

Структура и количественная оценка плотности кости и содержания минеральных веществ у больных витамин D-резистентным рахитом и у больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита до лечения

Г. В. Дьячкова, Е. А. Рязанова, К. А. Дьячков, М. А. Корабельников, А. Я. Коркин

Structure and quantitative evaluation of bone density and bone mineral content in patients with vitamin D-resistant rickets and in those with vitamin D-deficient rickets consequences before treatment

G. V. Diachkova, E. A. Riazanova, K. A. Diachkov, M. A. Korabelnikov, A. Ya. Korkin

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Российский научный центр “Восстановительная травматология и ортопедия” им. академика Г. А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, г. Курган (директор — д. м. н. А. В. Губин)

Для изучения структуры, плотности и минеральной плотности (МПК) костей нижних конечностей у 32 больных витамин D-резистентным рахитом и у больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита применены компьютерная томография (КТ) и денситометрия (ДРА). У больных витамин D-резистентным рахитом в эпиметафизарных отделах костей преобладала груботрабекулярная структура с хаотично расположенными трабекулами, наименьшие значения плотности кости отмечались в эпифизах бедренной и большеберцовой костей (175 ± 85 HU и 174 ± 84 HU соответственно), имело место отставание костного возраста от паспортного, тогда как у больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита эпифизы и метафизы имеют мелкоячеистую структуру, зоны предварительного окостенения представлены единичными, тонкими полосками склероза, костный возраст соответствует паспортному.

Ключевые слова: витамин D-резистентный рахит; последствия витамин D-дефицитного рахита; минеральная плотность костей; количественная и качественная оценка.

Computer tomography (CT) and densitometry (DXA) were used to study structure, density and mineral density (BMD) of lower limb bones in 32 patients with vitamin D-resistant rickets and in those with vitamin D-deficient rickets consequences. In patients with vitamin D-resistant rickets a roughly trabecular structure with trabeculae located in random way preponderated in epimetaphyseal bone parts, the least values of bone density were observed in femoral and tibial epiphyses (175 ± 85 HU and 174 ± 84 HU, respectively), there was bone age lagging behind the passport one, while in patients with vitamin D-deficient rickets consequences both epiphyses and metaphyses have fine cellular structure, zones of preliminary calcification are represented by isolated thin strips of sclerosis, bone age conforms to the passport one.

Keywords: vitamin D-resistant rickets; vitamin D-deficient rickets consequences; bone mineral density; quantitative and qualitative evaluation.

ВВЕДЕНИЕ

Характер деформаций нижних конечностей при рахитоподобных заболеваниях достаточно вариабелен, происхождение этих деформаций связано с обменными процессами в зонах роста, что затрудняет диагностику заболеваний в детском возрасте и ставит вопрос как перед рентгенологами, так и перед ортопедами [1, 2, 5, 6]. Рахит — заболевание детей раннего возраста, но остаточные явления гипофосфатемии в костной ткани наблюдаются и во взрослом организме. У взрослых больных с пострахитическими деформациями зоны патологической перестройки костной

ткани возникают даже при незначительной по величине деформации, а вершины нарушений оси локализуются, как правило, в диафизарной части [2, 4].

Генетическая диагностика и рентгенологические проявления различных форм рахита изучались на протяжении многих лет, тогда как состояние метаэпифизарных отделов у больных витамин D-резистентным рахитом и у пациентов с последствиями витамин D-дефицитного рахита современными количественными методиками (КТ, ДРА) изучено недостаточно [3].

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Для изучения плотности и минеральной плотности (МПК) костей нижних конечностей у 32 больных витамин D-резистентным рахитом и у больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита приме-

нены компьютерная томография (КТ) и денситометрия (ДРА).

Исследования проводили на компьютерных томографах Somatom AR.HP фирмы «Siemens», Somatom Smile

фирмы «Siemens», полученные данные обрабатывали с помощью ММС «Leonardo». Статистическую обработку результатов исследования проводили на персональном компьютере с помощью программы Attestat (И. П. Гайдышев), встроенной в Microsoft Excel. Для подтверждения выводов о различиях между полученными количественными результатами исследований, в случаях с нормальным распреде-

лением использовали t-критерий Стьюдента. В том случае, когда распределение отличалось от нормального, использовали непараметрические критерии (критерий Вилкоксона, Колмогорова-Смирнова). Статистически значимыми считали различия при $p \leq 0,05$, где p — уровень значимости этих критериев. Все результаты представлены в виде $M \pm \sigma$, где M — выборочное среднее, σ — стандартное отклонение.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Процессы нарушения костеобразования у больных витамин D-резистентным рахитом наиболее ярко проявлялись в растущих костях. Комплекс рентгеноморфологических изменений у трех больных в возрасте 11–16 лет проявлялся в медиальных отделах эпифиза и метадиафизарной зоне бедренной и большеберцовой костей отсутствием рисунка губ-

чатой кости и истончением кортикальной пластинки (рис. 1, 2).

У пяти больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита в возрасте 11–16 лет определялся равномерный характер расположения трабекул губчатой кости на всех уровнях, размер ячеек не превышал $0,06 \text{ см}^2$ (рис. 3).

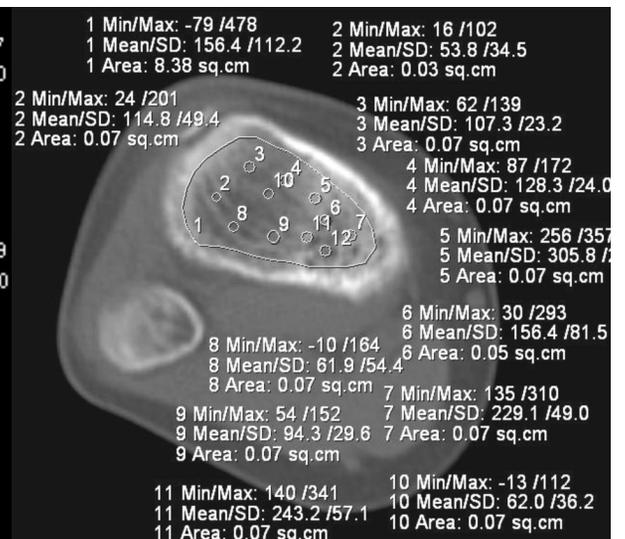
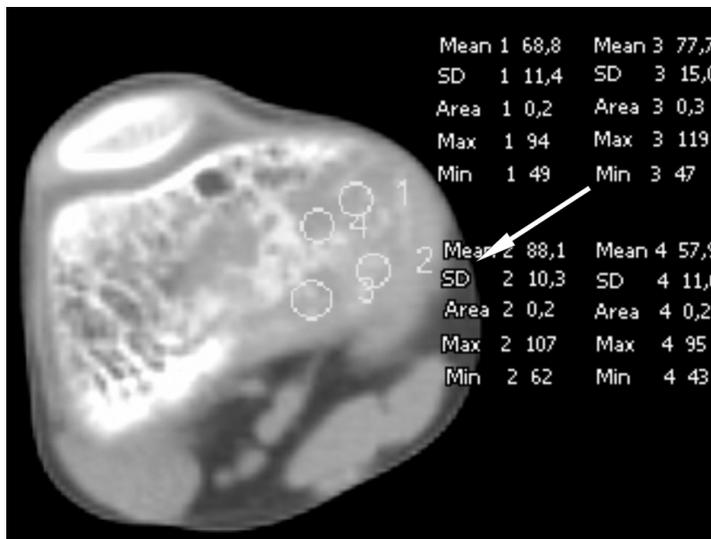


Рис. 1. КТ коленных суставов, аксиальный срез на уровне дистального метаэпифиза левой бедренной кости больного витамин D-резистентным рахитом С., 12 лет, до лечения. Локальная плотность в медиальных отделах на этом уровне от +43 до +119 HU. Стрелкой указано истончение кортикальной пластинки

Рис. 2. КТ коленных суставов, аксиальный срез на уровне проксимального метафиза правой большеберцовой кости больной витамин D-резистентным рахитом К., 13 лет, до лечения. Локальная плотность костной ткани на этом уровне от +53,8 до +305,8 HU (общая плотность 156 ± 112 HU)

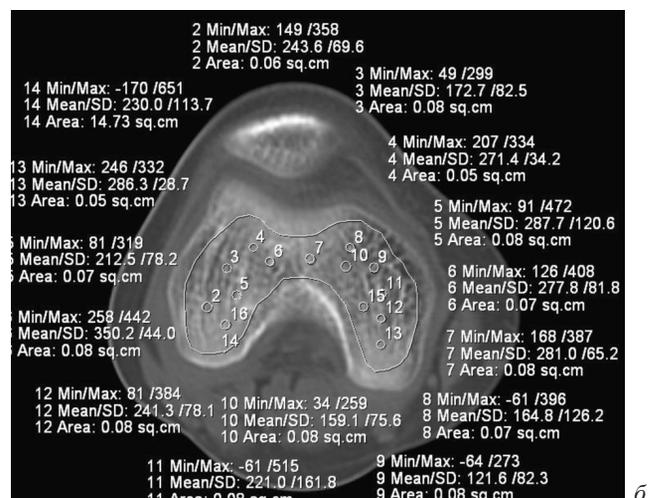
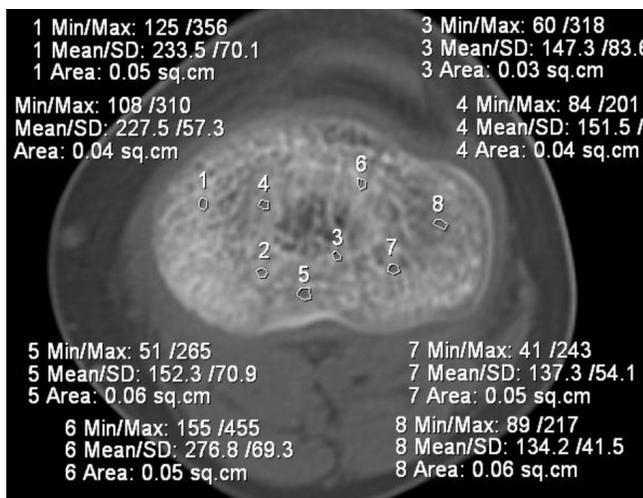


Рис. 3. КТ коленных суставов: а — больного Г. с последствиями витамин D-дефицитного рахита, 11 лет, до лечения. Средний размер ячеек $0,05 \pm 0,01 \text{ см}^2$; б — больного П. с последствиями витамин D-дефицитного рахита, 13 лет, до лечения. Локальная плотность эпифиза бедренной кости варьировала от +121 до +350 HU (общая плотность $230 \pm 113,7$ HU)

В таблице 1 представлены рентгеноморфологические отличия структуры метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей у больных витамин D-резистентным рахитом и больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита в возрасте 11–16 лет до лечения.

Таким образом, рентгеномофологические отличия структуры метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей у больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 11–16 лет до лечения в компьютерно-томографическом изображении проявляются:

1) в беспорядочном расположении трабекул и большем расстоянии между ними, чем у больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита;

2) в меньшем количестве трабекул в 1 см² и неправильной их форме;

3) в меньшей, чем у больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита, плотности губчатой кости метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей.

У восьми (35 %) из обследованных больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 17–23 лет была выявлена наиболее вариабельная КТ-картина эпиметафизарных отделов. У двух человек в губчатой кости определялось равномерное расположение трабекул, преимущественно на уровне метаэпифизарных отделов большеберцовой кости (рис. 4), у шести человек имело место хаотичное расположение утолщенных трабекул, «смазанность», нечеткость их контуров на всех уровнях (рис. 5).

В таблице 2 представлены рентгеноморфологические отличия структуры метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей у больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 17–23 лет до лечения.

Таблица 1

Рентгеноморфологические отличия структуры метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей у больных витамин D-резистентным рахитом и больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита в возрасте 11–16 лет до лечения (n=6)

| Исследуемая область | Рентгеноморфологические признаки | | | | | |
|--|----------------------------------|--------------------------------|--------------------|-------------------------------------|-----------------------------|-------------------------|
| | Характер расположения трабекул | Площадь ячеек, см ² | Форма ячеек | Кол-во трабекул в 1 см ² | Средняя плотность (M±σ), HU | Локальная плотность, HU |
| Витамин D-резистентный рахит, n=3 | | | | | | |
| Дистальный эпифиз бедренной кости | беспорядочное | 0,5±0,2 | неправильная | 8–9 | 114±26,5 | от +42 до +132 |
| Дистальный метафиз бедренной кости | беспорядочное | 0,7±0,15 | неправильная | 5–6 | 97±23 | от +27 до +121 |
| Проксимальный эпифиз большеберцовой кости | беспорядочное | 0,6±0,15 | неправильная | 5–7 | 110±36 | от +52 до +210 |
| Проксимальный метафиз большеберцовой кости | беспорядочное | 0,6±0,3 | неправильная | 7–8 | 115±50 | от +53 до +243 |
| Последствия витамин D-дефицитного рахита, n=3 | | | | | | |
| Дистальный эпифиз бедренной кости | упорядоченное | 0,05±0,01 | овальная | 15–17 | 237±60 | от +85 до +350,2 |
| Дистальный метафиз бедренной кости | упорядоченное | 0,06±0,03 | округлая | 12–15 | 208±57 | от +96 до +289 |
| Проксимальный эпифиз большеберцовой кости | упорядоченное | 0,06±0,01 | округлая | 17–20 | 238±65 | от +97 до +312 |
| Проксимальный метафиз большеберцовой кости | упорядоченное | 0,06±0,01 | овальная, округлая | 12–15 | 206±58 | от +134 до +295 |

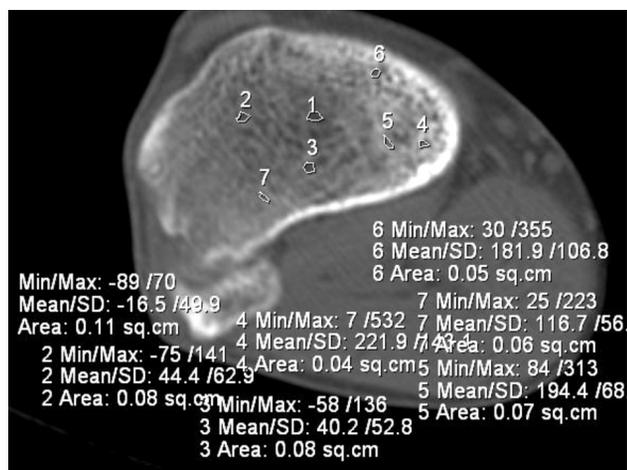


Рис. 4. КТ коленных суставов, аксиальный срез на уровне проксимального метафиза левой большеберцовой кости больного витамин D-резистентным рахитом 3., 21 год. До лечения. Средняя площадь ячеек 0,07±0,02 см²

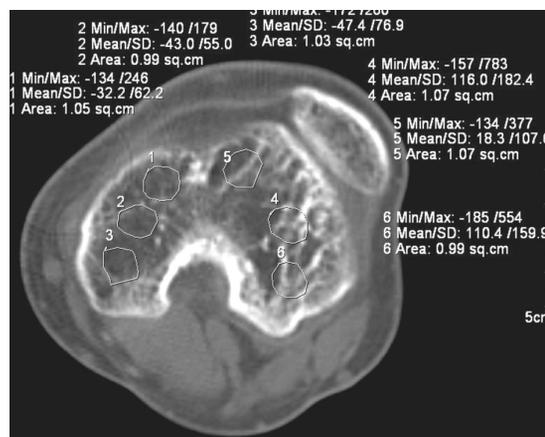


Рис. 5. КТ коленных суставов, аксиальный срез на уровне дистального эпифиза правой бедренной кости больного витамин D-резистентным рахитом 3., 20 лет. До лечения. Локальная плотность костной ткани на этом уровне от -32 до +116 HU. Количество трабекул в 1 см² от 3–6 до их полного отсутствия

Анализ структуры кости у больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 17–23 лет до лечения показал, что преобладает хаотичное расположение трабекул, однако в двух случаях в метаэпифизарных отделах большеберцовой кости наблюдалось упорядоченное ячеистое строение кости. Меньшие по размеру ячейки ($0,3 \pm 0,18 \text{ см}^2$) и наибольшее количество трабекул в 1 см^2 определялись в проксимальном эпифизе большеберцовой кости при средней плотности $174 \pm 106 \text{ HU}$. Большие по размеру ячейки ($0,67 \pm 0,4 \text{ см}^2$) и наименьшее количество трабекул в 1 см^2 определялись в дистальном эпифизе бедренной кости при средней плотности $135 \pm 96 \text{ HU}$.

У девяти (67 %) больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 24–40 лет наблюдались неравномерные участки расположения трабекул за счет истончения их, уменьшения количества вплоть до отсутствия трабекул в некоторых участках (рис. 6), в результате чего имел место крупнопетлистый рисунок губчатой кости на всех уровнях эпиметафизарных отделов (рис. 7).

В таблице 3 представлены рентгеноморфологические отличия структуры метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей у больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 24–40 лет до лечения.

Анализ структуры кости у больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 24–40 лет до лечения показал, что неоднородные участки губчатой кости встречались одинаково часто как в эпифизах, так и в метафизах. Наибольшие значения по размеру ячеек $0,4 \pm 0,24 \text{ см}^2$ и $0,4 \pm 0,12 \text{ см}^2$ и наименьшие значения средней плотности отмечались в эпифизах бедренной и большеберцовой костей ($175 \pm 85 \text{ HU}$ и $174 \pm 84 \text{ HU}$ соответственно).

У 23 (37 %) больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 11–40 лет до лечения была проведена денситометрия на уровне предполагаемых остеоотомий бедренной и большеберцовой костей (табл. 4).

Таким образом, до лечения наибольшая плотность минеральных веществ у больных витамин D-резистентным рахитом определялась в верхней трети бедренной кости

Таблица 2

Рентгеноморфологические отличия структуры метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей у больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 17–23 лет до лечения (n=8)

| Исследуемая область | Диагностические признаки | | | | | |
|--|---|------------------------------|--------------------------------|--|--|------------------------|
| | Характер расположения трабекул | Площадь ячеек, см^2 | Форма ячеек | Кол-во трабекул в 1 см^2 | Средняя плотность ($M \pm \sigma$), HU | Локальная плотность HU |
| Дистальный эпифиз бедренной кости | хаотичное | $0,67 \pm 0,4$ | различная | от 3–6 до полного отсутствия трабекулярной структуры | 135 ± 96 | от -78 до +266 |
| Дистальный метафиз бедренной кости | хаотичное | $0,5 \pm 0,2$ | различная | 5–6 | 146 ± 71 | от -35 до +227 |
| Проксимальный эпифиз большеберцовой кости | упорядоченное у двух человек, у остальных — хаотичное | $0,3 \pm 0,18$ | от округлой до различной формы | 8–16 | 174 ± 106 | от -55 до +323 |
| Проксимальный метафиз большеберцовой кости | упорядоченное у двух человек, у остальных — хаотичное | $0,4 \pm 0,15$ | от округлой до различной формы | 4–15 | $168 \pm 93,3$ | от -49 до +273 |

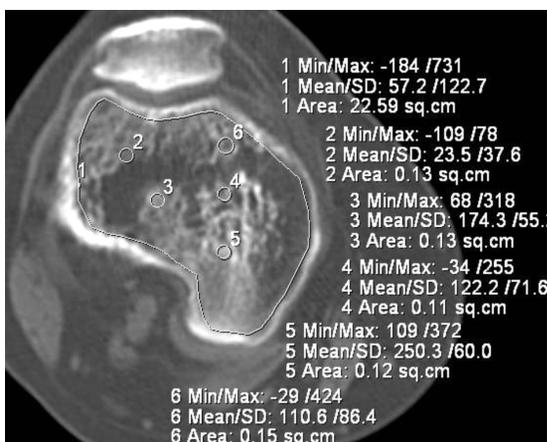


Рис. 6. КТ коленных суставов, аксиальный срез на уровне дистального метаэпифиза правой бедренной кости больного витамин D-резистентным рахитом Б., 27 лет. До лечения. Плотность костной ткани на этом уровне колебалась от (-34) до (+250) HU (общая плотность $57 \pm 122 \text{ HU}$)



Рис. 7. КТ коленных суставов, аксиальный срез на уровне проксимального метафиза левой голени больного витамин D-резистентным рахитом П., 32 лет. До лечения. Локальная плотность костной ткани на этом уровне от (+50) до (+187 HU) (общая плотность $115 \pm 112 \text{ HU}$)

Рентгеноморфологические отличия структуры метаэпифизарных отделов бедренной и большеберцовой костей у больных витамин D-резистентным рахитом в возрасте 24–40 лет до лечения (n=9)

| Исследуемая область | Диагностические признаки | | | | | |
|--|--------------------------------|--------------------------------|------------------------------|--|-----------------------------|------------------------|
| | Характер расположения трабекул | Площадь ячеек, см ² | Форма ячеек | Кол-во трабекул в 1 см ² | Средняя плотность (M±σ), НУ | Локальная плотность НУ |
| Дистальный эпифиз бедренной кости | беспорядочное | 0,4±0,24 | в виде фигур различной формы | от 4–5 до полного отсутствия трабекулярной структуры | 175±85 | от –36 до + 287 |
| Дистальный метафиз бедренной кости | беспорядочное | 0,35±0,14 | различная | 6–7 | 177±91 | от –22 до + 205 |
| Проксимальный эпифиз большеберцовой кости | беспорядочное | 0,4±0,12 | в виде фигур различной формы | 5–6 | 174±84 | от –32 до + 257 |
| Проксимальный метафиз большеберцовой кости | беспорядочное | 0,3±0,07 | различная | 6–8 | 178±64 | от +11 до + 412 |

Таблица 4

Плотность минеральных веществ (г/см³) в различных зонах у больных витамин D-резистентным рахитом до операции (n=23)

| Сегмент, в котором проводили измерения | Локализация измерения | | |
|--|-----------------------|---------------|--------------|
| | верхняя треть | средняя треть | нижняя треть |
| Бедренная кость | 2,059±0,162 | 2,018±0,269 | 1,501±0,290 |
| Большеберцовая и малоберцовая кости | 1,290±0,208 | 1,055±0,077 | 0,954±0,258 |

и составляла 2,059±0,162 г/см³, что на 73% больше, чем в нижней трети бедра. Наименьшая минеральная плотность наблюдалась в нижней трети большеберцовой и малоберцовой костей и составляла 0,954±0,258 г/см³, что на 70% меньше, чем в верхней трети голени. У больных витамин D-резистентным рахитом в эпиметафизарных отделах костей преобладала груботрабекулярная структура с хаотично расположенными трабекулами, наи-

меньшие значения плотности кости отмечались в эпифизах бедренной и большеберцовой костей (175±85 НУ и 174±84 НУ соответственно), имело место отставание костного возраста от паспортного, тогда как у больных с последствиями витамин D-дефицитного рахита эпифизы и метафизы имеют мелкоячеистую структуру, зоны предварительного окостенения представлены единичными, тонкими полосками склероза, костный возраст соответствует паспортному.

ЛИТЕРАТУРА

1. Волков М.В. Болезни костей у детей. М.: Медицина, 1985. С. 468–477.
2. Диагностика генетически обусловленных форм рахита у детей / А.И. Снетков [и др.] // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 1994. № 3. С. 30–33.
3. Дьячкова Г.В., Рязанова Е.А. Лоозеровские зоны у больных витамин D-резистентным рахитом // Травматология и ортопедия России. 2009. № 1 (51). С. 74–79
4. Знатдинова Н.В. Рентгеноденситометрическая характеристика костной ткани у детей с различными формами рахита // Остеопороз: диагностика, профилактика и лечение: сб. статей. Казань, 2002. С. 21–23.
5. Зырянов С.Я. О ранней клинической диагностике зоны патологической функциональной перестройки кости у больных с деформациями нижних конечностей // Материалы XXV юбилейной научно-практической конференции врачей Курганской области, посвященной 50-летию Курганской области. Курган, 1992. С. 24–26.
6. Новиков П.В. Рахит и наследственные рахитоподобные заболевания у детей: диагностика, лечение, профилактика. М.: Триада X, 2006. 336 с.
7. Скляр Л.В., Смотрова Л.А., Ральникова С.В. Гормональная регуляция репаративного костеобразования при исправлении угловых деформаций конечностей на фоне пострахитических и рахитоподобных состояний // Возрастные изменения минеральной плотности костей скелета и проблемы профилактики переломов: материалы I Всерос. симпозиума. Курган, 2002. С. 79–85.
8. Снетков А.И. Диагностика генетически обусловленных форм рахита у детей // Вестн. травматологии и ортопедии им. Н.Н. Приорова. 1994. № 3. С. 30–33.

Рукопись поступила 21.12.09.

Сведения об авторах:

1. Дьячкова Галина Викторовна — ФГБУ «РНЦ “ВТО” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, отдел рентгеновских, ультразвуковых и радионуклидных методов диагностики, руководитель, д. м. н., профессор.
2. Рязанова Елена Александровна — ФГБУ «РНЦ “ВТО” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, аспирант лаборатории рентгеновских, ультразвуковых и радионуклидных методов исследования.
3. Дьячков Константин Александрович — ФГБУ «РНЦ “ВТО” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, отдел рентгеновских, ультразвуковых и радионуклидных методов диагностики, старший научный сотрудник, к. м. н.
4. Корабельников Михаил Алексеевич — ФГБУ «РНЦ “ВТО” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, отдел рентгеновских, ультразвуковых и радионуклидных методов диагностики, научный сотрудник.
5. Коркин Анатолий Яковлевич — ФГБУ «РНЦ “ВТО” им. акад. Г.А. Илизарова» Минздравсоцразвития РФ, травматолого-ортопедическое отделение № 11, врач-травматолог-ортопед, к. м. н.