

© Коллектив авторов, 2012

## РЕНТГЕНОМОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЛОТНОСТЬ КОРКОВОЙ ПЛАСТИНКИ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ НА РАЗЛИЧНЫХ ЭТАПАХ УДЛИНЕНИЯ

К.А. Дьячков, Г.В. Дьячкова, Ю.М. Александров

ФГБУ «Российский научный центр "Восстановительная травматология и ортопедия" им. академика Г.А. Илизарова», Минздрава России, Курган, РФ

*У 94 пациентов с укорочениями и деформациями различной этиологии методом компьютерной томографии изучено состояние материнской кости до и после удлинения. Показано, что в зависимости от этиологии укорочения и деформации корковая пластинка имела характерные отличия, заключающиеся в различной форме поперечного сечения и плотности. Во время distraction и фиксации конечности в аппарате после удлинения корковая пластинка во всех группах больных имела неоднородное строение с зонами резорбции различной величины и плотности. Органотипическая перестройка кости после удлинения в зависимости от этиологии заболевания и величины удлинения продолжалась в течение 1–3 лет.*

**Ключевые слова:** корковая пластинка, плотность кости, регенерат, врожденное укорочение, ахондроплазия.

### *Radiomorphologic Peculiarities and Density of Tibial Cortical Plate at Different Stages of Lengthening*

*K.A. D'yachkov, G.V. D'yachkova, Yu.M. Alexandrov*

*State of maternal bone before and after lengthening was studied using computed tomography in 94 patients with shortening and deformities. It was shown that depending on shortening and deformity etiology the cortical plate possessed typical differences that consisted in different cross-sectional shape and density. During distraction and fixation of the limb after its lengthening in the apparatus, cortical plate had a heterogeneous structure with resorption zones of different size and density in all groups of patients. Depending on the disease etiology and amount of lengthening organotypical bone remodeling after lengthening lasted for 1–3 years.*

**Key words:** cortical plate, bone density, regenerate, congenital shortening, achondroplasia.

В опубликованных нами ранее работах показано, что удлинение конечности с формированием distractionного регенерата сопровождается активными процессами ремоделирования не только в зоне новообразованной кости, но и в прилежащих участках материнской кости, которые заключаются в изменении ее плотности в различные периоды лечения [1–3]. Однако эти исследования были посвящены только количественной оценке плотности кости, тогда как последующие наблюдения выявили значительные отличия в строении корковой пластинки большеберцовой кости в зоне, прилежащей к формирующемуся или перестраивающемуся регенерату.

Цель данной работы — изучить методом КТ плотностные показатели кости, прилежащей к регенерату, и структурные особенности корковой пластинки.

#### МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

Для изучения состояния материнской кости до и после удлинения было обследовано 94 пациента, у которых имели место укорочения и деформация конечностей различной этиологии (табл. 1).

Компьютерную томографию выполняли на компьютерных томографах Siemens Somatom AR-HP, GE Light Speed VCT.

Исследования большеберцовой кости проводили до начала оперативного лечения, на различных этапах и в отдаленном периоде (рис. 1, 2). Измеряли плотность корковых пластинок проксимальнее и дистальнее границы регенерата и плотность участка материнской кости в зоне будущей остеотомии, и зоны его перестройки после удлинения в аксиальной плоскости и по мультипланарной реконструкции (MPR).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Плотность корковой пластинки диафиза большеберцовой кости у больных ахондроплазией в различных возрастных группах до лечения была практически одинаковой и составляла  $1067 \pm 74,8$  НУ.

Минимальная плотность корковых пластинок на пораженной конечности до лечения была выявлена у больных с последствиями гематогенного остеомиелита —  $923 \pm 27,9$  НУ, что было достоверно ниже (на  $76,5 \pm 6,12\%$ ), чем на здоровой конечности.

Табл. 1. Характеристика больных

Нозологическая форма	Количество больных	Пол		Возраст, годы				
		м	ж	5-9	5-9	5-9	5-9	26 и старше
Ахондроплазия	29	12	17	10	8	7	2	2
Витамин D-резистентный рахит	12	7	5	3	6	1	1	1
Посттравматические укорочения, деформации	16	12	4	3	5	5	3	—
Последствия гематогенного остеомиелита	21	11	10	2	6	8	4	1
Врожденные укорочения и деформации	16	7	9	—	4	6	6	—
Всего ...	94	49	45	18	29	27	17	3

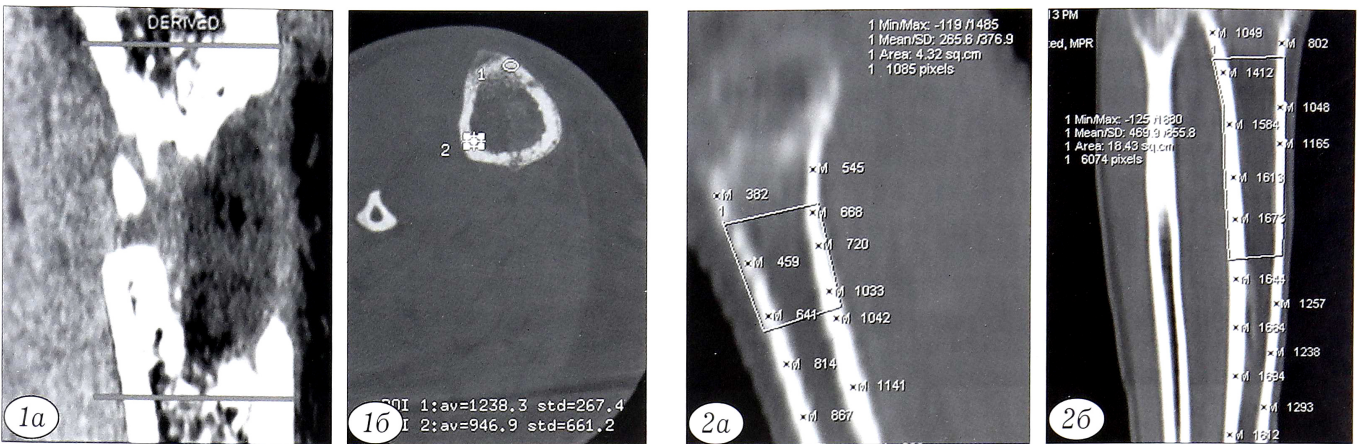


Рис. 1. КТ голени больной К. 51 года с посттравматическим укорочением голени в период фиксации (удлинение голени на 7 см).

а — MPR, б — аксиальный срез.

Рис. 2. КТ голени больного М. 14 лет с ахондроплазией. MPR в сагиттальной и фронтальной плоскостях через год (а, б) и 2,5 года (в) после удлинения голени (аксиальный срез).



Максимальную плотность корковой пластинки на пораженной конечности до лечения регистрировали у больных с посттравматическими, врожденными укорочениями и деформациями костей —  $1478 \pm 163,5$  и  $1288 \pm 198,6$  HU соответственно.

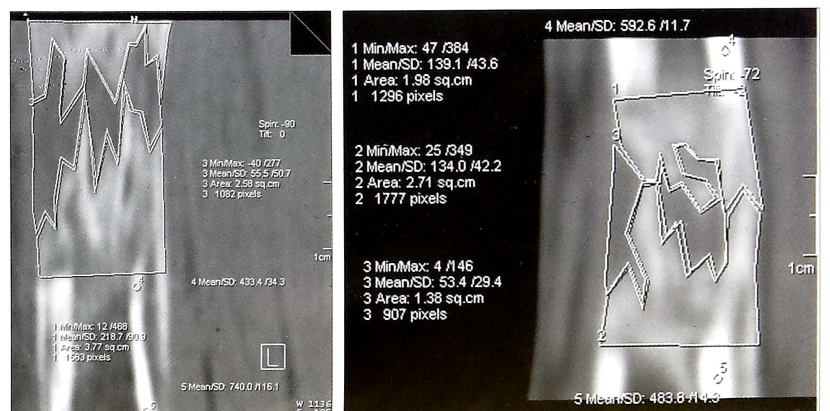
В конце периода дистракции отмечали снижение плотности корковых пластинок материнской кости в среднем на  $340 \pm 87$  HU (до 500 HU) во всех группах больных, что можно объяснить явлением резорбции (рис. 3). После снятия аппарата происходило постепенное увеличение плотности кости у больных как с

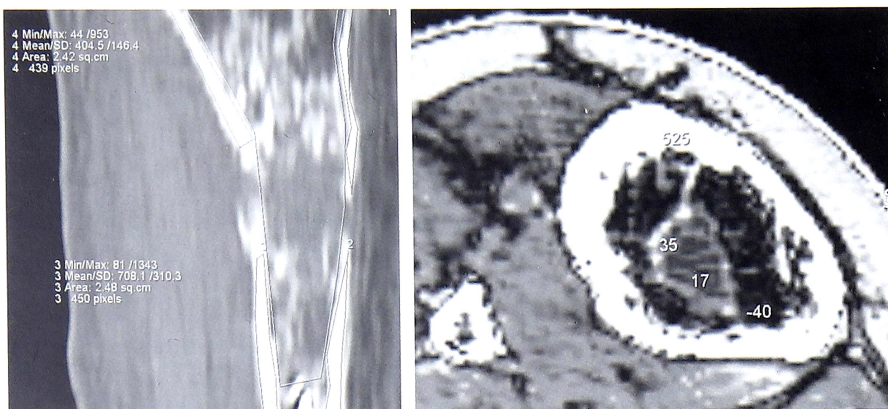
врожденными, так и с приобретенными укорочениями (рис. 4).

Наименьшие значения плотности корковых пластинок, полученные сразу после снятия аппарата, были отмечены у больных ахондроплазией, витамин D-резистентным рахитом и врожденными уко-

Рис. 3. КТ голени больного Г. 12 лет с ахондроплазией в период дистракции (удлинение голени на 3 см). MPR во фронтальной (а) и сагиттальной (б) плоскостях.

Плотность кортикальной пластинки, прилежащей к регенерату, составляет  $433,4-592,6$  HU.





**Рис. 4.** КТ голени больного Б. 21 года с последствиями гематогенного остеомиелита (а) и больной К. 8 лет с ахондроплазией (б) после удлинения голени и демонтажа аппарата.  
а — MPR, б — VRT, аксиальный срез.

рочениями и деформациями:  $798 \pm 78$ ,  $802 \pm 92$  и  $828 \pm 30$  HU соответственно. Снижение плотности корковой пластинки было обусловлено резорбцией минеральных веществ во время длительного периода лечения, поскольку у больных ахондроплазией и у пациентов с врожденными укорочениями и деформациями средняя величина удлинения составила от  $5,89 \pm 3,98$  до  $9,64 \pm 1,43$  см, что требовало не менее 7–9 мес лечения.

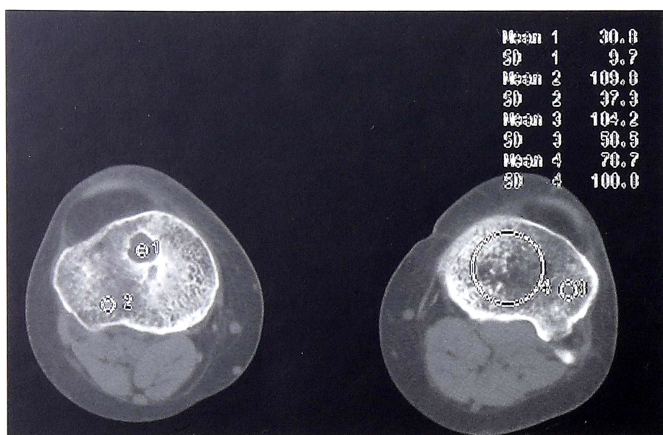
У больных витамин D-резистентным рахитом подобное снижение плотности корковых пластинок связано как с полисегментарным дистракционным остеосинтезом (из-за многоплоскостных деформаций нижних конечностей), так и с особенностью архитектоники и минерального состава костной ткани при дефиците фосфатов. Плотность корковой пластинки через 1–2 года после лечения у таких больных в возрасте 24–30 лет значительно возрастала, тогда как плотность в метаэпифизарных зонах в этом возрасте была ниже, что обусловлено прогрессированием резорбтивных процессов, формированием кости грубо трабекулярного строения с участками резорбции (рис. 5).

Более детальное исследование корковой пластинки после удлинения показало, что кроме уменьшения плотности изменялась и ее структура. На

аксиальных срезах плотность корковой пластинки была крайне неоднородной (рис. 6, а). Имелись участки разрежения различной формы и величины. В центре бугристости большеберцовой кости отмечались округлые участки разрежения диаметром 0,5 мм и плотностью 400–600 HU. Ближе к наружному контуру корковой пластинки участки разрежения достигали 1 мм в диаметре, имели неопределенную форму. Вне этих зон плотность кости сохранялась в пределах 1100–1150 HU (рис. 6, б).

Увеличение плотности корковой пластинки после удлинения было относительно равномерным в различных группах больных с достоверным отличием ( $p < 0,05$ ) ее после демонтажа аппарата и в отдаленном периоде у больных ахондроплазией и с врожденным укорочением. Корковая пластинка имела однородное строение и плотность, соответствующую дооперационным значениям (рис. 7).

В группе больных с последствиями гематогенного остеомиелита плотность корковой пластин-



**Рис. 5.** КТ голени (аксиальный срез) больной Б. 37 лет с витамин D-резистентным рахитом через 20 лет после устранения деформаций голени. Определение плотности кости в эпифизарной зоне. Киста и зоны резорбции различной формы и размеров.



**Рис. 6.** КТ голени (аксиальный срез) больного К. 51 года после удлинения голени на 7 см на 0,5 см (а) и 1 см (б) проксимальнее регенерата.  
б — определение плотности кортикальной пластинки.

**Табл. 2.** Показатели (в НУ) плотности корковой пластинки у больных с укорочением различной этиологии и в различные сроки наблюдения

Нозологическая форма	После демонтажа аппарата	В отдаленном периоде (12–18 мес после снятия аппарата)
Ахондроплазия (n=29)	798±78	1357±212*
Витамин D-резистентный рахит (n=12)	802±92	1135±123*
Посттравматические укорочения и деформации (n=16)	1154±98	1341±75
Последствия гематогенного остеомиелита (n=21)	1112±33	1114±64*
Врожденные укорочения и деформации (n=16)	828±30	828±30

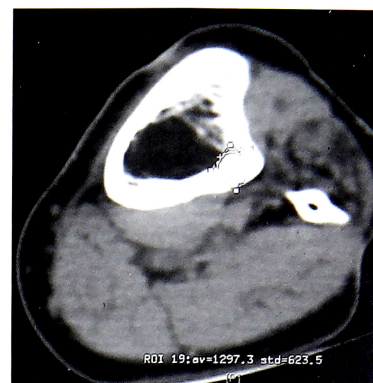
Примечание. \* — достоверность различий показателей в периоде после демонтажа аппарата и в отдаленном периоде,  $p < 0,05$ .

ки с течением времени практически не менялась (табл. 2).

Результаты работы показали, что изменение плотности различных отделов большеберцовой кости в различные периоды лечения имело возрастные и нозологические особенности. Органотипическая перестройка после удлинения и устранения деформаций завершалась через 1–1,5 года, при этом в метафизе наблюдалась характерная мелкоячеистая структура, а в диафизе — сформированный костномозговой канал и корковая пластинка, плотность которых соответствовала плотности компактной кости пациентов соответствующего возраста с колебаниями в зависимости от этиологии заболевания, степени патоморфологических и биомеханических изменений, функции конечности. Плотность корковой пластинки во время удлинения и в периоде фиксации снижалась на  $340 \pm 87$  НУ (до 500 НУ), а после снятия аппарата увеличивалась на 300–400 НУ, что свидетельствовало о нормальном течении процессов ремоделирования костной ткани после удлинения.

Снижение плотности корковой пластинки, прилежащей к регенерату, сопровождалось специфическим изменением ее строения, проявляющимся в формировании в периоде дистракции зон резорбции различной формы и размеров, которые в отдаленном периоде исчезали; корковая пластинка

**Рис. 7.** КТ голени (фрагмент аксиального среза на границе верхней и средней трети левой голени) больного М. 15 лет с ахондроплазией через 1,5 года после удлинения.



имела однородное строение с плотностью кости более высокой в средних ее слоях.

## ВЫВОДЫ

1. Корковая пластинка большеберцовой кости у больных с укорочениями и деформациями различной этиологии до лечения отличается различной формой поперечного сечения и плотностью.

2. Во время дистракции и фиксации конечности в аппарате после удлинения корковая пластинка во всех группах больных характеризуется неоднородным строением с наличием зон резорбции различной величины и плотности.

3. Органотипическая перестройка кости после удлинения завершается через 1–3 года в зависимости от этиологии заболевания и величины удлинения, корковая пластинка при этом имеет однородное строение, но плотность ее в средних отделах выше, чем в наружных и внутренних.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Корабельников М.А., Дьячкова Г.В., Аранович А.М., Щукин А.А., Дьячков К.А., Ковалева А.В. Количественная оценка репаративного костеобразования при удлинении конечностей у больных ахондроплазией. *Гений ортопедии*. 2006; 1: 92–7.
2. Дьячкова Г.В., Аранович А.М., Дьячков К.А., Щукин А.А. Количественная оценка плотности кости до лечения и на различных этапах удлинения нижних конечностей у больных ахондроплазией. *Остеопороз и остеоартроз — проблема XXI века: морфофункциональные аспекты диагностики, лечения и профилактики*. В кн.: Материалы науч.-практ. конференции с международным участием. Курган; 2009; 87–9.
3. Дьячков К.А., Корабельников М.А., Рязанова Е.А., Эйдлина Е.М. Количественная оценка минеральной плотности длинных костей нижних конечностей после удлинения. *Гений ортопедии*. 2009; 4: 56–61.

**Сведения об авторах:** Дьячков К.А. — старший научный сотрудник отдела рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики; Дьячкова Г.В. — доктор мед. наук, профессор, руководитель отдела рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики; Александров Ю.М. — аспирант отдела рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики. **Для контактов:** Дьячков Константин Александрович. 640014, г. Курган, ул. М. Ульяновой, 6. Тел.: 8 (3522) 45-37-49. E-mail: dka doc@mail.ru