

## МИНЕРАЛЬНАЯ ПЛОТНОСТЬ КОСТЕЙ НИЖНИХ КОНЕЧНОСТЕЙ ПРИ ДИАБЕТИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЯХ

Гречишкин А. К., Свешников А.А.

*ФГУ «РНЦ «ВТО» им. акад. Г.А. Илизарова Росмедтехнологий»,  
Курган, Россия*

Подробная информация об авторах размещена на сайте  
«Ученые России» - <http://www.famous-scientists.ru>

**В процессе лечения 126 больных сахарным диабетом 1 типа на костном денситометре измеряли минеральную плотность костей (МПК) нижней конечности. В зависимости от срока заболевания мужчины и женщины были разделены на три подгруппы по 21 человеку в каждой: 1) возраст 18-20 лет, давность заболевания 3-5 лет, сенсо-моторные расстройства минимальные; 2) возраст 36-45 лет, давность заболевания 6-10 лет, расстройства умеренные - микроангиопатии и нейропатии; 3) возраст 56-60 лет, давность заболевания 11-15 лет при выраженной микро-, макроангиопатии и нейропатии. В первой группе больных обнаружена небольшая остеопения, во второй – значительная остеопения, в третьей группе – был остеопороз. У женщин изменения МПК были более заметными. Обнаружена прямая связь между выраженностью сенсо-моторных расстройств и МПК костей нижней конечности.**

Проблема изучения и лечения осложнений при сахарном диабете (СД) 1 типа экономически оправдана и важна в плане предотвращения ампутаций у больных с диабетической стопой [3]. Крайне необходимо обследование группы риска, обучения и направления больных в специализированные центры, где оказывается всесторонняя помощь. Это может привести к уменьшению числа больших ампутаций на 50%, что является одной из задач, поставленных Сент-Винсентской Декларацией и Федеральной целевой программой “Сахарный диабет”. Цель нашей работы – дальнейшие тщательные исследования минеральной плотности костей (МПК) нижних конечностей для повышения эффективности диагностики, лечения, реабилитации и организации помощи больным с синдромом диабетической стопы.

### **Материал и методы**

Под наблюдением находились 126 больных (63 мужчины и 63 женщины), у которых были начальные или выраженные нарушения нижних конечностей, как следствие СД 1 типа. В зависимости от срока заболевания мужчины и женщины были разделены на три подгруппы по 21 челове-

ку в каждой: 1) возраст 19-21 лет, давность заболевания 3-5 лет; 2) возраст 36-45 лет, давность заболевания 6-10 лет; 3) возраст 56-60 лет, давность заболевания 11-15 лет. Больные не имели переломов в анамнезе и заболеваний, которые приводили бы к снижению МПК. В качестве контроля служили данные минеральной плотности у 126 здоровых людей аналогичного возраста, а также в возрасте 21-25 лет.

Обследование больных проводилось по программе, которая предусматривала общепринятые клинические и лабораторные методы исследования, педологический осмотр с оценкой состояния периферической иннервации и кровоснабжения. При наличии язвенного дефекта или остеоартропатии проводилась рентгенография стоп, при необходимости - бактериологическое исследование отделяемого из язвы. Больные осматривались окулистом.

Для оценки периферической микроциркуляции определялись базальный капиллярный кровоток, характеризующий скорость капиллярного кровотока в исследуемой зоне, градиент капиллярного кровотока, характеризующий соотношение капиллярного кровотока между стопой и

костью, и регионарное сосудистое сопротивление капиллярного кровотока [7].

Для изучения минеральной плотности костей скелета проводили исследование всего скелета на рентгеновском двухэнергетическом костном денситометре фирмы «GE/Lunar Corp.» (США). Затем путем локального анализа определяли МПК в нижней трети бедренной кости, в верхней и нижней третях большеберцовой кости, во всей стопе (граница проходила через Шопаров сустав) и в отдельных ее нагружаемых костях: первой плюсневой кости, основной фаланге первого пальца и в пяточной кости.

Оценка результатов МПК проводилась согласно методических рекомендаций Международного общества по клинической денситометрии (ISCD - 2003, 2005, 2007): у женщин до 55 лет и мужчин до 21 года вычисляли Z-критерий – отношение конкретного показателя к данным у здоровых людей аналогичного возраста; у женщин после 55 лет и мужчин после 20 лет определяли T – критерий - отношение полученных результатов к возрастной группе 21-25 лет. Величина критерия соответствовала проценту снижения минеральной плотности.

Нейроостеоартропатия устанавливалась на основании типичной клиникорентгенологической характеристики поражения, признаков выраженной периферической нейропатии с явлениями асептической деструкции костей стопы в типичных местах биомеханического нагружения.

Статистическая обработка данных проводилась с применением пакета прикладных программ «Statistica 6.0» возможностей Microsoft Excel. В работе использовался метод корреляционного анализа и метод выявления различий в распределении признака (критерии Колмогорова – Смирнова и  $\chi^2$ ). Достоверность полученных результатов обеспечивалось применением стандартных диагностических методов и t-критерия Стьюдента.

#### **Результаты исследований**

**1. Мужчины.** 1.1. Первая группа. Длина тела  $175 \pm 3$  см, масса тела  $64 \pm 2$  кг, индекс массы тела  $21 \pm 1,0$  кг/м<sup>2</sup>. Сенсомоторные расстройства минимальны. Ми-

неральная плотность была равномерно снижена в левой и правой конечностях. Наибольшая величина снижения МПК (Z-критерий -1,5-1,6) отмечена в нижней трети бедренной кости. В верхней трети большеберцовой кости несколько меньшие величины (Z-критерий – 1,3-1,4). В диафизах большеберцовых костей минеральная плотность оставалась без изменений (табл. 1). В костях стопы Z-критерий был равен -1,0-1,2. Исключение составила только пяточная кость, где этот показатель был равен -1,4-1,5. Эти данные указывают на то, что у молодых мужчин при давности заболевания 3-5 лет деминерализация происходит только в трабекулярных костях - развивается умеренно выраженная остеопения.

1.2. Вторая группа. В этой группе длина тела была аналогичной с предыдущей ( $176 \pm 2$  см), масса тела большей ( $68,0 \pm 1,5$  кг,  $p < 0,05$ ), ИМТ был равен  $21,8 \pm 0,8$  кг/м<sup>2</sup>. Сенсо-моторные расстройства выражены умеренно (проявления микроангиопатии и нейропатии). Изменения МПК в этом возрасте и при большей продолжительности СД 1 отличались от предыдущей группы более существенными изменениями количества минералов в конечностях: в нижней трети бедренной кости T-критерий был равен -1,8, в верхней трети большеберцовой кости – 2,4. В диафизе этой кости, также как и у молодых людей, МПК не изменена, в нижней трети T-критерий был равен -2,0-2,1. В костях стопы наибольшее снижение МПК было в 1-й плюсневой кости, основной фаланге 1-го пальца обнаружены начальные признаки остеопороза (табл. 2).

1.3. Третья группа. Длина тела в этой группе составила  $175 \pm 3$  см, масса тела имела тенденцию к увеличению  $71 \pm 1,3$  кг ( $p > 0,05$ ), ИМТ был равен  $23,3$  кг/м<sup>2</sup>. В этой группе были выраженные сенсомоторные расстройства (проявления микро-, макроангиопатии и нейропатии). У больных только в нижней трети бедренной кости обнаружена остеопения на грани остеопороза (T-критерий -2,3-2,4), а в метафизах большеберцовой кости и стопе – остеопороз (T-критерий -2,6-3,0, то есть величина МПК снижена на 26-30%).

**Таблица 1.** Изменение минеральной плотности костей нижней конечности ( $\text{г/см}^2$ ,  $M \pm SD$ ) у мужчин 18-20 года с диабетическими поражениями стопы

Показатели	Больные люди				Здоровые мужчины аналогичного возраста
	Правая конечность	Z-критерий	Левая конечность	Z-критерий	
Бедро: нижняя	1,222* $\pm$ 0,069	-1,6	1,231* $\pm$ 0,080	-1,5	1,448 $\pm$ 0,071
Голень: верхняя треть	1,214* $\pm$ 0,072	-1,3	1,202* $\pm$ 0,067	-1,4	1,392 $\pm$ 0,082
средняя треть	1,690 $\pm$ 0,143	0	1,720 $\pm$ 0,139	0	1,706 $\pm$ 0,102
нижняя треть	1,106* $\pm$ 0,079	-1,5	1,117* $\pm$ 0,065	-1,5	1,309 $\pm$ 0,082
Все кости стопы	1,645* $\pm$ 0,123	-1,1	1,651* $\pm$ 0,119	-1,1	1,849 $\pm$ 0,140
Плюсневая кость 1-я	1,024* $\pm$ 0,068	-1,1	1,032* $\pm$ 0,059	-1,0	1,145 $\pm$ 0,077
Основная фаланга 1-го пальца	0,864* $\pm$ 0,049	-1,2	0,855* $\pm$ 0,063	-1,2	0,974 $\pm$ 0,037
Пяточная кость вся	1,059 $\pm$ 0,058	-1,4	1,048 $\pm$ 0,061	-1,5	1,239 $\pm$ 0,054

Примечание: здесь, а также в табл. 2-6, знаком «\*» обозначены величины статистически достоверно ( $p < 0,05$ ) отличающиеся от данных у здоровых людей.

**Таблица 2.** Изменение минеральной плотности костей нижней конечности ( $\text{г/см}^2$ ,  $M \pm SD$ ) у мужчин 36-45 года с диабетическими поражениями стопы

Показатели	Больные люди				Здоровые мужчины, 21-25 лет
	Правая конечность	T-критерий	Левая конечность	T-критерий	
Бедро: нижняя треть	1,208* $\pm$ 0,070	-1,8	1,210* $\pm$ 0,080	-1,8	1,480 $\pm$ 0,096
Голень: верхняя треть	1,243* $\pm$ 0,088	-2,4	1,237* $\pm$ 0,079	-2,4	1,637 $\pm$ 0,072
средняя треть	1,645 $\pm$ 0,103	-0,1	1,639 $\pm$ 0,109	-0,1	1,662 $\pm$ 0,093
нижняя треть	1,292* $\pm$ 0,037	-2,0	1,278* $\pm$ 0,040	-2,1	1,612 $\pm$ 0,071
Все кости стопы	1,505* $\pm$ 0,128	-2,1	1,513* $\pm$ 0,136	-2,1	1,910 $\pm$ 0,136
Плюсневая кость 1-я	0,892* $\pm$ 0,071	-2,6	0,884* $\pm$ 0,079	-2,7	1,207 $\pm$ 0,062
Основная фаланга 1-го пальца	0,895* $\pm$ 0,052	-2,5	0,889* $\pm$ 0,060	-2,5	1,188 $\pm$ 0,055
Пяточная кость вся	1,026* $\pm$ 0,069	-2,0	1,045* $\pm$ 0,083	-1,9	1,284 $\pm$ 0,064

**Таблица 3.** Изменение минеральной плотности костей нижней конечности ( $\text{г/см}^2$ ,  $M \pm SD$ ) у мужчин 56-60 года с диабетическими поражениями стопы

Показатели	Больные люди				Здоровые мужчины, 21-25 лет
	Правая конечность	T-критерий	Левая конечность	T-критерий	
Бедро: нижняя треть	1,120 $\pm$ 0,078	-2,4	1,133 $\pm$ 0,067	-2,3	1,480 $\pm$ 0,096
Голень: верхняя треть	1,205 $\pm$ 0,092	-2,6	1,198 $\pm$ 0,084	-2,7	1,637 $\pm$ 0,072
средняя треть	1,658 $\pm$ 0,098	0	1,644 $\pm$ 0,106	-0,1	1,662 $\pm$ 0,093
нижняя треть	1,159 $\pm$ 0,080	-2,8	1,137 $\pm$ 0,069	-2,9	1,611 $\pm$ 0,071
Все кости стопы	1,409 $\pm$ 0,106	-2,6	1,412 $\pm$ 0,099	-2,6	1,910 $\pm$ 0,136
Плюсневая кость 1-я	0,854 $\pm$ 0,051	-2,9	0,847 $\pm$ 0,060	-3,0	1,207 $\pm$ 0,062
Основная фаланга 1-го пальца	0,841 $\pm$ 0,053	-2,9	0,839 $\pm$ 0,060	-2,9	1,188 $\pm$ 0,055
Пяточная кость вся	0,937 $\pm$ 0,075	-2,7	0,925 $\pm$ 0,064	-2,8	1,284 $\pm$ 0,064

2. **Женщины.** 2.1. Первая группа. Длина тела  $165 \pm 2$  см, масса тела –  $52,3 \pm 1,5$  кг, ИМТ –  $19,0 \pm 1,0$  кг/м<sup>2</sup>. Сенсо-моторные расстройства минимальны. В нижней трети бедренной кости и верхней трети большеберцовой Z-критерий был в пределах -1,3-1,5. В средней трети МПК не изменялась (рис. 4). Во всей стопе Z-критерий

составил -1,2. В 1-й плюсневой кости деминерализации наиболее заметная (Z-критерий равен -1,6-1,7). В основной фаланге 1-го пальца и пяточной кости Z-критерий был равен -1,4-1,5. Результаты обследования показали, что в этой группе больных выявлена только остеопения.

**Таблица 4.** Изменение минеральной плотности костей нижней конечности (г/см<sup>2</sup>, M±SD) у женщин 18-20 года с диабетическими поражениями стопы

Показатели	Больные люди				Здоровые женщины аналогичного возраста
	Правая конечность	Z-критерий	Левая конечность	Z-критерий	
Бедро: нижняя треть	1,162±0,081	-1,4	1,179±0,093	-1,3	1,350±0,095
Голень: верхняя треть	0,958±0,058	-1,5	0,962±0,067	-1,5	1,283±0,101
средняя треть	1,554±0,106	0	1,562±0,094	0	1,574±0,109
нижняя треть	0,819±0,057	-1,1	0,834±0,067	-1,0	0,922±0,055
Все кости стопы	1,514±0,113	-1,2	1,526±0,107	-1,2	1,731±0,118
Плюсневая кость 1-я	0,903±0,055	-1,7	0,911±0,058	-1,6	1,084±0,076
Основная фаланга 1-го пальца	0,788±0,051	-1,4	0,779±0,062	-1,5	0,921±0,065
Пяточная кость вся	0,984±0,059	-1,4	0,978±0,067	-1,5	1,147±0,092

**Таблица 5.** Изменение минеральной плотности костей нижней конечности (г/см<sup>2</sup>, M±SD) у женщин 36-45 года с диабетическими поражениями стопы

Показатели	Больные люди				Здоровые женщины аналогичного возраста
	Правая конечность	Z-критерий	Левая конечность	Z-критерий	
Бедро: нижняя треть	1,109±0,078	-1,7	1,124±0,067	-1,6	1,344±0,108
Голень: верхняя треть	1,084±0,062	-1,6	1,075±0,074	-1,7	1,291±0,102
средняя треть	1,609±0,096	0	1,613±0,129	0	1,606±0,111
нижняя треть	0,954±0,073	-2,3	0,960±0,064	-2,2	1,238±0,074
Все кости стопы	1,344±0,094	-2,3	1,356±0,106	-2,2	1,740±1,102
Плюсневая кость 1-я	0,786±0,047	-2,8	0,793±0,053	-2,7	1,091±0,065
Основная фаланга 1-го пальца	0,688±0,042	-2,6	0,693±0,049	-2,6	0,936±0,056
Пяточная кость вся	0,832±0,058	-2,8	0,839±0,067	-2,7	1,151±0,069

2.2. Вторая группа. Длина тела больных была равна  $164 \pm 1,5$  см, масса тела -  $58 \pm 1,8$  кг, ИМТ –  $21,2 \pm 1,3$  кг/м<sup>2</sup>. Сенсо-моторные расстройства (микроангиопатии и нейропатии) были выражены умеренно. В этой группе остеопения выражена более

заметно по сравнению с предыдущей: в нижней трети бедренной кости и верхней трети большеберцовой Z-критерий был равен -1,6-1,7, в нижней трети этой же кости и стопе в целом -2,2-2,3, а в отдель-

ных костях стопы – начальные признаки остеопороза (табл. 5).

2.3. Третья группа. Длина тела 162±2 см, масса тела - 61±2 кг, ИМТ – 21,4±1,5 кг/м<sup>2</sup>. В этой группе были выраженные сенсо-моторные расстройства (микро-, макроангиопатии и нейропатии). Во всех костях нижних конечностей с преимущественным расположением трабеку-

лярной ткани обнаружены признаки остеопороза средней степени тяжести: в нижней трети бедренной кости и верхней трети большеберцовой деминерализация составила 32-34%. В нижней трети большеберцовой кости МПК была ниже, чем в контроле на 34-36%. В стопе в целом – на 30%, а в отдельных ее костях на 33-37%.

**Таблица 6.** Изменение минеральной плотности костей нижней конечности (г/см<sup>2</sup>, М±SD) у женщин 56-60 лет с диабетическими поражениями стопы

Показатели	Больные люди				Здоровые женщины, 21-25 лет
	Правая конечность	Т-критерий	Левая конечность	Т-критерий	
Бедро: нижняя треть	0,885*±0,062	-3,2	0,893*±0,054	-3,2	1,310±0,092
Голень: верхняя треть	0,831*±0,066	-3,4	0,840*±0,050	-3,4	1,265±0,088
средняя треть	1,532±0,104	-0,1	1,529±0,117	-0,1	1,548±0,093
нижняя треть	0,837*±0,059	-3,6	0,842*±0,051	-3,4	1,324±0,079
Все кости стопы	1,151*±0,092	-3,0	1,164*±0,093	-3,0	1,644±0,115
Плюсневая кость 1-я	0,738*±0,046	-3,5	0,746*±0,060	-3,5	1,139±0,091
Основная фаланга 1-го пальца	0,680*±0,068	-3,7	0,688*±0,048	-3,6	1,079±0,076
Пяточная кость вся	0,816*±0,049	-3,3	0,809*±0,057	-3,4	1,226±0,098

### Обсуждение результатов

Нами для наблюдения за изменениями МПК при СД 1 выбраны больные с начальными или выраженными изменениями МПК, так как только при таких изменениях эффективны лечебные мероприятия. При более тяжелых поражениях, когда отмечается деструкция костей, уже применяются хирургические вмешательства.

Полученные результаты показали, что на МПК нижних конечностей существенно влияет длительность заболевания СД 1. Деминерализация происходит в местах наибольшего расположения трабекулярной кости. Именно здесь в норме лучше кровообращение, а при сахарном диабете сильнее поражаются капилляры и вены (нарушается проницаемость сосудов, утолщаются базальные мембраны, развивается гиалиноз сосудов, нарушается пролиферация эндотелия и перицитов, а в сосудах откладываются глюкопротеидные вещества). Уменьшается масса мышц, развивается мышечная слабость и повышает-

ся утомляемость [1]. В конечностях возникают нарушения кровообращения. Именно от характера нарушения его и нервно-трофических расстройств зависит степень снижения МПК в конечности. В итоге нарушаются обменные процессы (снижается синтез белка, повышается его распад). Больные ходят с трудом [2].

При длительности заболевания 3-5 лет констатируется остеопения, через 6-10 лет – появляются начальные признаки остеопороза, через 11-15 лет – обнаружен остеопороз средней степени тяжести. В этот период отмечены выраженные сенсо-моторные расстройства, указывающие на влияние периферической полиневропатии на величину МПК. При низкой ее величине более часто встречались хронические осложнения сахарного диабета - проявления диабетической ретинопатии и нефропатии. Хронические осложнения в виде поражений нижних конечностей являются причинами инвалидизации и социально-экономического ущерба [5]. Остеопения - прогностически неблагоприятным факто-

ром в патогенезе СД 1 типа. На содержание МПК отрицательно влияет возраст пациентов: чем старше пациент, тем сильнее выражены изменения МПК. Больные с абсолютной инсулиновой недостаточностью, несмотря на молодой возраст, более подвержены остеопорозу, нежели больные СД 2 типа [4].

Благоприятный эффект лечения достигался при нормализации углеводного обмена, диеты, богатой кальцием, применении низкочастотной магнитотерапии, крема-бальзама «капилар» и препарата кальция «кальцеин адванс», содержащего микроэлементы [6].

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Гречишкин А.К. // Успехи современного естествознания. 2008. № 5. С. 92.
2. Гречишкин А.К. // Успехи современного естествознания. 2008. № 5. С. 91

3. Гречишкин А.К. // Высокие технологии в медицине. Новосибирск, Издатель, 2008. С. 229.

4. Гречишкин А. // Высокие технологии в медицине. Новосибирск, Издатель, 2008. С. 175.

5. Гречишкин А.К. // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды. Челябинск, ЧГПУ. 2008. М. 127.

6. Гречишкин А.К. // Материалы III Российского конгресса по остеопорозу. Екатеринбург, Издательский дом «Алфавит», 2008. С.117.

7. Гурьева, И В. Профилактика, лечение, медико-социальная реабилитация и организация междисциплинарной помощи больным с синдромом диабетической стопы: Автореф. дис... докт. мед. наук. Федеральный науч.-практ. центр медико-социальной экспертизы и реабилитации инвалидов. М. 2001. 43 с.

## **MINERAL DENSITY BY BONES BLOWER EXTREMITIES WITH THE DIABETIC DEFEATS**

Grechishkin K.A., Sveshnikov A.A.

*FSI "RISC "RTO" of Federal agency of High Medical Technology", Kurgan*

In the process of treatment by 126 of the sick with diabetes mellitus 1 types on the bone densitometer was measured the mineral density of the bones (MPK) of lower extremity. Depending on period the diseases of man and woman were divided into three subgroups of 21 people in each: 1) the age of 19-21 years, the duration of the disease of 3-5 years, sensorimotor disorders are minimum; 2) the age of 36-45 years, the duration of the disease of 6-10 years, disorder moderated - microangiopathy and neuropatii; 3) the age of 56-60 years, the duration of the disease of 11-15 years with the expressed micro-, macro-angiopathy and neuropatii. In the first group of patients is discovered small of osteopeniya, the secondly - significant of osteopeniya, in the third group - there was osteoporosis. The women of change had more noticeable. Is discovered the direct connection between the manifestation of sensorimotor disorders and MPK of the bones of lower extremity.

