

Рентгеноморфологические изменения мыщелков бедренной и большеберцовой костей у больных деформирующим артрозом коленного сустава

Г.В. Дьячкова, д. м. н., профессор, заведующая лабораторией рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики;

Н.В. Сазонова, д. м. н., заведующая клинико-диагностическим отделением;

Т.А. Ларионова, к. м. н., ст. науч. сотр. лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики;

К.А. Дьячков, к. м. н., вед. науч. сотр. лаборатории рентгеновских и ультразвуковых методов диагностики

ФГБУ «Российский научный центр «Восстановительная травматология и ортопедия»

им. академика Г.А. Илизарова» Министерства здравоохранения РФ,

ул. М. Ульяновой, 6, Курган, 640014, Российская Федерация

Radio morphological changes in the femoral and tibial condyles in patients with arthrosis deformans of the knee

G.V. D'yachkova, MD, PhD, DSc, Professor, Head of Laboratory of X-ray and Ultrasonic Diagnostic Methods;

N.V. Sazonova, MD, PhD, DSc, Head of Clinical and Diagnostic Department;

T.A. Larionova, MD, PhD, Senior Researcher of Laboratory of X-ray and Ultrasonic Diagnostic Methods;

K.A. D'yachkov, MD, PhD, Leading Researcher of Laboratory of X-ray and Ultrasonic Diagnostic Methods

Russian Scientific Center "G.A. Ilizarov Restorative Traumatology and Orthopaedics",

Ministry of Health of the RF,

ul. M. Ul'yanovoy, 6, Kurgan, 640014, Russian Federation

Цель исследования – изучение количественных рентгенологических проявлений гонартроза у больных в различных возрастных группах.

Материал и методы. Проанализированы результаты рентгенографии, компьютерной томографии и многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) (с 64 рядами детекторов) 86 больных деформирующим артрозом коленного сустава в возрасте от 18 до 70 лет.

Результаты. Рентгеноанатомические изменения в коленном суставе при деформирующем артрозе сопровождаются характерной перестройкой мыщелков бедренной и большеберцовой костей. Количественные изменения плотности кости у больных деформирующим артрозом проявляются общим снижением плотности мыщелков бедренной и большеберцовой костей у больных в возрасте 18–35 лет ($p < 0,05$) и относительным повышением плотности медиального мыщелка большеберцовой кости у больных старше 55/60 лет, особенно при наличии варусной деформации коленного сустава.

Заключение. Рентгеноморфологические изменения костей у больных деформирующим артрозом, выявленные методом МСКТ, имеют гораздо больший спектр качественных и количественных характеристик. Данные о плотности кости в области мыщелков непосредственно зависят от выбора метода лечения. Постпроцессная обработка с применением современных визуализационных программ рабочих станций позволяет выявлять более тонкие структурные изменения кости, также имеющие значение при решении тактических вопросов консервативного и оперативного лечения.

Введение

Остеоартроз (ОА) – одно из наиболее распространенных заболеваний, которым страдает около 4% взрослого населения (при этом гонартрозом – от 3 до 5%), и среди причин нетрудоспособности лиц после 50 лет ОА за-

нимает второе место [1–5]. Остеоартроз является одной из основных причин преждевременной потери трудоспособности и инвалидности, хронического болевого синдрома, значительно снижающего качество жизни пациентов, связан со значительными

Objective: to investigate the quantitative X-ray manifestations of gonarthrosis in patients in different age groups.

Material and methods. The results of radiography, computed tomography, and 64-slice multidetector computed tomography (MDCT) were analyzed in 86 patients aged 18 to 70 years with arthrosis deformans of the knee.

Results. Knee radiographic anatomic changes in arthrosis deformans are accompanied by the characteristic rearrangement of the femoral and tibial condyles. Quantitative bone density changes appear as an overall decrease in the bone mineral density of the femoral and tibial condyles in 18–35-year-old patients with arthrosis deformans ($p < 0.05$) and a relative increase in that of medial tibial condyles in patients older than 55/60 years, in those with genu varum in particular.

Conclusion. In the patients with arthrosis deformans, the bone radio morphological changes detected by MDCT have a much wider range of qualitative and quantitative characteristics. The data on condylar bone density are directly related to a treatment choice. Data postprocessing using the current visualization programs of working stations identifies minor bone structural changes that are also of importance in solving the tactical problems of medical and surgical treatments.

Ключевые слова:

гонартроз, компьютерная томография, многосрезовая компьютерная томография

Index terms:

gonarthrosis, computed tomography, multislice computed tomography

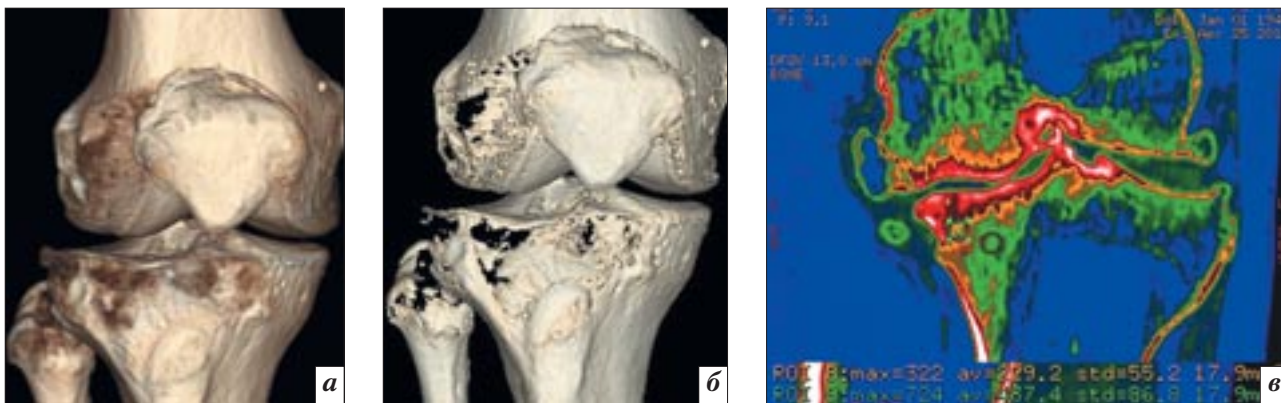


Рис. 1. Результаты МСКТ коленных суставов: а, б – больной Ш., 33 лет, с деформирующим артрозом III ст., VRT; в – больной Б., 70 лет, с деформирующим артрозом IV ст., MPR, ColorMap.

затратами на лечение [4–7]. Учитывая, что наиболее быстрая потеря суставного хряща и изменения субхондральной кости происходят в первые годы от начала болезни, необходимо начинать лечение на ранних стадиях развития патологического процесса, что требует своевременной и точной диагностики [8–15]. Основными лучевыми методами исследования суставов являются рентгенография, ультразвуковое исследование (УЗИ), магнитно-резонансная томография (МРТ), компьютерная томография (КТ) и денситометрия [16–24]. Наиболее точные количественные изменения в суставах выявляются при многосрезовой компьютерной томографии (МСКТ) и периферической количественной компьютерной томографии [24, 25].

Материал и методы

Рентгеновские, КТ-, МСКТ-исследования проведены 86 больным деформирующим артрозом коленного сустава в возрасте от 18 до 70 лет. Обследованные пациенты распределены по трем возрастным группам: 1-я группа – от 18 до 35 лет, 2-я группа – от 36 до 55 лет (женщины) и до 60 лет (мужчины), 3-я группа – 56 лет и старше (женщины) и 60 лет и старше (мужчины). У пациентов преобладал идиопатический гонартроз и артроз на фоне дисплазии коленного сустава. Исследования проводили на компьютерных томографах GE

Lihgt Speed VCT, Toshiba Aquilion-64, Somatom Smile фирмы Siemens (рис. 1).

Статистическую обработку параметров плотности проводили на персональном компьютере с помощью программы Attestat, встроенной в Microsoft Excel. Полученные данные представлены в виде средней и ошибки средней ($M \pm m$). Для подтверждения выводов о различиях между полученными результатами в двух группах в случаях с нормальным распределением использовали t-критерий Стьюдента. Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез в данном исследовании принимали равным 0,05.

Результаты

Рентгенологические проявления деформирующего артроза зависят от стадии заболевания и метода исследования. На рентгенограммах и при КТ-исследовании это отражается в виде следующих рентгенологических симптомов: изменения рентгеновской суставной щели, субхондрального слоя, формы и величины суставных концов, перестройка трабекулярной кости в области мыщелков, изменения окружающих мягких тканей. Однако при КТ можно получить более тонкие, количественно измеренные показатели рентгеноморфологических изменений в коленном суставе.

Достоверное уменьшение высоты суставной щели коленного

сустава в латеральном и медиальном отделах у больных гонартрозом I–II-ст. отмечено у пациентов в возрасте 56–70 лет, причем в медиальном отделе на 12% больше. Измерение высоты в режиме мультипланарной реконструкции (MPR) показало, что отличия от данных, полученных при измерении по топограммам, достоверны в возрастной группе 18–35 лет только для медиального отдела сустава, в возрасте 36–55 лет – для медиального и латерального отделов ($p < 0,05$). У больных в возрасте 56–70 лет достоверных отличий при измерении суставной щели по топограммам и MPR не найдено, так как изменения в суставах были более выражены ($p > 0,05$).

Наиболее важным показателем, характеризующим степень перестройки костной ткани, наличие остеопороза или остеосклероза, является показатель плотности, измеренный в единицах Хаунсфилда (НУ). В норме плотность кости в области мыщелков бедренной кости у больных в возрасте до 30 лет составляет 290 НУ [7], в возрасте 35–55 лет, по нашим данным, 243 НУ (латеральный) – 268 НУ (медиальный), для мыщелков большеберцовой кости – 251 НУ (латеральный) – 279 НУ (медиальный). У больных деформирующим артрозом коленного сустава в возрасте 18–35 лет этот показатель был ниже, особенно для медиального мыщелка ($p < 0,05$).

Плотность мышечков бедренной и большеберцовой костей у больных гонартрозом в разных возрастных группах (при сравнении одноименных мышечков правого и левого суставов)

Возраст, лет	Мышечки бедренной кости, НУ				Мышечки большеберцовой кости, НУ			
	латеральный		медиальный		латеральный		медиальный	
	правый	левый	правый	левый	правый	левый	правый	левый
18 – 35	208,5±76,41 ¹	169,7±46,93	153,7±73,51	189,7±61,87	204,6±85,76	157,9±50,83	204,6±85,76	213,6±69,38
36 – 55/60*	208,9±85,61	171,1±44,3	172,2±79,18 ¹	201,1±72,27	134,6±76,08	151,4±58,15	245,5±68,6 ¹	260,2±71,21
56/61 – 70**	187,3±44,95 ¹	141,2±71,9	135,1±84,6	196,1±62,77 ¹	104,4±54,35	126,8±60,31	196,7±50,72	201,9±64,16 ¹

*55 лет – женщины, 60 лет – мужчины; **56 лет – женщины, 61 год – мужчины.

¹ Достоверные отличия, $p < 0,05$.

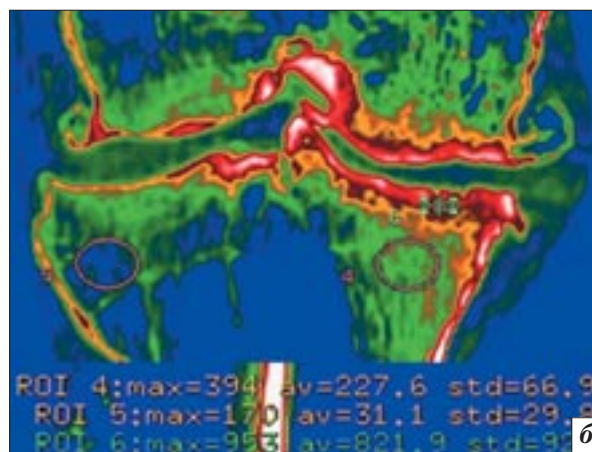
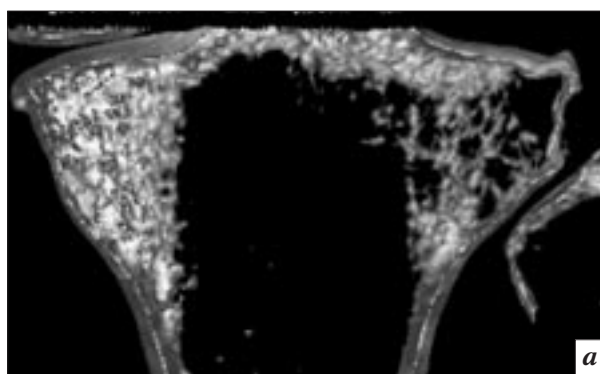


Рис. 2. Результаты МСКТ коленных суставов: *а* – больной Ш., 53 лет, с деформирующим артрозом III ст., VRT, фильтр C Spine; *б* – больной Б., 70 лет, с деформирующим артрозом IV ст., MPR, ColorMap; точки 4, 5 – измерение плотности в области наружного и внутреннего мышечков, точка 6 – в субхондральном слое.

В следующей возрастной группе показатель плотности увеличился для медиального мышечка большеберцовой кости, а в возрасте 56–70 лет происходило уменьшение плотности для всех мышечков с относительным увеличением ее для медиального ($p < 0,05$) (табл. 1).

Уменьшение плотности кости в области мышечков сопровождалось изменением структуры (рис. 2). Визуализировались уплотненная структура медиального мышечка большеберцовой кости и обширные зоны резорбции латерального. Плотность в зоне медиального мышечка (см. рис. 2, б) составила $227,6 \pm 66,9$ НУ, в области латерального – $31,1$ НУ.

Нами предложен способ количественной оценки степени изменения губчатой кости и субхондрального слоя мышечков большеберцовой и бедренной костей у больных с выявлением

степени деформирующего артроза (Патент РФ № 2487669). Способ заключается в определении методом КТ плотности кости в области мышечков большеберцовой и бедренной костей по шкале Хаунсфилда в 8 точках, отмеченных на мультипланарных реконструкциях коленного сустава во фронтальной плоскости (рис. 3).

Измерение плотности кости в 8 точках позволяет выявить качество кости в наиболее нагружаемых зонах, подвергающихся перестройке, с учетом биомеханики коленного сустава и снижения плотности трабекулярной кости (рис. 4).

Если плотность в точках 5, 6 составляет $351–450$ НУ, в точках 3, 4 – $351–400$ НУ, в точке 8 – до 220 НУ, в точке 7 – до 140 НУ, в точке 1 – $221–250$ НУ, в точке 2 – $171–190$ НУ, то эти изменения соответствуют I ст. заболева-

ния при условии совпадения их в шести точках из восьми (табл. 2). Если в этих же точках плотность составляет $251–350$, $301–350$, $221–240$, $141–170$, $191–220$, $141–170$ НУ, такие данные соответствуют II ст. заболевания при условии совпадения их в шести точках из восьми. Плотность в этих же точках до 250 , до 300 , $241–260$, $171–200$, до 190 и до 140 НУ свидетельствует о III ст. заболевания при условии совпадения их в шести точках из восьми (см. табл. 2).

Среди обследованных нами больных преобладали пациенты с поражением всех отделов сустава (72%). Преимущественное поражение пателло-фemorального сочленения имело место у 5% больных, гонартроз с выраженными изменениями внутреннего отдела коленного сустава – у 22% больных. В 1% случаев преобладали изменения наружного отде-

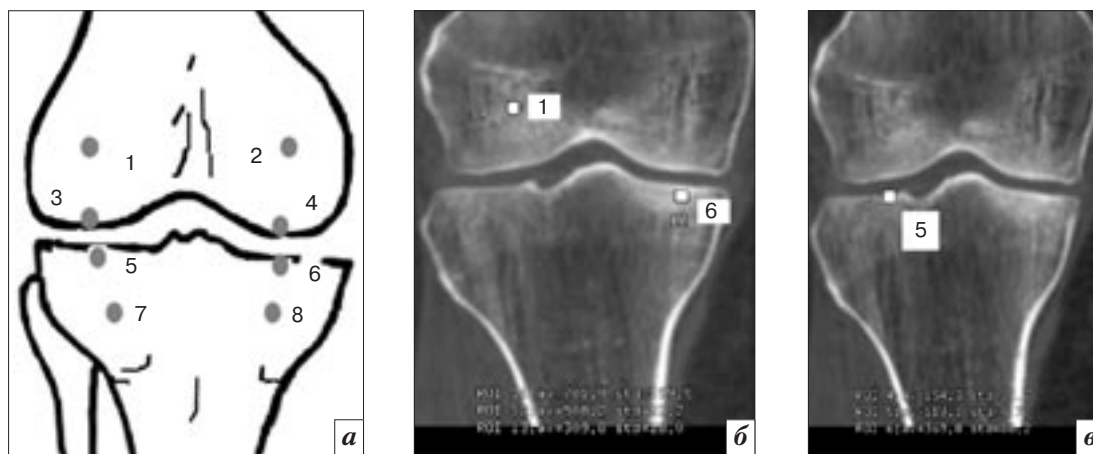


Рис. 3. Схема измерения плотности кости при деформирующем артрозе коленного сустава (а), результаты МСКТ коленных суставов больной М., 48 лет, МРР (б, в), измерение в точках 1 (309,8 HU), 6 (508,2 HU), 5 (369,8 HU).

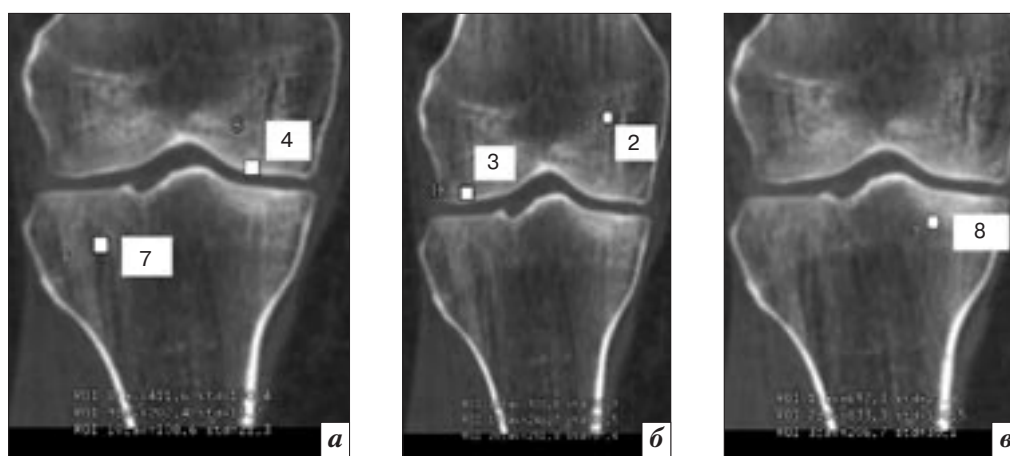


Рис. 4. Результаты МСКТ коленных суставов больной М., 48 лет, МРР: а – измерение плотности в точках 4 (411,6 HU) и 7 (108,6 HU); б – в точках 3 (370,1 HU) и 2 (251,5 HU); в – в точке 8 (206,7 HU).

Таблица 2

Значения плотности губчатой кости (HU) у больных с различной стадией гонартроза в области мыщелков

Стадия деформирующего остеоартроза	Локализация измерения (точки измерения плотности по схеме)					
	1	2	3, 4	5, 6	7	8
I	221–250	171–190	351–400	351–450	До 140	До 220
II	191–220	141–170	301–350	251–350	141–170	221–240
III	До 190	До 140	До 300	До 250	171–200	241–260

ла (умеренное снижение высоты суставной щели, перестройка наружных мыщелков) без вальгусной деформации коленного сустава.

Обсуждение

Результаты исследования показали, что рентгеноанатомические изменения в коленном суставе при деформирующем артрозе

сопровождаются характерной перестройкой мыщелков бедренной и большеберцовой костей, которые при исследовании методом КТ выявляются гораздо раньше и могут быть критериями качества кости у больных деформирующим артрозом и объективным показателем при определении стадии заболевания. Пост-процессная обработка данных

МСКТ с использованием современных программ рабочей станции позволила выявить специфические изменения структуры латерального и медиального мыщелков большеберцовой кости. Разрозненные, утолщенные костные трабекулы в области латерального мыщелка, имеющие многочисленные связи между собой, образовывали обширные

зоны резорбции. При VRT-реконструкции эти изменения, особенно у больных с III–IV ст. заболевания, проявляются таким специфическим признаком, как «симптом изношенного кружева», который обусловлен образованием зон резорбции в эпиметафизарном отделе, истончением и локальными дефектами корковой пластинки в области метафиза. Структура медиального мыщелка отличалась более плотным расположением костных трабекул, имеющих преимущественно продольное расположение с сохранением определенного количества горизонтальных связей. Характерным признаком количественного изменения плотности костной ткани у больных деформирующим артрозом является общее снижение плотности мыщелков бедренной и большеберцовой костей у больных в возрасте 18–35 лет и относительное повышение плотности медиального мыщелка большеберцовой кости у больных старше 55/60 лет, особенно при наличии варусной деформации коленного сустава.

Заключение

Рентгеноморфологические изменения костей, образующих коленный сустав у больных деформирующим артрозом, выявленные методом МСКТ, имеют гораздо больший спектр качественных и количественных характеристик. Особую роль играет получение количественных данных, касающихся плотности кости в области мыщелков, поскольку это имеет прямое отношение к выбору метода лечения. В связи с этим больные, которым предстоит хирургическое лечение деформирующего артроза коленного сустава, должны быть обследованы методом МСКТ. Не менее важны данные, полученные при постпроцессорной обработке с применением современных визуализационных программ рабочих станций, которые выявляют более тонкие структурные изменения кости, также имеющие зна-

чение при решении тактических вопросов консервативного и оперативного лечения.

Литература

- Багирова Г.Г., Майко О.Ю. Остеоартроз: эпидемиология, клиника, диагностика, лечение. М.: Арнебия; 2005.
- Брагина С.В., Матвеев Р.П. Структура стойкой утраты трудоспособности у пациентов с гонартрозом. *Гений ортопедии*. 2011; 4: 96–9.
- О состоянии здоровья населения Российской Федерации в 2002 году. Государственный доклад Минздрава РФ, РАМН. М.; 2003.
- Насонова В.А. Остеоартроз коленного сустава: причины развития, диагностика и профилактика. *Consilium medicum*. 2003; 5 (2): 90–5.
- Hilgsmann M., Cooper C., Arden N., Boers M., Branco J.C., Luisa Brandi M. et al. Health economics in the field of osteoarthritis: an expert's consensus paper from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Semin. Arthritis Rheum*. 2013; 43 (3): 303–13.
- Komatsu M., Kamimura M., Nakamura Y., Mukaiyama K., Ikegami S., Uchiyama S. et al. Rapid bone destruction in a patient with knee osteoarthritis. A case report and review of the literature. *Clin. Cases Miner. Bone Metab*. 2014; 11 (3): 232–5.
- Буравцов П.П., Тепленький М.П. Лечение пациентов с артрозом бедренно-большеберцового и бедренно-надколенного суставов с применением аппарата Илизарова. *Гений ортопедии*. 2014; 3: 42–5.
- Шевцов В.И., Карасева Т.Ю., Карасев Е.А., Карасев А.Г., Коркин А.Я. Современные технологии лечения больных с деформирующим остеартрозом коленного сустава. *Гений ортопедии*. 2009; 3: 17–23.
- Bennell K.L., Hinman R.S. A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *J. Sci. Med. Sport*. 2011; 14 (1): 4–9.
- Bultink I.E., Lems W.F. Osteoarthritis and osteoporosis: what is the overlap? *Curr. Rheumatol. Rep*. 2013; 15 (5): 328.
- Feeley B.T., Gallo R.A., Sherman S., Williams R.J. Management of osteoarthritis of the knee in the active patient. *J. Am. Acad. Orthop. Surg*. 2010; 18 (7): 406–16.
- Goldring M.B., Goldring S.R. Articular cartilage and subchondral bone in the pathogenesis of osteoarthritis. *Ann. N.Y. Acad. Sci*. 2010; 1192: 230–7.
- Mosher T.J., Walker E.A., Petscavage-Thomas J., Guermazi A. Osteoarthritis year 2013 in review: imaging. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013; 21 (10): 1425–35.
- Kerkhof H.J., Bierma-Zeinstra S.M., Arden N.K., Metrustry S., Castano-Betancourt M., Hart D.J. et al. Prediction model for knee osteoarthritis incidence, including clinical, genetic and biochemical risk factors. *Ann. Rheum. Dis*. 2014; 73 (12): 2116–21.
- Sharkey P.F., Cohen S.B., Leinbergy C.F., Parvizi J. Subchondral bone marrow lesions associated with knee osteoarthritis. *Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ)*. 2012; 41 (9): 413–7.
- Li G., Yin J., Gao J., Cheng T.S., Pavlos N.J., Zhang C. et al. Subchondral bone in osteoarthritis: insight into risk factors and microstructural changes. *Arthritis Res. Ther*. 2013; 15 (6): 223.
- Kazakia G.J., Kuo D., Schooler J., Siddiqui S., Shanbhag S., Bernstein G. et al. Bone and cartilage demonstrate changes localized to bone marrow edema-like lesions within osteoarthritic knees. *Osteoarthritis Cartilage*. 2013; 21 (1): 94–101.
- Hardcastle S.A., Dieppe P., Gregson C.L., Arden N.K., Spector T.D., Hart D.J. et al. Osteophytes, enthesophytes, and high bone mass: a bone-forming triad with potential relevance in osteoarthritis. *Arthritis Rheumatol*. 2014; 66 (9): 2429–39.
- Лучихина Л.В., Баев А.А. Артроз коленного сустава: границы возможностей визуализационных методов исследования. *Травматология и ортопедия России*. 2005; Спец. вып.: 78–9.
- Guinsburg M., Ventura-Ríos L., Bernal A., Hernández-Díaz C., Pineda C. Usefulness, validity, and reliability of ultrasound in the diagnosis of osteoarthritis: a critical review of the literature. *Gac. Med. Mex*. 2013; 149 (5): 509–20.
- Nevitt M.C., Zhang Y., Javaid M.K., Neogi T., Curtis J.R., Niu J. et al. High bone mineral density increases the risk of incident knee OA and joint space narrowing, but not radio-

graphic progression of existing knee OA: the MOST study. *Ann. Rheum. Dis.* 2010; 69 (1): 163–8.

22. Duncan S.T., Khazzam M.S., Burnham J.M., Spindler K.P., Dunn W.R., Wright R.W. Sensitivity of standing radiographs to detect knee arthritis: a systematic review of level I studies. *Arthroscopy.* 2015; 31(2): 321–8. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.08.023. Epub. 2014. Oct. 11.
23. Cox L.G., van Donkelaar C.C., van Rietbergen B., Emans P.J., Ito K. Decreased bone tissue mineralization can partly explain subchondral sclerosis observed in osteoarthritis. *Bone.* 2012; 50 (5): 1152–61.
24. Turmezei T.D., Fotiadou A., Lomas D.J., Hopper M.A., Poole K.E. A new CT grading system for hip osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014; 22 (10): 1360–6.
25. Fuller H., Fuller R., Pereira R.M. High resolution peripheral quantitative computed tomography for the assessment of morphological and mechanical bone parameters. *Rev. Bras. Reumatol.* 2014; Nov. 26. pii: S0482-5004(14)00241-1. DOI: 10.1016/j.rbr.2014.07.010. Epub. ahead of print.

References

1. Bagirova G.G., Mayko O.Yu. Osteoarthritis: epidemiology, clinical picture, diagnosis, treatment. Moscow: Arnebiya; 2005 (in Russian).
2. Bragina S.V., Matveev R.P. Structure of persistent disability in patients with gonarthrosis. *Geniy ortopedii.* 2011; 4: 96–9 (in Russian).
3. On the state of health of the population of the Russian Federation in 2002. State report of the RF Ministry of Health. Moscow: RAMN; 2003 (in Russian).
4. Nasonova V.A. The knee osteoarthritis: causes of development, diagnosis and prevention. *Consilium medicum.* 2003; 5 (2): 90–5 (in Russian).
5. Hilgsmann M., Cooper C., Arden N., Boers M., Branco J.C., Luisa Brandi M. et al. Health economics in the field of osteoarthritis: an expert's consensus paper from the European Society for Clinical and Economic Aspects of Osteoporosis and Osteoarthritis (ESCEO). *Semin. Arthritis Rheum.* 2013; 43 (3): 303–13.
6. Komatsu M., Kamimura M., Nakamura Y., Mukaiyama K., Ikegami S., Uchiyama S. et al. Rapid bone

destruction in a patient with knee osteoarthritis. A case report and review of the literature. *Clin. Cases Miner. Bone Metab.* 2014; 11 (3): 232–5.

7. Buravtsov P.P., Teplen'kiy M.P. Treatment of patients with arthrosis of the tibiofemoral and patellofemoral joints using the Ilizarov fixator. *Geniy ortopedii.* 2014; 3: 42–5 (in Russian).
8. Shevtsov V.I., Karaseva T.Yu., Karasev E.A., Karasev A.G., Korkin A.Ya. Current technologies of treatment for patients with deforming arthrosis of the knee. *Geniy ortopedii.* 2009; 3: 17–23 (in Russian).
9. Bennell K.L., Hinman R.S. A review of the clinical evidence for exercise in osteoarthritis of the hip and knee. *J. Sci. Med. Sport.* 2011; 14 (1): 4–9.
10. Bultink I.E., Lems W.F. Osteoarthritis and osteoporosis: what is the overlap? *Curr. Rheumatol. Rep.* 2013; 15 (5): 328.
11. Feeley B.T., Gallo R.A., Sherman S., Williams R.J. Management of osteoarthritis of the knee in the active patient. *J. Am. Acad. Orthop. Surg.* 2010; 18 (7): 406–16.
12. Goldring M.B., Goldring S.R. Articular cartilage and subchondral bone in the pathogenesis of osteoarthritis. *Ann. N.Y. Acad. Sci.* 2010; 1192: 230–7.
13. Mosher T.J., Walker E.A., Petscavage-Thomas J., Guermazi A. Osteoarthritis year 2013 in review: imaging. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013; 21 (10): 1425–35.
14. Kerkhof H.J., Bierma-Zeinstra S.M., Arden N.K., Metrustry S., Castano-Betancourt M., Hart D.J. et al. Prediction model for knee osteoarthritis incidence, including clinical, genetic and biochemical risk factors. *Ann. Rheum. Dis.* 2014; 73 (12): 2116–21.
15. Sharkey P.F., Cohen S.B., Leinberry C.F., Parvizi J. Subchondral bone marrow lesions associated with knee osteoarthritis. *Am. J. Orthop. (Belle Mead NJ).* 2012; 41 (9): 413–7.
16. Li G., Yin J., Gao J., Cheng T.S., Pavlos N.J., Zhang C. et al. Subchondral bone in osteoarthritis: insight into risk factors and microstructural changes. *Arthritis Res. Ther.* 2013; 15 (6): 223.
17. Kazakia G.J., Kuo D., Schooler J., Siddiqui S., Shanbhag S., Bern-

stein G. et al. Bone and cartilage demonstrate changes localized to bone marrow edema-like lesions within osteoarthritic knees. *Osteoarthritis Cartilage.* 2013; 21 (1): 94–101.

18. Hardcastle S.A., Dieppe P., Gregson C.L., Arden N.K., Spector T.D., Hart D.J. et al. Osteophytes, enthesophytes, and high bone mass: a bone-forming triad with potential relevance in osteoarthritis. *Arthritis Rheumatol.* 2014; 66 (9): 2429–39.
19. Luchikhina L.V., Baev A.A. The knee arthrosis: potential limits of visualization methods of studying. *Traumatologiya i ortopediya Rossii.* 2005; Special issue: 78–9 (in Russian).
20. Guinsburg M., Ventura-Ríos L., Bernal A., Hernández-Díaz C., Pineda C. Usefulness, validity, and reliability of ultrasound in the diagnosis of osteoarthritis: a critical review of the literature. *Gac. Med. Mex.* 2013; 149 (5): 509–20.
21. Nevitt M.C., Zhang Y., Javaid M.K., Neogi T., Curtis J.R., Niu J. et al. High bone mineral density increases the risk of incident knee OA and joint space narrowing, but not radiographic progression of existing knee OA: the MOST study. *Ann. Rheum. Dis.* 2010; 69 (1): 163–8.
22. Duncan S.T., Khazzam M.S., Burnham J.M., Spindler K.P., Dunn W.R., Wright R.W. Sensitivity of standing radiographs to detect knee arthritis: a systematic review of level I studies. *Arthroscopy.* 2015; 31(2): 321–8. DOI: 10.1016/j.arthro.2014.08.023. Epub. 2014. Oct. 11.
23. Cox L.G., van Donkelaar C.C., van Rietbergen B., Emans P.J., Ito K. Decreased bone tissue mineralization can partly explain subchondral sclerosis observed in osteoarthritis. *Bone.* 2012; 50 (5): 1152–61.
24. Turmezei T.D., Fotiadou A., Lomas D.J., Hopper M.A., Poole K.E. A new CT grading system for hip osteoarthritis. *Osteoarthritis Cartilage.* 2014; 22 (10): 1360–6.
25. Fuller H., Fuller R., Pereira R.M. High resolution peripheral quantitative computed tomography for the assessment of morphological and mechanical bone parameters. *Rev. Bras. Reumatol.* 2014; Nov. 26. pii: S0482-5004(14)00241-1. DOI: 10.1016/j.rbr.2014.07.010. Epub. ahead of print.

Поступила 09.02.2015