрамедуллярный остеосинтез спицами обеспечивает дополнительный фактор стабильности костных фрагментов, обеспечивает остеокондуктивные условия для репаративной регенерации костной ткани, индуцирует функцию мезенхимальной ткани костного мозга, приносит ценный микроэлементный состав, максимально приближенный к минеральному составу кости человека. В этих условиях продолжительность фиксации аппаратом Илизарова сокращается в несколько раз за счет биологического эффекта стимулирования репаративного остеогенеза независимо от возраста пациента. Нанопокрывание спиц [7] обеспечивает прочную фиксацию имплантата внутри кости, предотвращает миграцию спиц, индуцирует локальный остеогенез и, возможно, оказывает системное воздействие на скелет ввиду того, что фосфаты на покрытии становятся легко доступны для обменных процессов, им не нужно преодолевать барьеры желудочно-кишечного тракта. Мы полагаем, что образование органического субстрата кости после адгезии остеогенных клеток на поверхности имплантата ускоряется, значительно повышается процесс обызвествления и окостенения за счет резорбции гидроксиапатита на поверхности спиц. В какой степени в этот процесс вовлекается формирование

кости в метаэпифизарных зонах пока не ясно, не ясно и влияние на процесс моделирования кости со стороны надкостницы. Однако очевидна нормализация физиологической регенерации кости на всем протяжении имплантата, где постепенно ликвидируется остеопороз: через год после операции плотность кортикальных пластинок бедра составляла в среднем $1103,2 \pm 104$ HU, а на большеберцовой кости 1285 ± 44 HU.

Медикаментозное лечение фосфат-диабета современными препаратами проводилось до операции, в процессе остеосинтеза и после демонтажа аппарата в соответствии с принятыми в России стандартами. Лечение начиналось по месту жительства, там же получено направление для хирургического лечения, зачастую после консультаций в ведущих детских клиниках Москвы и С.-Петербурга. Мы не посчитали себя вправе изменять что-либо в интенсивности консервативного лечения, тем более, что не наблюдали ухудшения состояния пациента и углубления дистрофии костной ткани. Консервативное лечение не препятствует и влиянию интрамедуллярного армирования спицами с ГА-покрытием. Мы не рекомендуем удалять эти спицы рано – это имеет значение для профилактики рецидива деформаций. К этому же мнению пришли и другие исследователи [10, 13, 20].

В настоящее время мы работаем над проблемой создания деградируемых имплантатов и технологией непосредственного влияния имплантата на ростковый хрящ, чтобы вновь формируемые участки эпиметафиза постоянно находились под влиянием имплантата.

ВЫВОДЫ

Исправлять многоплоскостные деформации длинных костей можно в раннем детском возрасте (5-6 лет), поскольку воздействие тяжелых деформаций может способствовать развитию дегенеративного поражения суставов, особенно тазобедренного и коленного.

Успех лечения деформаций у больных фосфат-диабетом во многом зависит не только от точности биомеханической коррекции оси конечности и способа фиксации костных фрагментов, но и от реальной возможности управлять

скоростью репаративного процесса и влиять на качество костного регенерата через биоактивное покрытие костного имплантата.

Оперативное лечение должно сопровождаться интенсивным консервативным лечением, влияющим на патогенез заболевания (повышенные дозы витамина D и его метаболитов, препараты с витамин D-активностью, препараты кальция и фосфора, при необходимости соматотропин и кальцитонин).

ЛИТЕРАТУРА

1. Агейкин А.В. Спорные теоретические и практические вопросы рахита у детей на современном этапе // Педиатрия. 2003. № 4. С. 95–98. *Ageikin A.V. Spornye teoreticheskie i prakticheskie voprosy rakhita u detei na sovremennom etape [Controversial theoretical and practical problems of the rickets in children at present] // Peditriia. 2003. N 4. S. 95–98.*
2. Волчкова О.А. Прогностическая оценка результатов лечения по методу Илизарова детей с последствиями рахита и рахитоподобными заболеваниями : автореф. дис... канд. мед. наук. Курган : [б. и.], 2009. 23 с. *Volchkova O.A. Prognosticheskaia otsenka rezul'tatov lecheniia po metodu Ilizarova detei s posledstviiami rakhita i rakhitopodobnymi zabolevaniiami [Predictive evaluation of the results of treatment of children with the rickets consequences and rickets-like diseases according to the Ilizarov method] [avtoref. dis. kand. med. nauk.]. Kurgan, 2009. 23 s.*
3. МРТ и КТ визуализация последствий рахита и витамин D-резистентного рахита / Г.В. Дьячкова, Е.К. Рязанова, К.А. Дьячков, М.А. Коробельников // Гений ортопедии. 2008. № 1. С. 33-36. *MRT i KT vizualizatsiia posledstviy rakhita i vitamin D-rezistentnogo rakhita [MRT- and CT-visualization of the sequelae of rickets and vitamin D-resistant rickets] / G.V. Diachkova, E.K. Riazanova, K.A. Diachkov, M.A. Korabelnikov // Genij Ortopi. 2008. N 1. S. 33-36.*
4. Рязанова Е.А. Рентгеноморфологическое выявление предпосылок рецидива деформаций нижних конечностей при лечении методом чрескостного остеосинтеза больных витамин D-резистентным рахитом и больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита : автореф. дис... канд. мед. наук. М. : [б. и.], 2009. 22 с. *Riazanova E.A. Rentgenomorfologicheskoe vyavlenie predposylok retsivida deformatsii nizhnikh konechnostei pri lechenii metodom chreskostnogo osteosinteza bol'nykh vitamin D-rezistentnym rakhitom i bol'nykh s posledstviiami vitamin D-defitsitnogo rakhita [Roentgenomorphological reveal of the background of lower limb deformity recurrence during treatment of patients with vitamin D-resistant rickets and those with the consequences of vitamin D-resistant rickets using transosseous osteosynthesis method] [avtoref. dis... kand. med. nauk.]. M., 2009. 22 s.*
5. Мальченко Л.А. К вопросу профилактики и лечения рахита у детей раннего возраста // Актуальные вопросы педиатрии. 2003. № 3. С. 66–67. *Mal'chenko L.A. K voprosu profilaktiki i lecheniia rakhita u detei rannego vozrasta [To the problem of prevention and treatment of the rickets in young children] // Aktual'nye voprosy peditrii. 2003. N 3. S. 66–67.*
6. Новиков П.В. Рахит и наследственные рахитоподобные заболевания у детей. М., 2006. 336 с. *Novikov P.V. Rakhit i nasledstvennye rakhitopodobnye zabolevaniia u detei [The rickets and hereditary rickets-like diseases in children]. M., 2006. 336 s.*
7. Попков А.В. Имплантаты с остеиндуктивным покрытием – новый шаг в развитии травматологии и ортопедии // Актуальные проблемы травматологии и ортопедии : возможности, ошибки и осложнения : материалы VII науч.-практ. конф. травматологов-ортопедов ФМБА России. Томск, 2012. С. 4-9. *Popkov A.V. Implantaty s osteoinduktivnym pokrytiem – novyi shag v razvitiit travmatologii i ortopedii [Implants with osteoinductive coating – a new step in the development of traumatology and orthopaedics] // Aktual'nye problemy travmatologii i ortopedii : vozmozhnosti, oshibki i oslozhneniia : materialy VII nauch.-prakt. konf. travmatologov-ortopedov FMBA Rossii. Tomsk, 2012. S. 4-9.*
8. Скляр Л.В. Оперативное лечение детей с деформациями нижних конечностей, вызванными рахитом и рахитоподобными заболеваниями : автореф. дис... д-ра мед. наук. Курган : [б. и.], 2001. 42 с. *Skliar L.V. Operativnoe lechenie detei s deformatsiiami nizhnikh konechnostei, vyzvannymi rakhitom i rakhitopodobnymi zabolevaniiami [Surgical treatment of children with lower limb deformities due to the rickets and rickets-like diseases] [avtoref. dis... d-ra med. nauk.]. Kurgan, 2001. 42 s.*
9. Спиричев В.Б. Минеральные вещества и их роль в поддержании гомеостаза // Справочник по диетологии / под ред. В.А. Тутельяна, М.А. Самсонова. М.: Медицина, 2002. С. 59–76. *Spirichev V.B. Mineral'nye veshchestva i ikh rol' v podderzhanii gomeostaza [Minerals and their role in homeostasis maintenance] // Spravochnik po dietologii / pod red. V.A. Tuteliana, M.A. Samsonova [A reference for dietology / Eds. V.A. Tutelian, M.A. Samsonov]. M.: Meditsina, 2002. S. 59–76.*
10. Шевцов В.И. Применение интрамедуллярного армирования при удлинении конечностей и коррекции деформаций / В.И. Шевцов, А.В. Попков, Д.А. Попков, С.О. Мурадисинов, Э. А. Гореванов // Морфофункциональные аспекты регенерации и адаптационной дифференцировки структурных компонентов опорно-двигательного аппарата в условиях механических воздействий: материалы междунар. науч.-практ. конф. Курган, 2004. С. 365–366. *Primenenie intramedullarnogo armirovaniia pri udlinenii konechnostei i korrektsii deformatsii [The use of intramedullary reinforcement for limb lengthening and deformity correction] / V.I. Shevtsov, A.V. Popkov, D.A. Popkov, S.O. Muradisinov, E. A. Gorevanov // Morfofunktsional'nye aspekty regeneratsii i adaptatsionnoi differentsirovki strukturnykh komponentov oporno-dvigatel'nogo apparata v usloviakh mekhanicheskikh vozddeistvii: materialy mezhdunar. nauch.-prakt. konf. Kurgan, 2004. S. 365–366.*
11. Abrams S.A. In utero physiology: role in nutrient delivery and fetal development for calcium, phosphorus, and vitamin D // Am. J. Clin. Nutr. 2007. Vol. 85, No 2. P. 604S–607S.
12. Balsan S., Tieder M. Linear growth in patients with hypophosphatemic vitamin D-resistant rickets: influence of treatment regimen and parental height // J. Pediatr. 1990. Vol. 116, No 3. P. 365-371.
13. Eyres K.S., Brown J., Douglas D.L. Osteotomy and intramedullary nailing for the correction of progressive deformity in vitamin D-resistant hypophosphatemic rickets // J. R. Coll. Surg. Edinb. 1993. Vol. 38, No 1. P. 50-54.
14. Kanel J.S., Price C.T. Unilateral external fixation for corrective osteotomies in patients with hypophosphatemic rickets // J. Pediatr. Orthop. 1995. Vol. 15, No 2. P. 232-235.
15. Lips P. Vitamin D physiology // Prog. Biophys. Mol. Biol. 2006. Vol. 92, No 1. P. 4-8.
16. Looser E. Uber pathologische von Infraktionen und Callusbildungen bei Rachitis und Osteomalcie und Knochenerkrankungen // Zbl. Chir. 1920. H. 47. S. 1470-1474.
17. Milkman L.A. Multiple spontaneous idiopathic symmetrical fractures // Am. J. Roentgenol. (AJR). 1934. Vol. 32. P. 622-634.
18. Rickets: not a disease of the past / L.S. Nield, P. Mahajan, A. Joshi, D. Kamat // Am. Fam. Physician. 2006. Vol. 74, No 4. P. 619–626.
19. Surgical treatment of femoral bending deformity in a patient with vitamin D-resistant rickets / P. Platzer, G. Thalhammer, V. Vecsei, G.E. Wozasek // Wien Klin. Wochenschr. 2005. Vol. 117, No 19-20. P.721-724.
20. Deformity correction by external fixation and/or intramedullary nailing in hypophosphatemic rickets / H.R. Song, V.V. Soma Raju, S. Kumar, S.H. Lee, S.W. Suh, J.R. Kim, J.S. Hong // Acta Orthop. 2006. Vol. 77, No 2. P. 307-314.

Рукопись поступила 14.05.2013.

Сведения об авторах:

1. Попков Арнольд Васильевич – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Минздрава России, лаборатория коррекции деформаций и удлинения конечностей, главный научный сотрудник, д. м. н., профессор.
2. Попков Дмитрий Арнольдович – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Минздрава России, заведующий лабораторией коррекции деформаций и удлинения конечностей д. м. н.; e-mail: dpopkov@mail.ru.
3. Горбач Елена Николаевна – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Минздрава России, лаборатория морфологии, ведущий научный сотрудник, к. б. н.
4. Коркин Анатолий Яковлевич – ФГБУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Минздрава России, травматолого-ортопедическое отделение № 11, врач травматолог-ортопед, к. м. н.