

УДК 616.718-007.151-089.227.84-008.6

ОЦЕНКА ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ У БОЛЬНЫХ ВИТАМИН D РЕЗИСТЕНТНЫМ РАХИТОМ

Щуров В.А., Долганова Т.И., Попков А.В.

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия» имени академика Г.А. Илизарова» Минздрава России, Курган, e-mail: office@ilizarovl.ru

Проведено комплексное физиологическое и биомеханическое обследование 34 больных женского пола в возрасте от 6 до 30 лет с витамин D резистентным рахитом в различные сроки до и после оперативного лечения деформаций нижних конечностей с применением при фиксации аппаратом Илизарова интрамедуллярного армирования кости спицами с гидроксилапатитным покрытием. Сроки фиксации конечности составили на бедре 58–87 днем, на голени 61–94 дня. У больных с витамин D резистентным рахитом при системном поражении органов, морфологической основой которых является соединительная ткань, выявлен комплекс отклонений в функциональном состоянии: отставание тела в продольном росте, снижение сократительной способности мышц конечностей, снижение временных и силовых характеристик локомоций, уменьшение работоспособности. Предложенный метод для коррекции оси конечности не вызывает изменений в периферической гемодинамике. В течение года после окончания лечения сила мышц бедра и голени восстанавливалась на 60–90% относительно значений до лечения, при этом мышцы голени восстанавливались быстрее, чем мышцы бедра. Регистрируемые типы компенсаторных опорных реакций стоп при ходьбе в равной степени проявлялись до и после оперативного лечения.

Ключевые слова: витамин D резистентный рахит, функциональное состояние, аппарат Илизарова, спица с гидроксилапатитным покрытием

EVALUATION OF THE FUNCTIONAL STATE OF THE LOWER LIMBS IN CHILDREN WITH VITAMIN D-RESISTANT RICKETS

Schurov V.A., Dolganova T.I., Popkov A.V.

Federal State Budgetary Institution «Russian Ilizarov Scientific Center “Restorative Traumatology and Orthopaedics”» of the RF Ministry of Health, Kurgan, e-mail: office@ilizarovl.ru

The complex physiological and biomechanical examination of 34 female patients between the ages of 6 to 30 years with vitamin d-resistant rickets in different periods before and after surgical treatment of deformities of the lower extremities with use of the Ilizarov apparatus for fixing reinforcement intramedullary bone needles with hydroxylapatite coating. Terms fixing limbs were on the hip 58–87 days, 61–94 on the lower leg of the day. In patients with vitamin D-resistant rickets in systemic organs defeat, the morphological basis of which is the connective tissue revealed complex variations in functional status: the gap in the longitudinal growth of the body, reducing the contractility of the muscles of the extremities, reduced temporal and power characteristics of locomotion, reducing efficiency. The proposed method for the correction of the axis of the limb does not cause changes in peripheral hemodynamics. In the year after the end of treatment strength of the thigh muscles and lower leg recovered by 60–90% relative to pre-treatment values, while the calf muscles recovered faster than the thigh muscles. Recorded types of compensatory support reactions stop when walking is equally manifest before and after surgery.

Keywords: vitamin D-resistant rickets, functional status, Ilizarov, spoke with a hydroxylapatite coating

У больных витамин D резистентным рахитом при относительно невысоких нагрузках формируются дугообразные деформации нижних конечностей. При морфологическом исследовании костей в этих участках наблюдается повышенное содержание остеоида, в котором практически нет кристаллов гидроксилапатита. Данный процесс сопровождается истончением коркового слоя, возникновением зон перестройки костной ткани – зон Лоозера [6, 2]. Благодаря предложенному Г.А. Илизаровым методу устранения деформаций с помощью чрескостного компрессионно-дистракционного аппарата, современная ортопедия получила качественно новое развитие и большие воз-

можности коррекции оси нижних конечностей. Аппарат обеспечивает возможность ранней нагрузки на оперированную конечность, благодаря чему перестройка кости происходит быстрее и в более благоприятных условиях при сохранении функциональной активности мышц и суставов [8]. Применение при фиксации аппаратом Илизарова интрамедуллярного армирования кости спицами с гидроксилапатитным покрытием позволило сократить длительность лечения за счет биологического эффекта стимулирования репаративного остеогенеза [4, 5]. Нанопокрывтие обеспечивает прочную фиксацию имплантата внутри кости, индуцирует локальный остеогенез,

позволяет уменьшать объем внешней фиксации. Присутствие интрамедуллярных спиц имеет значение и для профилактики рецидивов деформаций [7].

Цель исследования – оценка функционального состояния нижних конечностей у детей больных витамин D резистентным рахитом до и после оперативного лечения деформаций нижних конечностей с применением при фиксации аппаратом Илизарова интрамедуллярного армирования кости спицами с гидроксилатапатитным покрытием.

Материалы и методы исследования

Обследованы 34 больных женского пола, разного возраста (от 6 до 30 лет) с витамин D резистентным рахитом в сроки: до лечения, в период оперативного исправления деформаций нижних конечностей и при контрольном обследовании через 6–12 месяцев. Всем пациентам осуществлена корригирующая остеотомия бедра по методике монолокального компрессионного остеосинтеза и биполюсного компрессионного остеосинтеза голени для коррекции оси конечности. Одновременно бедро и голень армировали интрамедуллярно титановыми спицами с биоактивным гидроксилатапатитным покрытием (рис. 1).

В результате лечения у всех пациентов исправлена варусная деформация нижних конечностей. Сроки фиксации при применении дугообразно изогнутых спиц с гидроксилатапатитным покрытием составили на бедре 58–87 дней, на голени 61–94 дня.

В качестве контроля обследована группа здоровых сверстников (50 чел.). Проведено сравнительное

антропометрическое исследование, оценена сократительная способность мышц голени и бедра [3, 9], определены параметры цикла шага с помощью компьютеризированной установки «Диа-След Скан» (Санкт-Петербург). На всех этапах лечения проводилось комплексное исследование периферической гемодинамики, включающее: транскutánную полярографию (Model 840, VFD, США), ультразвуковую доплерографию («Ангиодин-УК», Россия), лазерную флоуметрию (BLF21 фирмы Transonic Systems Inc., США).

Настоящее исследование проводилось с одобрения этического комитета ФБГУ РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова. Цель и методы исследования были объяснены участникам. От каждого пациента было получено добровольное информированное согласие на проведение обследования.

Статистическая обработка данных производилась с помощью пакета анализа данных Microsoft EXCEL-2000, дополненного разработанными И.П. Гайдышевым (2004) [1] программами непараметрической статистики и оценки нормальности распределения выборок AtteStat. Для обработки цифрового материала использовалась описательная статистика. Основные количественные характеристики выборочных совокупностей представлены в таблице в виде $M \pm m$ (средняя арифметическая \pm ошибка средней). С использованием метода Шапиро – Уилка анализированные в выделенных группах показатели проверялись на нормальность распределения и равенство генеральных дисперсий по критерию Фишера. Поскольку сравниваемые выборочные совокупности отличались объемами и вариативностью, для оценки достоверности различий средних между группами больных и контрольной нормой (группой здоровых) использовали непараметрический критерий Вилкоксона

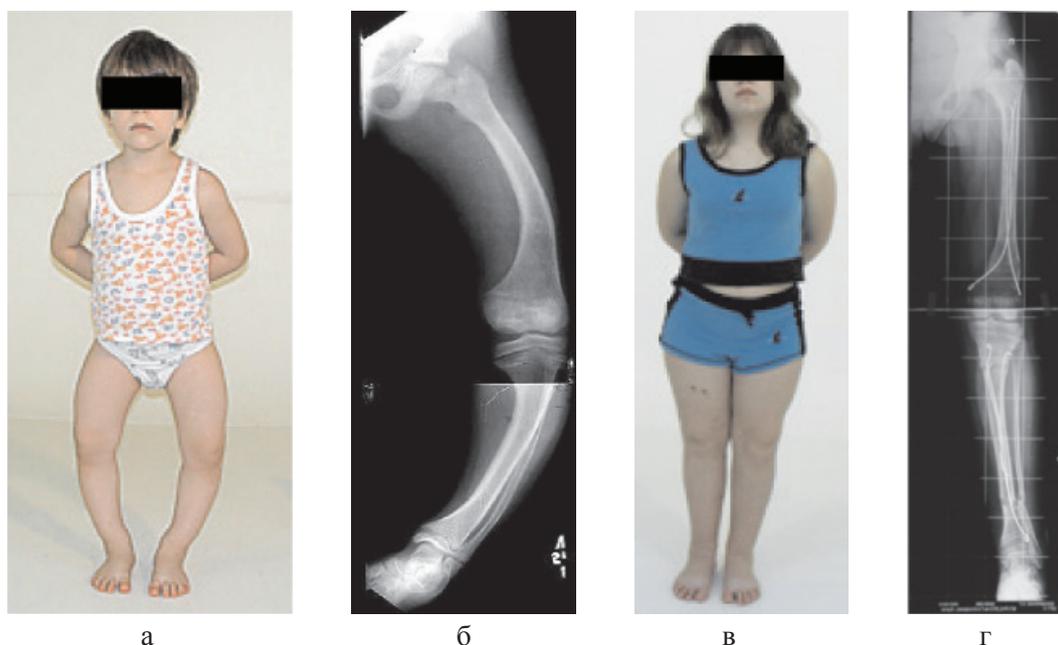


Рис. 1.

*а – фото больной Б., 5 лет. Диагноз: фосфат-диабет;
б – R её левой нижней конечности до лечения;
в – фото больной Б. через 6 лет после лечения; г – R её левой нижней конечности после лечения. Кости армированы спицами с биоактивным покрытием*

**Результаты исследования
и их обсуждение**

Дети с витамин D резистентным рахитом по значениям массы тела мало отличались от своих сверстников, но имели существенное отставание по продольным размерам тела (табл. 1). У здоровых детей 9 лет индекс массы тела (соотношение: масса, кг/ квадрат длины тела, м²) не выходил за рамки нормы (17–19), у больных детей он был увеличен до 23–25. Аналогичное соотношение у взрослых здоровых и больных обследуемых – соответственно 21,5 и 29,2. Следовательно, у больных пациентов масса тела была избыточной, но при этом имела атрофия мягких тканей нижних конечностей.

Нижние конечности у больных были относительно короткими и имели меньший обхват. Отставание в обхвате голени у больных с возрастом увеличивалось от 5 до 7 см и сочеталось со сниженными показателями сократительной способности мышц как по абсолютным значениям (табл. 2), так и с учетом массы тела. У детей момент силы мышц бедра составлял 44–51%, голени – 72–82% от уровня показателей здоровых сверстников. У взрослых больных момент силы мышц бедра составлял соответственно 37–41%, голени – 45–46%. То есть с увеличением возраста отставание показателя сократительной способности мышц конечностей возрастало.

В ближайший год после окончания лечения сила мышц бедра и голени восстанавливалась на 60–90% относительно значений до лечения (табл. 2), при этом показатели

силы мышц голени восстанавливались быстрее, чем показатели силы мышц бедра.

До оперативного лечения временные параметры цикла шага у больных достоверно не отличались от показателей нормы. Однако скорость ходьбы у них была относительно меньше в связи с меньшей длиной конечности и меньшей длиной шага.

Сниженным параметрам динамометрии соответствовало уменьшение силовых параметров ходьбы. Прирост функциональной нагрузки на различные отделы стопы при ходьбе у здоровых обследуемых составлял 74% ($p \leq 0,001$), а у больных всего 30% ($p \leq 0,05$). Снижение временных показателей цикла шага сочеталось с выраженным уменьшением длины траектории центра давления и силовых параметров цикла шага за счет снижения функциональной активности всех мышц, участвующих в локомоторном акте. У всех пациентов вследствие уменьшения рессорной функции нижней конечности и уменьшения амплитуды движений в суставах на графике опорной реакции стоп отсутствовал демпферный провал, в 16,6% наблюдений (3 пациента) пальцевая зона использовалась в качестве дополнительной балансировочной.

После оперативного лечения обеих конечностей отсутствовала диагностически значимая асимметрия временных и силовых параметров цикла шага, отсутствовала регистрация использования пальцевой зоны как дополнительной балансировочной, отмечалось увеличение амплитуды движений в суставах и в 17% наблюдений плавность графика суммарной нагрузки на стопах соответствовала норме (рис. 2, 3).

Таблица 1

Антропометрические данные больных с витамин D резистентным рахитом ($M \pm m$)

Группы	Дети (6–12 лет)			Взрослые		
	n	Длина тела (м)	Масса (кг)	n	Длина тела (м)	Масса (кг)
Здоровые	23	1,33 ± 0,013	30 ± 0,9	27	1,63 ± 0,009	57 ± 1,6
Больные	16	1,28 ± 0,044	38 ± 5,5	18	1,41 ± 0,029	58 ± 4,3
Разница		-4%	+ 27%		-13,5% ($p \leq 0,001$)	+ 2%

Таблица 2

Показатели динамометрии мышц нижних конечностей через 6–12 месяцев после лечения ($M \pm m$)

Группы обследуемых	Момент силы мышц бедра (Н·м)		Момент силы мышц голени (Н·м)	
	Разгибатели голени	Сгибатели голени	Подошвенные сгибатели стопы	Тыльные сгибатели стопы
Здоровые (n = 27)	72 ± 5,6	51 ± 3,1	64 ± 4,0	33 ± 2,2
Больные с витамин D-резистентным рахитом				
До лечения (n = 18)	49 ± 5,8	39 ± 5,0	44 ± 8,2	19,9 ± 4,0
После лечения				
Интактн. кон-сть (n = 12)	50,8 ± 8,8	39,0 ± 6,7	43,8 ± 8,0	21,4 ± 4,3
Оперир. кон-сть (n = 12)	27,7 ± 5,7	30,3 ± 7,0	36,3 ± 6,8	17,6 ± 3,3

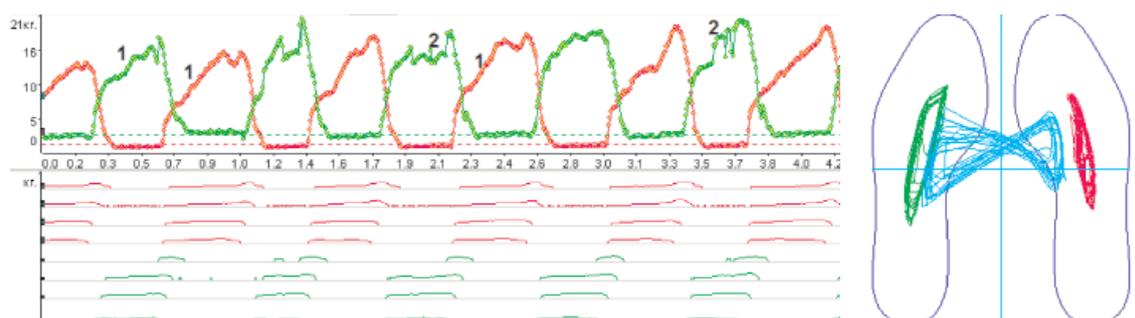


Рис. 2. Подограмма пациентки К., 15 лет. Ds: витамин D резистентный рахит. До оперативного лечения. Справа, слева уменьшение длины траектории центра давления. Плавность графика суммарной нагрузки справа, слева изменена – отсутствует демпферный провал (1). Слева – имеются нарушения плавности по нисходящей кривой заднего толчка по типу дополнительного толчка пальцами стопы – компенсаторная реакция использования пальцевой зоны как дополнительной балансирующей (2)

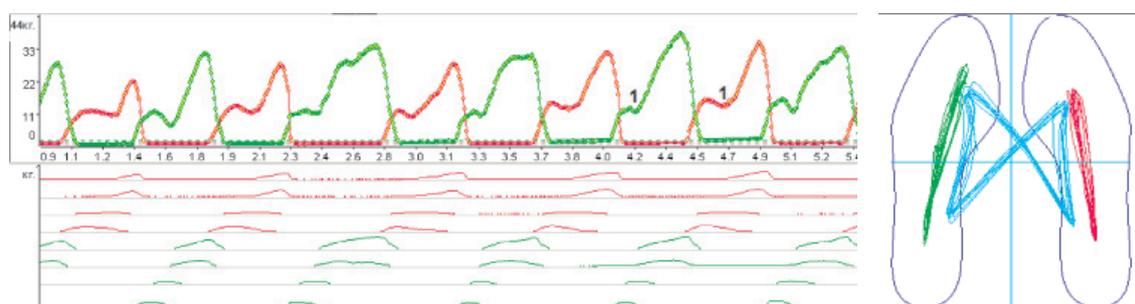


Рис. 3. Подограмма пациентки К., 19 лет. Ds: витамин D резистентный рахит. 4 года после оперативного лечения обеих нижних конечностей. Справа, слева увеличение длины траектории центра давления. Плавность графика суммарной нагрузки на правой, левой стопах сохранена – регистрируется демпферный провал (1)

При графической регистрации доплерограмм до лечения у больных так же, как и у здоровых обследованных на аа. poplitea, tibialis post, tibialis ant., регистрировался магистральный тип кровотока. Расчетные значения максимальной линейной систолической скорости кровотока по артериям нижних конечностей у больных были на 30–87% ($p \leq 0,05$, $n = 16$) выше, чем у здоровых. Пульсаторный индекс аа. poplitea, tibialis post, tibialis ant. также повышен, в среднем на 25% ($p \leq 0,05$, $n = 16$). Увеличение показателей линейной скорости кровотока и индекса PI отражают изменения упруго-эластических свойств магистральных артерий (вазоконстрикция) при относительно меньшем диаметре артерий, который определяется степенью развития моторного аппарата конечностей. В период оперативного лечения конечности и после снятия аппарата достоверных изменений расчетных параметров доплерограмм не выявлено.

Клинически и по данным функциональных методов обследования у больных отсутствовали ишемические изменения в тканях. Парциальное напряжение кислорода и углекислого газа в тканях голени в процессе лечения не отличалось от значений нормы, составляя соответственно 61 ± 5 и 46 ± 2 мм рт.ст. Показатели кожного капиллярного кровотока на голени у больных на оперированной конечности в процессе лечения возрастали на 56%, на стопе – на 9% и нормализовались после его окончания. Величина артериального давления у больных пациентов и у здоровых была практически одинаковой и зависела лишь от возраста обследуемых, составляя в среднем у детей 104/69 мм рт.ст., а у взрослых 117/75 мм рт.ст.

Вывод

У больных с витамин D резистентным рахитом при системном поражении

органов, морфологической основой которых является соединительная ткань, выявлено отставание тела в продольном росте, снижение сократительной способности мышц конечностей, временных и силовых характеристик локомоций.

Оперативное лечение аппаратом Илизарова в сочетании с интрамедуллярным армированием голени титановыми спицами с биоактивным покрытием (гидроксипапатит) для коррекции оси конечности не вызывает изменений в периферической гемодинамике. В течение года после окончания лечения сила мышц бедра и голени восстанавливалась на 60–90 % относительно значений до лечения, при этом мышцы голени восстанавливались быстрее, чем мышцы бедра. Регистрируемые типы компенсаторных опорных реакций стоп при ходьбе в равной степени проявлялись до и после оперативного лечения и зависели от амплитуды движений в суставах.

Список литературы

1. Гайдышев И.П. Решение научных и инженерных задач средствами Excel, VBA и C/C++. – СПб.: ВХВ-Петербург, 2004. – 512 с.
2. Новиков П.В. Рахит и наследственные рахитоподобные заболевания у детей: диагностика, лечение, профилактика. – М.: Триада X, 2006. – 336.
3. Патент 2029536 РФ, МКИ⁶ А 61 Н 1/00 Устройство для ангиодинамометрии / В.А. Щуров (РФ). – № 5042260/14; Заявл. 15.05.92; Опубл. 27.02.95. Бюл. № 6. – С. 114.
4. Перспективы патогенетического лечения больных несовершенным остеогенезом с использованием элементов нанотехнологий / А.В. Попков, А.В. Карлов, А.Я. Коркин [и др.] // Гений ортопедии. – 2009. – № 1. – С. 70–74.
5. Попков А.В., Попков Д.А. Биоактивные импланты в травматологии и ортопедии. – Иркутск: НЦРВХ СО РАМН, 2012 – 438 с.
6. Рязанова Е.А. Рахит и рахитоподобные заболевания: клинико-рентгенологические, биохимические проявления, лечение. Литературный обзор // Вестник РНЦРР МЗРФ № 10 // http://vestnik.mcrf.ru/vestnik/v10/papers/ryazan_v10.htm.
7. Шевцов В.И., Волчкова О.А. Возрастные особенности при лечении детей с последствиями рахита и витамин D-резистентным рахитом по методу Илизарова // Гений ортопедии. – 2008. – № 3. – С. 51–54.
8. Шевцов В.И., Попков А. В. Оперативное удлинение нижних конечностей. – М.: Медицина, 1998. – 192 с.
9. Щуров В.А., Долганова Т.И., Долганов Д.В. Установка для измерения силы мышц бедра // Медицинская техника. – 2014 – № 1. – С. 27–30.