

# ОЦЕНКА МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ СУБХОНДРАЛЬНЫХ ОТДЕЛОВ БЕДРЕННОЙ И БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТЕЙ ПРИ ГОНАРТРОЗЕ

*Е.М. Зайцева, А.В. Смирнов, Л.И. Алексеева  
ГУ Институт ревматологии РАМН, Москва*

## Резюме

**Цель.** Оценить взаимосвязь МПКТ субхондральных (с/х) отделов бедренной и большеберцовой костей и стадии гонартроза.

**Материал и методы.** 53 жен. с двусторонним гонартрозом. Возраст от 42 до 84 лет, индекс массы тела от 21,2 до 43 кг/м<sup>2</sup>. Проведены стандартная рентгенография коленных суставов в 2-х проекциях и 2-х энергетическая рентгеновская денситометрия поясничного отдела позвоночника, шейки бедренной кости и мыщелков бедренной и большеберцовой костей. Оценка МПКТ проводилась в 5 регионах коленного сустава.

**Результаты.** Установлено, что увеличение стадий гонартроза сопровождается повышением значений МПКТ с/х отделах больше берцовой кости. Увеличение МПКТ в медиальном мыщелке большеберцовой кости ассоциировалось с уменьшением ширины суставной щели тибιο-фemorального сустава, наличием с/х остеоэсклероза и краевых остеофитов, а также с наличием варусной деформации коленного сустава. Значения МПКТ в с/х отделах бедренной кости были связаны только с наличием краевых остеофитов.

**Ключевые слова:** гонартроз, МПКТ субхондральных отделов бедренной и большеберцовой костей.

Остеоартроз (ОА) - одно из наиболее распространенных ревматических заболеваний, приводящих к инвалидизации, в связи с чем ранняя диагностика и своевременно начатое лечение имеют большое значение для прогноза болезни. Долгое время основным фактором прогрессирования ОА считалось уменьшение объема суставного хряща, а изменения в субхондральной (с/х) кости рассматривались как вторичные. Однако экспериментальные работы и исследования пациентов с гонартрозом показывают, что формирование остеофитов и субхондрального остеоэсклероза начинается порой на много месяцев раньше изменений в суставном хряще и сужения суставной щели [1-3]. Кроме иницирующего действия на деградацию хряща, изменения в архитектонике субхондральной кости могут способствовать прогрессированию этого процесса, что доказано рядом исследований с использованием скинтиграфии и денситометрии субхондральной кости [4-6]. В недавних работах продемонстрирована возможность использования значений минеральной плотности костной ткани (МПКТ) субхондральных отделов большеберцовой кости в качестве предиктора прогрессии гонартроза [7].

**Целью исследования** явилась оценка взаимосвязи МПКТ с/х отделов бедренной и большеберцовой костей и стадии гонартроза.

## Материалы и методы

Обследовано 53 больных с гонартрозом (106 коленных суставов), диагноз соответствовал критериям АСР. Все пациенты - женского пола в возрасте от 42 до 84 лет, с индексом массы тела от 21,2 до 43 кг/м<sup>2</sup>, с различной выраженностью болевого синдрома (интенсивность боли оценивалась пациентом по ВАШ).

Всем больным проведена стандартная рентгенография коленных суставов в 2-х проекциях и 2-х энергетическая рентгеновская денситометрия (поясничный отдел позвоночника, шейка бедренной кости, с/х отделы мыщелков бедренной и большеберцовой костей) на аппарате QDR-4500W ("Hologic"). Оценка стадии гонартроза проводилась по классификации Kellgren-Lawrence с учетом ширины суставной щели (ШСЩ), выраженности с/х остеоэсклероза и размера остеофитов на краях суставных поверхностей костей. Оценка минеральной плотности с/х кости проводилась в 5 зонах (regions): R1 - латеральный мыщелок бедренной кости, R2 - латеральный мыщелок большеберцовой кости, R3 - медиальный мыщелок большеберцовой кости, R4 - медиальный мыщелок бедренной кости, R5 - с/х отдел большеберцовой кости на всем протяжении.

1 стадия гонартроза выявлена в 24; 2 - в 48; 3 - в 22; 4 - в 12 коленных суставах. Минимальная ширина суставной щели (Min ШСЩ) тибιο-фemorального сустава (ТФС) составляла от 1 до 7 мм, размер остеофитов от 0 до 10 мм. С/х остеоэсклероз выявлен в 35 коленных суставах.

Оценена взаимосвязь МПКТ в зоне R5 с возрастом пациентов, индексом массы тела, выраженностью болевого синдрома, Min ШСЩ, стадией гонартроза, МПКТ в поясничном отделе позвоночника и шейке бедренной кости и наличием у пациентов узелковой формы ОА, а также МПКТ зон R1-R4 с Min ШСЩ, размером остеофитов, наличием с/х остеоэсклероза и варусной деформации нижних конечностей.

## Результаты

Выявлено повышение значений МПКТ в с/х отделах большеберцовой кости (зона R5) при увеличении стадии гонартроза, достоверно различались показатели при I и III-IV стадиях (p=0,04) (табл.1).

Таблица 1  
МПКТ С/Х ОТДЕЛОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ  
ПРИ РАЗЛИЧНЫХ СТАДИЯХ ГОНАРТРОЗА

Стадия гонартроза	МПКТ R5 (г/см <sup>2</sup> )	р
I	0,682 ± 0,17 n=24	1-2=0,6
II	0,708 ± 0,22 n=48	2-3=0,13
III	0,798 ± 0,21 n=22	3-4=0,8
IV	0,814 ± 0,14 n=12	1-3=0,04

Сужение суставной щели ТФС также сопровождалось увеличением минеральной плотности в с/х отделах большеберцовой кости, но без статистической достоверности ( $p > 0,1$ ). При сравнении значений МПКТ в зоне R5 в 3-х возрастных группах (42-60, 61-70 и старше 70 лет) и у пациентов с различной интенсивностью болевого синдрома статистически значимых отличий не найдено. Выявлена тенденция к увеличению МПКТ с/х отделов большеберцовой кости (зона R5) при нарастании индекса массы тела; достоверные отличия найдены между группами со значениями индекса массы тела 25-30 кг/м<sup>2</sup> и  $\geq 30$  кг/м<sup>2</sup> ( $p=0,001$ ) (табл.2).

Таблица 2  
ПОКАЗАТЕЛИ МПКТ С/Х ОТДЕЛОВ  
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ И ИНДЕКС МАССЫ  
ТЕЛА

ИМТ (кг/м <sup>2</sup> )	МПКТ R5 (г/см <sup>2</sup> )	р
$\leq 25$	0,707 ± 0,07 n=18	1-2=0,06
25-30	0,632 ± 0,16 n=42	2-3=0,001
$\geq 30$	0,786 ± 0,21 n=46	1-3=0,12

При сочетании гонартроза с узелковой формой ОА наблюдалось достоверное снижение МПКТ в с/х отделах большеберцовой кости ( $p=0,017$ ). Обнаружена взаимосвязь значений МПКТ в зоне R5 с минеральной плотностью в поясничном отделе позвоночника: снижение МПКТ в с/х отделах большеберцовой кости происходило параллельно со снижением МПКТ в позвоночнике (табл.3). Кроме того, достоверно различались значения МПКТ с/х отдела большеберцовой кости при остеопении и нормальных показателях МПКТ в шейке бедренной кости ( $p=0,00$ ); остеопороз (ОП) в этом отделе выявлен лишь у двух пациентов, в связи с чем сравнение с этой группой не проводилось.

Анализ зон R1, R4 и R2 показал, что показатели МПКТ в этих участках не коррелируют с ШСЩ ТФС ( $p=0,3$ ). Увеличение данных значений (в зоне R4) отмечено при наличии краевых остеофитов в медиальном отделе большеберцовой кости, причем разница между значениями МПКТ в зоне R4 в группах с размером остеофитов  $\leq 1$  мм и  $> 1$  мм статистически достоверна ( $p=0,00$ ) (табл.4).

КОРРЕЛЯЦИЯ МПКТ В ЛАТЕРАЛЬНОМ  
И МЕДИАЛЬНОМ МЫШЦЕЛКАХ БЕДРЕННОЙ КОСТИ С РАЗМЕРОМ ОСТЕОФИТОВ

Остеофиты (мм)	МПКТ R1 (г/см <sup>2</sup> )	р	МПКТ R4 (г/см <sup>2</sup> )	р
$\leq 1$	0,858 ± 0,12n=65	p = 0,16	0,886 ± 0,11n=71	0,00
$> 1$	0,894 ± 0,14n=41		1,083 ± 0,13n=35	

Таблица 3  
ВЗАИМОСВЯЗЬ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ С/Х  
ОТДЕЛОВ БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ С МПКТ  
В ПОЗВОНОЧНИКЕ

МПКТ в L1-L4	МПКТ R5 (г/см <sup>2</sup> )	р
Норма (0,874 ± 0,13)	0,819 ± 0,15 n=52	1-2=0,016
Остеопения (0,866 ± 0,15)	0,705 ± 0,14 n=13	2-3 =0,037
Остеопороз (0,857 ± 0,14)	0,620 ± 0,12 n=41	1-3 =0,00

Таблица 5  
ВЗАИМОСВЯЗЬ МПКТ В МЕДИАЛЬНОМ МЫШЦЕЛКЕ  
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ С ШСЩ, НАЛИЧИЕМ  
ОСТЕОСКЛЕРОЗА И РАЗМЕРОМ ОСТЕОФИТОВ

Мин ШСЩ (мм)	МПКТ R3 (г/см <sup>2</sup> )	р
$< 4$	0,843 ± 0,17 n=36	1-2 =0,049
$\geq 4 - 6$	0,769 ± 0,18 n=61	2-3 =0,12
$\leq 6$	0,672 ± 0,13 n=9	1-3 =0,007
Остеофиты (мм)		
0	0,746 ± 0,18 n=35	1-2 =0,12
0,5 ≤ 1	0,675 ± 0,2 n=37	2-6 =0,00
$> 1$	0,975 ± 0,3 n=34	1-3 =0,00
С/х склероз		
Нет	0,705 ± 0,22 n=71	0,00
Есть	0,923 ± 0,27 n=35	

Найдены статистически значимые отличия в значениях МПКТ в медиальном мышцелке большеберцовой кости при сужении суставной щели (значения МПКТ при ШСЩ  $< 4$  мм были достоверно выше, чем при  $\geq 4 - 6$  мм / $p=0,049$ / и  $\geq 6$  мм / $p=0,007$ /) и при наличии в этом отделе краевых остеофитов размером  $> 1$  мм. Наличие с/х остеосклероза сопровождалось увеличением значений МПКТ в с/х отделах мышцелков большеберцовой кости, со статистической достоверностью в медиальном мышцелке (зоне R3) (табл.5).

Наличие варусной деформации коленных суставов сопровождалось достоверным повышением МПКТ в медиальном мышцелке большеберцовой кости по сравнению с латеральным ( $p=0,03$ ) (табл.6). Для бедренной кости подобных отличий не найдено.

### Обсуждение

2-х энергетическая рентгеновская денситометрия (DXA) - наиболее доступная и неинвазивная техника для измерения МПКТ. И хотя считается, что передне-заднее сканирование более информативно в регионах, находящихся в пределах бедренной кости, а для большеберцовой кости более точным является латеральное сканирование (т.к. на

Таблица 4

Таблица 6

**ВЛИЯНИЕ ВАРУСНОЙ ДЕФОРМАЦИИ  
НА МПКТ В МЕДИАЛЬНЫХ ОТДЕЛАХ  
БОЛЬШЕБЕРЦОВОЙ КОСТИ**

МПКТ R4 (г/см <sup>2</sup> )	МПКТ R1 (г/см <sup>2</sup> )	р
0,940 ± 0,29 n=42	0,819 ± 0,23 n=42	0,03
МПКТ R2 (г/см <sup>2</sup> )	МПКТ R3 (г/см <sup>2</sup> )	
0,814 ± 0,27n=42	0,810 ± 0,23 n=42	0,94

точность передне-заднего сканирования в данном отделе влияет наличие синовита и позиция сустава [8,9], в целом DXA является быстрым, точным и низкорadiационным методом оценки минеральной плотности в субхондральных отделах костной ткани [10].

Исходя из сведений о патогенезе ОА, можно предположить, что с увеличением стадии гонартроза должна нарастать минеральная плотность субхондральной кости. Это показано в исследовании О. Bruyere с соавт. [7], причем акцент сделан на значениях МПКТ с/х отделов большеберцовой кости, именно в этом отделе минеральная плотность позитивно коррелирует с ШСЩ и способна предсказывать будущее ее сужение в медиальном отделе ТФС: у пациентов с низкими показателями МПКТ (<0,73 г/см<sup>2</sup>) скорость сужения суставной щели в течение 1 года наблюдения оказалась значительно меньше, чем у больных со значениями минеральной плотности >0,96 г/см<sup>2</sup> (р=0,03).

Полученные нами результаты совпадают с вышеприведенными, мы также отметили связь минеральной плотности с/х отделов в медиальном мышелке большеберцовой кости (R3) со степенью сужения суставной щели в медиальном отделе ТФС. В то же время увеличение МПКТ в с/х отделе на всем протяжении большеберцовой кости не было статистически значимым, достоверность появлялась лишь при распределении минеральной плотности по стадиям го-

нартроза. Вероятно, это можно объяснить тем, что в классификации Kellgren-Lawrence учитывается не только ШСЩ, но и остеофиты и субхондральный остеосклероз, наличие которых ассоциировалось с повышением минеральной плотности в с/х отделах большеберцовой кости.

В 2001-2002 гг. С. Hulet с соавт. провели оценку взаимосвязи минеральной плотности в с/х зоне большеберцовой кости с деформациями нижних конечностей и системным ОП у больных с гонартрозом [11,12]. Было установлено, что при варусной деформации средние значения МПКТ в медиальном отделе большеберцовой кости достоверно выше, чем в латеральном (что согласуется с нашими данными), а при вальгусной деформации - наоборот. Причем значения минеральной плотности возрастают с усилением степени деформации. Также было отмечено, что средние значения МПКТ в проксимальном отделе большеберцовой кости позитивно коррелируют с минеральной плотностью в позвоночнике и шейке бедренной кости. В нашем исследовании оценить распределение минеральной плотности с/х кости при вальгусной деформации не представлялось возможным, т.к. она имела лишь у двух пациентов, вошедших в исследование. При оценке взаимосвязи МПКТ в с/х отделах большеберцовой кости с минеральной плотностью в позвоночнике мы получили сходные с С. Hulet результаты; данные о минеральной плотности в этой зоне при наличии ОП в шейке бедренной кости трудно интерпретировать в связи с тем, что он был выявлен только у двух из обследованных пациентов.

Таким образом, увеличение стадии гонартроза сопровождается повышением значений МПКТ в с/х отделах большеберцовой кости. Увеличение минеральной плотности в медиальном мышелке большеберцовой кости ассоциировалось с ШСЩ ТФС, наличием субхондрального остеосклероза и краевых остеофитов и, кроме того, было достоверно связано с наличием варусной деформации. Для с/х отделов бедренной кости найдена ассоциация значений МПКТ только с наличием краевых остеофитов в медиальном отделе.

**ЛИТЕРАТУРА**

1. Buckland-Wright C., Macfarlane D., Jasani M.K., Lynch J. Quantitative microfocal radiographic assessment of osteoarthritis of the knee from weight bearing tunnel and semiflexed standing views. *J. Rheumatol.*, 1994, 21,1734-1741.
2. Buckland-Wright C., Lynch J., Macfarlane D. Fractal signature analysis measures cancellous bone organisation in macroradiographs of patients with knee osteoarthritis. *Ann. Rheum. Dis.*, 1996, 55,748-755.
3. Billingham M.E.J., Meijers M.H.M., Mahwinney B., Malcolm A. Spontaneous osteoarthritis in guinea pigs: cartilage degeneration is preceded by loss of subchondral trabecular bone [abstract]. *J. Rheum.*, 1996, suppl 1,104
4. Hutton C.W., Higgs E.R., Jackson P.C. et al. Tc HMDP bone scanning in generalised arthritis. I. Comparison of the standard radiograph and four hour bone scan image of the hand. *Ann. Rheum. Dis.*, 1986,45,617-621
5. Hutton C.W., Higgs E.R., Jackson P.C. et al. Tc HMDP bone scanning in generalised arthritis. II. The four hour bone scan image predicts radiographic change. *Ann. Rheum. Dis.*, 1986,45,622-626
6. Dieppe P., Cushnaghan J., Young P., Kirwan J. Prediction of the progression of joint space narrowing in osteoarthritis of the knee by bone scintigraphy. *Ann. Rheum. Dis.*, 1993,52,557-563
7. Bruyere O., Dardenne C., Lejeune E. et al. Subchondral tibial bone mineral density predicts future joint space narrowing at the medial femoro-tibial compartment in patients with knee osteoarthritis. *Bone*, 2003,32(5),541-545.
8. Genant H.K., Steiger P., Faulkner K.G. et al. Non invasive bone mineral analysis: recent advances and future directions. In: Christiansen C., Overgaard K., eds. *Osteoporosis*, Vol 2. Denmark: Kobenhaven K., 1990,435.
9. Murphy E., Bresnihan B., FitzGerald O. Validated measurement of periarticular bone mineral density at the knee joint by dual energy X-ray absorptiometry. *Ann. Rheum. Dis.*, 2001,60, 8-13
10. Shahid M.S., Gosling J., Shepstone L. et al. Dual energy x-ray absorptiometry (DXA) of the knee joint. *Br. J. Rheumatol.*, 1995,34(suppl 1),122.
11. Hulet C., Sabatier J.P., Schiltz D. et al. Dual x-ray absorptiometry assessment of bone density of the proximal tibia in advanced-stage degenerative disease of the knee. *Rev. Chir. Orthop. Reparatrice Appar. Mot.*, 2001,87(1),50-60
12. Hulet C., Sabatier J.P., Souquet D. et al. Distribution of bone mineral density at the proximal tibia in knee osteoarthritis. *Calcif. Tissue Int.*, 2002,71(4),315-322.
13. Carlson C.S., Loeser R.F., Purser C.B. et al. Osteoarthritis in cynomolgus macaques. III. Effects of age, gender, and subchondral bone thickness on the severity of disease. *J. Bone Miner. Res.*, 1996, 11, 1209-1217
14. Messner K., Fahlgren A., Ross I., Andersson B. Simultaneous changes in bone mineral density and articular cartilage in a rabbit meniscectomy model of knee osteoarthritis. *Octeoarthr. and Cartil.*, 2000, 8,197-206
15. Mansell J.P., Bailey A.J. Abnormal cancellous bone collagen metabolism in osteoarthritis. *J. Clin. Invest.*, 1998, 101,1596-1603
16. Li B., Aspden R.M. Composition and mechanical properties

of cancellous bone from the femoral head of patients with osteoporosis or osteoarthritis. *J. Bone Miner. Res.*, 1997,12,641-651

17. Karvonen R.L., Miller P.R., Nelson D.A. et al. Periarticular

osteoporosis in osteoarthritis of the knee. *J. Rheumatol.*, 1998,25(11),2187-2194.

Поступила 10.09.04

*Abstract*

*E.M. Zaitseva, A.V. Smirnov, L.I. Alexeeva*

**Assessment of femur and tibia subchondral parts mineral bone density in gonarthrosis**

**Objective.** To assess association between bone mineral density (BMD) of parts of femur and tibia gonarthrosis stage.

**Material and methods.** 53 female with bilateral gonarthrosis aged 42 to 84 years with body mass index from 21,2 to 43 kg/m<sup>2</sup> were included. Knee joints X-ray examination, densitometry of lumbar spine, femoral neck and condyles of femur and tibia were performed. Subchondral BMD assessment was done in 5 regions of knee.

**Results.** Increase of gonarthrosis stage was accompanied by rise of subchondral tibia BMD values. Increase of medial femur condyles BMD was associated with knee joint space decrease, presence of subchondral osteosclerosis and marginal osteophytes so as knee varus deformity. Subchondral femur BMD values correlated only with the presence of marginal osteophytes.

**Key words:** *gonarthrosis, bone mineral density of subchondral femur and tibia*