

НАУЧНЫЕ ОБЗОРЫ

УДК 616.71-007.234-054

Бардымова Т.П., Мистяков М.В., Березина М.В.

ЭТНИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ ОСТЕОПОРОЗА

«Иркутская государственная медицинская академия последипломного образования» – филиал Федерального государственного бюджетного образовательного учреждения дополнительного профессионального образования «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Министерства здравоохранения Российской Федерации

Резюме. Остеопороз – широко распространенное многофакторное заболевание, характеризующееся изменением структуры костной ткани, снижением костной массы и её прочности. Такие изменения сопровождаются увеличением хрупкости костной ткани и возникновением переломов при малой травме. При этом достоверно установлена различная частота малотравматических переломов у лиц разных этнических групп. В этой связи активно изучается влияние параметров трабекулярной и кортикальной костной ткани, особенности геометрии костей, состояние микроархитектуры, костного метаболизма в зависимости от возраста, пола и этнической принадлежности. Такие факторы, как диетические предпочтения, культурные и социально-экономические особенности, уровень инсоляции и физической активности различных этносов также вызывают большой интерес в рамках влияния на состояние костной ткани. Таким образом, многофакторность заболевания требует формирования стратегии выявления групп высокого риска с целью ранней диагностики остеопороза и своевременной инициации терапии. В статье подробно рассмотрены вопросы распространенности, патогенеза, особенности применения диагностических методов для выявления остеопороза с учетом этнического фактора.

Ключевые слова: остеопороз, минеральная плотность костной ткани, денситометрия, этнические особенности.

Bardymova T.P., Mistyakov M.V., Berezina M.V.

ETHNIC DIFFERENCE IN OSTEOPOROSIS

Irkutsk State Medical Academy of Postgraduate Education – Branch Campus of the Russian Medical Academy of Continuing Professional Education, Irkutsk, Russia

Abstract. Osteoporosis is a widespread multifactorial disease characterized by changes in the structure of bone tissue, a decrease in bone mass, and its strength. Such changes are accompanied by an increase in bone fragility and the appearance of fractures with a small injury. At the same time, it was reliably determined that individuals in different ethnic groups had different incidence of low-traumatic fractures. In this regard, the influence of the parameters of trabecular and cortical bone tissue, specific features of the geometry of the bones, the state of the microarchitecture, bone metabolism depending on age, gender and ethnicity is being actively studied. Such factors as dietary preferences, cultural and socio-economic characteristics, and the level of insolation and physical activity of various ethnic groups are also of great interest in terms of influence on the state of bone tissue. Thus, the multifactorial nature of the disease requires the development of a strategy to identify high-risk groups for the purpose of early diagnosis of osteoporosis and timely initiation of therapy. The paper discusses in detail the issues of prevalence, pathogenesis, specific features of the use of diagnostic methods for the detection of osteoporosis, taking into account the ethnic factor.

Keywords: osteoporosis, mineral density of bone tissue, densitometry, ethnic specific features.

Остеопороз имеет большую медико-социальную значимость вследствие высокой распространенности во многих странах, приводит к тяжелым последствиям, снижает качество жизни пациентов, повышает инвалидизацию и смертность. Каждые 3 сек. в мире происходит перелом, произошедший при минимальной травме, таким образом, ежегодно регистрируется почти 9 млн. случаев низкотравматических переломов. Известно, что в возрасте старше 50 лет остеопоротический перелом разовьется у каждого пятого мужчины и у каждой третьей женщины [1]. Остеопороз относят к многофакторным заболеваниям, на его развитие оказы-

вает влияние этническая принадлежность, образ жизни, физическая активность, сопутствующие заболевания, прием лекарственных препаратов, возраст человека [2]. Традиционно остеопороз воспринимался как заболевание, свойственное пожилым, худым женщинам европеоидной расы, обусловленное естественным снижением уровня эстрогенов в постменопаузальном периоде в сочетании с недостаточным потреблением кальция и дефицитом витамина D. Однако исследования последнего десятилетия показали, что остеопороз не ограничивается только одной расой, полом, возрастом или телосложением.

Распространённость переломов. Установлена зависимость распространенности переломов у мужчин и женщин от этнического фактора. Так, Cauley et al. выявили значительную вариабельность распространенности переломов позвонков и переломов бедренной кости в различных странах [3]. Самая низкая частота переломов наблюдалась среди представителей негроидной популяции [4], однако исследования среди жителей африканского континента имеют ограниченный характер. Между тем, было показано, что у женщин, проживающих в Камеруне, малотравматические переломы бедра и запястья наблюдались чаще по сравнению с мужчинами, тем самым демонстрируя сходство с европеоидной популяцией в распределении переломов по полу. Прогнозируется, что с увеличением ожидаемой продолжительности жизни, популяризацией «западного» образа жизни и повышением распространенности инфекционных заболеваний риск переломов в этой популяции также возрастет [3].

В европеоидной популяции частота малотравматических переломов выше у женщин, по сравнению с мужчинами. В исследованиях, проведенных в Японии и Гонконге, выявлено увеличение числа переломов бедра у представителей азиатской популяции [5]. У мужчин в Китае частота переломов не отличалась от таковой у женщин. Более того, Lau et al. показали, что у мужчин в Таиланде частота переломов бедра выше, чем у женщин [6].

Изучение минеральной плотности костной ткани (МПК) при проведении двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (DXA) используется для оценки состояния костной ткани и риска малотравматических переломов. Установлены этнические особенности показателей МПК, так в исследовании NHANES III показано, что у мужчин-афроамериканцев были высокие уровни МПК в шейке и проксимальном отделе бедренной кости на фоне меньшей частоты переломов по сравнению с белыми мужчинами [7]. В исследовании остеопоротических переломов у мужчин (MrOS) с использованием количественной компьютерной томографии (QCT) показано, что у мужчин негроидной и восточноазиатской популяций были выявлены высокие значения объемной МПК шейки бедренной кости (признака более прочной костной ткани) по сравнению с европеоидными мужчинами [8]. В Европейском исследовании мужского старения (EMAS) для мужчин афро-карибской популяции характерны высокие уровни МПК поясничных позвонков и бедра относительно представителей южноазиатской и европеоидной популяций [9].

В Национальном исследовании риска развития остеопороза (NORA) показано, что значения МПК у женщин негроидной популяции выше, а у женщин восточноазиатской популяции – ниже относительно европеоидной группы. Отмечено, что с учетом веса высокие уровни МПК сохранялись у африканских женщин, а у женщин-азиаток были сопоставимы с европеоидной группой. По данным Aspray et al. чернокожие женщины, проживающие в Гамбии, имели низкие уровни костного минерального компонента (КМК) с низкой частотой малотравматических переломов независимо от роста и веса по сравнению с европеоидными женщинами [10]. Другими авторами показаны аналогичные результаты по состоянию МПК у женщин-азиаток относительно европеоидной группы. [11]. Barrett-Connor et al. отметили меньшую частоту переломов у представительниц восточноазиатской группы по сравнению с европеоидной популяцией [12]. С другой стороны, отечественными авторами было выявлено, что внепозвоночные остеопоротические переломы у женщин и мужчин бурятской национальности наблюдались чаще, чем в русской популяции [13].

Структура костной ткани. Структура костной ткани, гистоморфологические особенности коркового слоя кости, размеры отдельных костей обуславливают этнические различия распространенности переломов [14].

В исследовании SWAN показатели МПК у китайок и японок были сопоставимы с европеоидной группой. Однако, для японок характерно повышение площади поперечного сечения и модуля сечения бедренной кости, полученные при проведении DXA [15]. Высокие показатели модуля сечения бедренной кости у женщин японской популяции способствует лучшей устойчивости к нагрузкам на сжатие и изгиб. У женщин из Гамбии наблюдалась самая короткая длина оси бедренной кости (NAL), свидетельствующая о меньшем риске переломе шейки бедра, в сравнении с китайской и европеоидной группами [11, 16]. В ряде исследований значения NAL были меньше у мужчин негроидной популяции по сравнению с европеоидной и южноазиатской группами [9, 16]. Таким образом, структурные особенности объясняют низкую частоту переломов бедра в негроидной и азиатской популяциях по сравнению с европеоидами [16].

При проведении DXA с помощью трабекулярного костного индекса (TBS) получают сведения о нарушениях микроархитектоники кости [17]. У женщин и мужчин негроидной популяции наблюдались низкие значения TBS, чем в сопоставимой по возрасту и полу европеоидной группе [18, 19]. Была продемонстрирована связь между уровнями TBS и распространенностью низкотравматических переломов только в европеоидной популяции в отличие от афроамериканской и латиноамериканской популяций независимо от пола [18] [20]. Iki et al. в своей работе показали, что для японок независимо от возраста характерны более низкие значения TBS, чем у европеоидных женщин [21].

Низкие значения TBS у представителей негроидной и азиатской популяций не согласуются с данными о меньшей частоте низкотравматических переломах у них относительно европеоидной лиц. Поэтому необходимы дополнительные исследования для определения алгоритмов использования TBS в целях прогнозирования переломов в зависимости от этнической принадлежности.

Исследования структуры костной ткани с использованием QCT имеют ограниченный характер. По результатам работы Ward et al. у молодых южноазиатских женщин наблюдались низкие значения объемной кортикальной МПК, КМК и меньшая толщина коркового слоя в области диафиза лучевой кости относительно европеоидных женщин [22]. Однако, несмотря на более низкий уровень КМК у азиаток прочность костной ткани при оценке с использованием индекса сопротивления деформации (SSI) была сопоставима с европеоидной группой. Таким образом, костная ткань молодых южноазиатских женщин может эффективно адаптироваться к более низким значениям КМК за счет распределения минерального компонента в надкостнице с сохранением прочности кости [22]. В другой работе, напротив, южноазиатские женщины в постменопаузальном периоде имели низкие уровни SSI и меньший порог нагрузки на разрыв в большеберцовой и лучевой костях на фоне толстого кортикального слоя, высоких значений объемной МПК и меньшей площади поперечного сечения кости в сравнении с европеоидной группой [23].

В исследовании MgOS мужчины негроидной и азиатской популяций имели толстый корковый слой бедренной кости по данным QCT по сравнению с европеоидной группой [8]. При вычислении расчетной прочности костной ткани высокие показатели наблюдались также у мужчин афро-карибской и южноазиатской популяций в связи с большим размером лучевой кости относительно европеоидной группы [24].

У молодых китайок имелись меньшие размеры лучевой и большеберцовой костей с высокими значениями объемной МПК в кортикальной части, лучшие показатели трабекулярной микроархитектуры по сравнению с европеоидными женщинами по данным периферической количественной компьютерной томографии высокого разрешения (HRpQCT) [25]. Особенности микроархитектуры выражались в крупных размерах трабекул, их пластинчатой форме, а также высокой плотности межтрабекулярных соединений [25]. Поскольку пластинчатая форма трабекул обуславливает лучшую прочность костной ткани, чем цилиндрическая, преобладание их у китайок может объяснять низкую частоту переломов. У чернокожих женщин по данным Putman et al., низкий риск переломов обусловлен толстой кортикальной

частью кости и лучшими показателями трабекулярной микроархитектуры относительно европеоидной группы [26].

Этнические различия состава тела. Между этническими группами наблюдаются различия параметров, характеризующих телосложение (содержание жировой массы, мышечной массы, рост и вес), которые необходимо учитывать при изучении патологии костной ткани [27]. Основные показатели, описывающие различия состава тела между этническими группами, представлены в таблице 1.

Таблица 1

Этнические различия состава тела у женщин и мужчин

Этническая популяция	Вес	Рост	ИМТ	Жировая ткань	Мышечная ткань
Женщины					
Китайская популяция США [11]	□	□	□	□	□
Южно-азиатская популяция Великобритании [22, 23, 28]	↑	□	↑	↑	□
Афро-американская популяция США [29]	↑	□	↑	↑	↑
Мексиканская популяция США [29, 30]	□	□	↑	↑	□
Мужчины					
Китайская популяция США [11]	□	□	□	↑	нет данных
Южно-азиатская популяция Великобритании [28]	□	□	□	↑	□
Афро-американская популяция США [30]	□	□	□	□	↑
Южно-африканская популяция [31]	□	□	□	нет данных	нет данных
Мексиканская популяция США [30]	□	□	□	□	нет данных

Результаты приведены относительно представителей европеоидной популяции. *Адаптировано из Zengin A. et al. Ethnic differences in bone health. Front Endocrinol (Lausanne). 2015.6(24). 1-6 [32].*

У женщин китайской и гамбийской популяции наблюдались низкие уровни индекса массы тела (ИМТ) относительно европеоидной группы, что является дополнительным фактором риска переломов [10, 12]. Высокая масса тела у женщин в постменопаузальном периоде снижает вероятность перелома, вследствие большей костной массы и уменьшения последствий удара при падении. Nelson et al. показали, что женщины негроидной группы имели большее содержание жировой и мышечной массы, высокие показатели МПК и меньшую частоту переломов по сравнению с европеоидной популяцией [29]. В метаанализе Ho-Pham et al. продемонстрировали, что преобладание мышечной массы над жировой у мужчин и женщин связано с высокими показателями МПК [33]. В то же время в других исследованиях ожирение было ассоциировано с увеличением риска переломов, независимо от уровня МПК [34]. Таким образом, снижение прочности кости при ожирении обусловлено ухудшением качества костной ткани. Полученные результаты требуют проведения дальнейших исследований для повышения чувствительности и специфичности использования МПК в качестве прогностического фактора переломов.

В ряде исследований была проведена корректировка показателей МПК бедренной кости, поясничных позвонков на вес, которая нивелировала различия между женщинами азиатской и европеоидной популяций [12, 35]. Таким образом, необходимо учитывать этнические антропометрические особенности при интерпретации показателей МПК.

Известно, что мышечные сокращения являются основным источником нагрузки для скелета. Этнические особенности состояния мышечной массы обуславливают различия в

мышечной силе, объемной МПК, размерах и формах костей. Данные о связи мышечной силы с объемной МПК, параметрами геометрии кости, ее микроархитектуры в различных этнических группах крайне ограничены. В исследовании EMAS продемонстрировано отсутствие различий в силе мышц между мужчинами европеоидной, афро-карибской и южноазиатской популяций [24, 36]. Тем не менее необходимо учитывать небольшое количество участвовавших в исследовании мужчин афро-карибской и южноазиатской популяций (43 и 57 соответственно) в сравнении с европеоидной группой (201 мужчина), что требует осторожности при интерпретации результатов.

Метаболизм костной ткани. В нескольких исследованиях было показано, что афроамериканцы в среднем потребляли меньше кальция, однако у них наблюдалась высокая абсорбция его в кишечнике и низкая экскреция с мочой по сравнению с представителями европеоидной группы. Brown et al. обнаружили, что у подростков негроидной популяции независимо от уровней паратиреоидного гормона (ПТГ) и 25(ОН) витамина D накопление кальция в костном депо больше на 185 ± 32 мг/день на фоне снижения экскреции с мочой относительно европеоидной группы [37]. Механизмы, обеспечивающие низкую экскрецию кальция с мочой у чернокожих людей, еще не до конца изучены. Na et al. продемонстрировали наличие двух специфических для афроамериканцев вариантов гена, кодирующего почечный эпителиальный канал TRPV 5 (A563T), который является ключевым белком в регуляции экскреции кальция [38]. Вариант гена, который встречается у афроамериканцев, способствует низкой экскреции кальция с мочой. Другое исследование показало наличие у представителей негроидной популяции аллели гена кальций-чувствительных рецептора, ассоциированной с уменьшением мочевой экскреции кальция и повышением артериального давления [39].

В ряде исследований проводилась оценка обмена фосфатов в различных этнических группах. В работе Agunabh et al. показано, что у женщин негроидной популяции независимо от возраста содержание фосфатов в крови ниже относительно европеоидной группы (448 ± 58 г и 401 ± 58 г соответственно) [40]. В другой работе выявлена низкая экскреция фосфатов с мочой в негроидной группе по сравнению с европеоидной, независимо от уровней ПТГ и фактора роста фибробластов 23 (ФРФ23) [41].

Известно, что у афроамериканцев и латиноамериканцев концентрация 25(ОН) витамина D ниже, чем в европеоидной популяции. Мужчины и женщины азиатской популяции отличаются низкими показателями ПТГ относительно европеоидной и негроидной групп [42].

Gutierrez et al. продемонстрировали отсутствие подавления уровня ПТГ при концентрации 25(ОН) витамина D > 20 нг/мл у афроамериканцев в отличие от европеоидной популяции [43]. Fuleihan et al. выявили в негроидной популяции высокий уровень ПТГ независимо от концентрации кальция крови относительно европеоидной [44]. Ряд авторов показали высокие уровни $1,25$ (ОН)₂ витамина D в негроидной популяции, которые способствуют всасыванию кальция в кишечнике, относительно европеоидной группы [37]. При определении расчетных уровней биодоступного 25(ОН) витамина D этнических различий выявлено не было, что обусловлено низким уровнем белка, связывающего витамин D, в негроидной популяции относительно европеоидной [45].

Таким образом, возникает необходимость дифференцированного подхода к диагностике остеопороза с учетом имеющихся различий в состоянии костной ткани в разных этнических популяциях. Данные, свидетельствующие о различной прочности костей у представителей разных этнических групп, диктуют необходимость определения параметров трабекулярной и кортикальной костной ткани, особенностей геометрии костей, состояния микроархитектуры и костного метаболизма. Для этого требуется широкое использование в клинической практике технологий, которые выходят за рамки измерения МПК и используют трехмерное моделирование изображений, определение маркеров костного метаболизма. Изучение связи между мышечной и костной тканями в разных этнических группах также имеет важное значение для разработки эффективных стратегий по улучшению функционирования костно-мышечной системы. Проведение дальнейших исследований необходимо для уточнения влияния диетических предпочтений, культурных особенностей, влияния социально-

экономических факторов, инсоляции и уровня физической активности на состояние костной ткани в зависимости этнической принадлежности.

Литература:

1. What is osteoporosis? [Электронный ресурс] <http://www.iofbonehealth.org/what-is-osteoporosis>. (30.10.2018).
2. Мельниченко Г.А., Белая Ж.Е., Рожинская Л.Я., Торопцова Н.В., Алексеева Л.И., Бирюкова Е.В., Гребенникова Т.А., Дзеранова Л.К., Древаль А.В., Загородний Н.В., Ильин А.В., Крюкова И.В., Лесняк О.М., Мамедова Е.О., Никитинская О.А., Пигарова Е.А., Родионова С.С., Скрипникова И.А., Тарбаева Н.В., Фарба Л.Я., Цориев Т.Т., Чернова Т.О., Юренева С.В., Якушевская О.В., Дедов И.И. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза. Проблемы эндокринологии. 2017. 63 (6). 392-426 doi: 10.14341/probl2017636392-426.
3. Cauley J.A., Chalhoub D., Kassem A.M., Fuleihan Gel. H. Geographic and ethnic disparities in osteoporotic fractures. *Nat Rev Endocrinol*. 2014.10 (6). 338-51. doi: 10.1038/nrendo.2014.51.
4. Prentice A., Ward K.A., Schoenmakers I., Goldberg G.R., editors. *Bone Growth in African Children and Adolescents*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group. 2012.
5. Orimo H., Yaegashi Y., Onoda T., Fukushima Y., Hosoi T., Sakata K. Hip fracture incidence in Japan: estimates of new patients in 2007 and 20-year trends. *Arch Osteoporos*. 2009. 4 (1-2). 71-7. doi: 10.1007/s11657-009-0031-y.
6. Lau E.M, Lee J.K., Suriwongpaisal P., Saw S.M., Das De S., Khir A., Sambrook P. The incidence of hip fracture in four Asian countries: the Asian Osteoporosis Study (AOS). *Osteoporos Int*. 2001. 12 (3). 239-43. doi: 10.1007/s001980170135.
7. Shin M.H., Zmuda J.M., Barrett-Connor E., Sheu Y., Patrick A.L., Leung P.C., Kwok A., Kweon S.S., Nam H.S., Cauley J.A. Race/ethnic differences in associations between bone mineral density and fracture history in older men. *Osteoporos Int*. 2014. 25 (3). 837-45. doi: 10.1007/s00198-013-2503-6.
8. Marshall L.M., Zmuda J.M., Chan B.K., Barrett-Connor E., Cauley J.A., Ensrud K.E., Lang T.F., Orwoll E.S. Race and ethnic variation in proximal femur structure and BMD among older men. *J Bone Miner Res*. 2008. 23 (1). 121-30. doi: 10.1359/jbmr.070908.
9. Pye S., Ward K., Adams J., Finn J., Wu F., O'Neill T., editors. Influence of ethnicity on bone mineral density and HIP axis length in UK men. In: Society BR. Bone Research Society/British Orthopaedic Research Society – Joint Meeting. Oxford. Frontiers Media SA. 2013.
10. Aspray T.J., Prentice A., Cole T.J., Sawo Y., Reeve J., Francis R.M. Low bone mineral content is common but osteoporotic fractures are rare in elderly rural Gambian women. *J Bone Miner Res*. 1996. 11 (7). 1019-25. doi: 10.1002/jbmr.5650110720.
11. Yan L., Crabtree N.J., Reeve J., Zhou B., Dequeker J., Nijs J., Falch J.A., Prentice A. Does hip strength analysis explain the lower incidence of hip fracture in the People's Republic of China? *Bone*. 2004. 34 (3). 584-8. doi: 10.1016/j.bone.2003.12.005.
12. Barrett-Connor E., Siris E.S., Wehren L.E., Miller P.D., Abbott T.A., Berger M.L., Santora A.C., Sherwood L.M. Osteoporosis and fracture risk in women of different ethnic groups. *J Bone Miner Res*. 2005. 20 (2). 185-94. doi: 10.1359/JBMR.041007.
13. Батудаева Т. И., Спасова Т. Е. Распространенность осложнений остеопороза у жителей г. Улан-Удэ. *Acta Biomedica Scientifica*. 2015. 2 (102). 46-8.
14. Aspray T.J., Prentice A., Cole T.J. The bone mineral content of weight-bearing bones is influenced by the ratio of sitting to standing height in elderly Gambian women. *Bone*. 1995. 17. 261-3. doi: 10.1016/8756-3282(95)98407-E.
15. Danielson M.E., Beck T.J., Lian Y., Karlamangla A.S., Greendale G.A., Ruppert K., Greenspan S., Vuga M., Cauley J.A. Ethnic variability in bone geometry as assessed by hip structure analysis: findings from the hip strength across the menopausal transition study. *J Bone Miner Res*. 2013. 28 (4). 771-9. doi: 10.1002/jbmr.1781.

16. Dibba B., Prentice A., Laskey M.A., Stirling D.M., Cole T.J. An investigation of ethnic differences in bone mineral, hip axis length, calcium metabolism and bone turnover between West African and Caucasian adults living in the United Kingdom. *Ann Hum Biol.* 1999. 26(). 229–42. doi: 10.1080/030144699282732.
17. Цориев Т.Т., Белая Ж.Е., Мельниченко Г.А. Трабекулярный костный индекс – неинвазивный метод оценки качества костной ткани на основании рутинной двухэнергетической денситометрии. Перспективы использования в клинической практике. Альманах Клинической Медицины. 2016. 44 (4). 462-6. doi: 10.18786/2072-0505-2016-44-4-462-476.
18. Jain R.K., Narang D.K., Hans D., Vokes T.J. Ethnic differences in trabecular bone score. *J Clin Densitom.* 2016. 20 (2). 172-9. doi:10.1016/j.jocd.2016.04.003.
19. Jain R.K., Vokes T.J. African Americans have lower TBS than whites among densitometry patients at a Chicago academic center. *Osteoporos Int.* 2017. 28 (3). 917-923. doi: 10.1007/s00198-016-3796-z.
20. Jain R.K., Vokes T. Association of trabecular bone score (TBS) and prior fracture differs among minorities in NHANES 2005-2008. *Osteoporos Int.* 2018. 29 (9). 2093-9. doi: 10.1007/s00198-018-4584-8.
21. Iki M., Tamaki J., Sato Y., Winzenrieth R., Kagamimori S., Kagawa Y., Yoneshima H. Age-related normative values of trabecular bone score (TBS) for Japanese women: the Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) study. *Osteoporos Int.* 2015. 26 (1). 245-52. doi.org/10.1007/s00198-014-2856-5
22. Ward K.A., Roy D.K., Pye S.R., O'Neill T.W., Berry J.L., Swarbrick C.M., Silman A.J., Adams J.E. Forearm bone geometry and mineral content in UK women of European and South-Asian origin. *Bone.* 2007. 41 (1). 117–21. doi: 10.1016/j.bone.2007.03.013.
23. Darling A.L., Hakim O.A., Horton K., Gibbs M.A., Cui L., Berry J.L., Lanham-New S.A., Hart K.H. Adaptations in tibial cortical thickness and total volumetric bone density in postmenopausal South Asian women with small bone size. *Bone.* 2013. 55 (1). 36–43. doi: 10.1016/j.bone.2013.03.006.
24. Ward K., Jeffery M., Pye S., Adams J., Boonen S., Vanderschueren D., Finn J., Wu F., O'Neill T. Sarcopenia in ageing men: results from the European Male Ageing Study (EMAS). *Osteoporos Int.* 2010. 21 (3). 454. doi: 10.1007/s00198-010-1388-x.
25. Liu X.S., Walker M.D., McMahon D.J., Udesky J., Liu G., Bilezikian J.P., Guo X.E. Better skeletal microstructure confers greater mechanical advantages in Chinese-American women versus white women. *J Bone Miner Res.* 2011. 26 (8). 1783–92. doi: 10.1002/jbmr.378.
26. Putman M.S., Yu E.W., Lee H., Neer R.M., Schindler E., Taylor A.P., Cheston E., Bouxsein M.L., Finkelstein J.S. Differences in skeletal microarchitecture and strength in African-American and white women. *J Bone Miner Res.* 2013. 28 (10). 2177–85. doi: 10.1002/jbmr.1953.
27. Baker J.F., Davis M., Alexander R., Zemel B.S, Mostoufi-Moab S., Shults J., Sulik M., Schiferl D.J., Leonard M.B. Associations between body composition and bone density and structure in men and women across the adult age spectrum. *Bone.* 2013. 53 (1). 34–41. doi: 10.1016/j.bone.2012.11.035.
28. Rush E.C., Freitas I., Plank L.D. Body size, body composition and fat distribution: comparative analysis of European, Maori, Pacific Island and Asian Indian adults. *Br J Nutr.* 2009. 102 (4). 632–41. doi: 10.1017/S0007114508207221.
29. Nelson D.A., Beck T.J., Wu G., Lewis C.E., Bassford T., Cauley J.A., LeBoff M.S., Going S.B., Chen Z. Ethnic differences in femur geometry in the women's health initiative observational study. *Osteoporos Int.* 2011. 22 (5). 1377–88. doi: 10.1007/s00198-010-1349-4.
30. Heo M., Faith M.S., Pietrobelli A., Heymsfield S.B. Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999-2004. *Am J Clin Nutr.* 2012. 95 (3). 594–602. doi: 10.3945/ajcn.111.025171.
31. Malan N.T., Hamer M., Schutte A.E., Huisman H.W., Van Rooyen J.M., Schutte R., Mels C.M., Steyn H.S., Smith W., Fourie C.M., Glyn M., Malan L. Low testosterone and hyperkinet-

- ic blood pressure responses in a cohort of South African men: the SABPA study. *Clin Exp Hypertens*. 2013. 35 (3). 228–35. doi: 10.3109/10641963.2012.721839.
32. Zengin A., Prentice A., Ward K.A. Ethnic differences in bone health. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2015. 6 (24). 1-6. doi:10.3389/fendo.2015.00024.
 33. Ho-Pham L.T., Nguyen U.D., Nguyen T.V. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014. 99 (1). 30–8. doi:10.1210/jc.2013-3190.
 34. Compston JE, Watts NB, Chapurlat R, Cooper C, Boonen S, Greenspan S, et al. Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW. *Am J Med* (2011) 124:1043–50. doi:10.1016/j.amjmed.2011.06.013.
 35. Nam H.S., Kweon S.S., Choi J.S., Zmuda J.M., Leung P.C., Lui L.Y, Hill D.D., Patrick A.L., Cauley J.A. Racial/ethnic differences in bone mineral density among older women. *J Bone Miner Metab*. 2013. 31 (2). 190–8. doi: 10.1007/s00774-012-0402-0.
 36. Zengin A., Pye S.R., Cook M.J., Adams J.E., Rawer R., Wu F.C.W., O'Neill T.W., Ward K.A. Associations of muscle force, power, cross-sectional muscle area and bone geometry in older UK men. *J Cachexia Sarcopenia Muscle*. 2017. 8 (4). 598-606. doi: 10.1002/jcsm.12198.
 37. Braun M., Palacios C., Wigertz K. Jackman L.A., Bryant R.J., McCabe L.D., Martin B.R., McCabe G.P., Peacock M., Weaver C.M. Racial differences in skeletal calcium retention in adolescent girls with varied controlled calcium intakes. *Am J Clin Nutr*. 2007. 85 (6) 1657–63. doi: 10.1093/ajcn/85.6.1657.
 38. Na T., Zhang W., Jiang Y. Liang Y., Ma H.P., Warnock D.G., Peng J.B. The A563T variation of the renal epithelial calcium channel TRPV5 among African Americans enhances calcium influx. *Am J Physiol Renal Physiol*. 2009. 296 (5). 1042–51. doi: 10.1152/ajprenal.90771.2008.
 39. Jung J., Foroud T.M., Eckert G.J., Flury-Wetherill L., Edenberg H.J., Xuei X., Zaidi S.A., Pratt J.H. Association of the calcium-sensing receptor gene with blood pressure and urinary calcium in African-Americans. *J Clin Endocrinol Metab*. 2009. 94 (3). 1042–8. doi: 10.1210/jc.2008-1861.
 40. Arunabh S., Feuerman M., Ma R., Aloia J.F. Total body phosphorus in healthy women and ethnic variations. *Metabolism*. 2002. 51 (2). 180–183. doi: 10.1053/meta.2002.29984.
 41. Gutiérrez O.M., Isakova T., Smith K. Epstein M., Patel N., Wolf M. Racial differences in postprandial mineral ion handling in health and in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant*. 2010. 25. 3970–7. doi: 10.1093/ndt/gfq316.
 42. Bosworth C., Sachs M.C., Duprez D. Hoofnagle A.N., Ix J.H., Jacobs D.R. Jr., Peralta C.A., Siscovick D.S., Kestenbaum B., de Boer I.H. Parathyroid hormone and arterial dysfunction in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Clin Endocrinol*. 2013. 79 (3). 429–36. doi: 10.1111/cen.12163.
 43. Gutiérrez O.M., Farwell W.R., Kermah D., Taylor E.N. Racial differences in the relationship between vitamin D, bone mineral density, and parathyroid hormone in the National Health and Nutrition Examination Survey. *Osteoporos Int*. 2011. 22 (6). 1745–53. doi: 10.1007/s00198-010-1383-2.
 44. Fuleihan G.E., Gundberg C.M., Gleason R., Brown E.M., Stromski M.E., Grant F.D., Conlin P.R. Racial differences in parathyroid hormone dynamics. *J Clin Endocrinol Metab*. 1994. 79 (6). 1642–7. doi: 10.1210/jcem.79.6.7989469.
 45. Powe C.E., Evans M.K., Wenger J., Zonderman A.B., Berg A.H., Nalls M., Tamez H., Zhang D., Bhan I., Karumanchi S.A., Powe N.R., Thadhani R. Vitamin D-binding protein and vitamin D status of black Americans and white Americans. *N Engl J Med*. 2013. 369 (21). 1991–2000. doi: 10.1056/NEJMoa1306357.

References:

1. What is osteoporosis? [Internet]. Available from: <http://www.iofbonehealth.org/what-is-osteoporosis>. (30.10.2018).

2. Mel'nichenko G.A., Belaja Zh.E., Rozhinskaja L.Ja., Toropcova N.V., Alekseeva L.I., Birjukova E.V., Grebennikova T.A., Dzeranova L.K., Dreval' A.V., Zagorodnij N.V., Il'in A.V., Krjukova I.V., Lesnjak O.M., Mamedova E.O., Nikitinskaja O.A., Pigarova E.A., Rodionova S.S., Skripnikova I.A., Tarbaeva N.V., Farba L.Ja., Coriev T.T., Chernova T.O., Jureneva S.V., Jakushevskaja O.V., Dedov I.I. Russian federal clinical guidelines on the diagnostics, treatment, and prevention of osteoporosis. *Problemy jendokrinologii*. 2017. 63 (6). 392-426 doi: 10.14341/probl2017636392-426. in Russian.
3. Cauley J.A., Chalhoub D., Kassem A.M., Fuleihan Gel. H. Geographic and ethnic disparities in osteoporotic fractures. *Nat Rev Endocrinol*. 2014.10 (6). 338-51. doi: 10.1038/nrendo.2014.51.
4. Prentice A., Ward K.A., Schoenmakers I., Goldberg G.R., editors. *Bone Growth in African Children and Adolescents*. Boca Raton, FL: Taylor & Francis Group. 2012.
5. Orimo H., Yaegashi Y., Onoda T., Fukushima Y., Hosoi T., Sakata K. Hip fracture incidence in Japan: estimates of new patients in 2007 and 20-year trends. *Arch Osteoporos*. 2009. 4 (1-2). 71-7. doi: 10.1007/s11657-009-0031-y.
6. Lau E.M, Lee J.K., Suriwongpaisal P., Saw S.M., Das De S., Khir A., Sambrook P. The incidence of hip fracture in four Asian countries: the Asian Osteoporosis Study (AOS). *Osteoporos Int*. 2001. 12 (3). 239-43. doi: 10.1007/s001980170135.
7. Shin M.H., Zmuda J.M., Barrett-Connor E., Sheu Y., Patrick A.L., Leung P.C., Kwok A., Kweon S.S., Nam H.S., Cauley J.A. Race/ethnic differences in associations between bone mineral density and fracture history in older men. *Osteoporos Int*. 2014. 25 (3). 837-45. doi: 10.1007/s00198-013-2503-6.
8. Marshall L.M., Zmuda J.M., Chan B.K., Barrett-Connor E., Cauley J.A., Ensrud K.E., Lang T.F., Orwoll E.S. Race and ethnic variation in proximal femur structure and BMD among older men. *J Bone Miner Res*. 2008. 23 (1). 121-30. doi: 10.1359/jbmr.070908.
9. Pye S., Ward K., Adams J., Finn J., Wu F., O'Neill T., editors. Influence of ethnicity on bone mineral density and HIP axis length in UK men. In: Society BR. *Bone Research Society/British Orthopaedic Research Society – Joint Meeting*. Oxford. Frontiers Media SA. 2013.
10. Aspray T.J., Prentice A., Cole T.J., Sawo Y., Reeve J., Francis R.M. Low bone mineral content is common but osteoporotic fractures are rare in elderly rural Gambian women. *J Bone Miner Res*. 1996. 11 (7). 1019-25. doi: 10.1002/jbmr.5650110720.
11. Yan L., Crabtree N.J., Reeve J., Zhou B., Dequeker J., Nijs J., Falch J.A., Prentice A. Does hip strength analysis explain the lower incidence of hip fracture in the People's Republic of China? *Bone*. 2004. 34 (3). 584-8. doi: 10.1016/j.bone.2003.12.005.
12. Barrett-Connor E., Siris E.S., Wehren L.E., Miller P.D., Abbott T.A., Berger M.L., Santora A.C., Sherwood L.M. Osteoporosis and fracture risk in women of different ethnic groups. *J Bone Miner Res*. 2005. 20 (2). 185-94. doi: 10.1359/JBMR.041007.
13. Batudaeva T.I., Spasova T.Ye. Prevalence rate of osteoporosis complications in Ulan-Ude residents. *Acta Biomedica Scientifica*. 2015. 2 (102). 46-8. in Russian.
14. Aspray T.J., Prentice A., Cole T.J. The bone mineral content of weight-bearing bones is influenced by the ratio of sitting to standing height in elderly Gambian women. *Bone*. 1995. 17. 261-3. doi: 10.1016/8756-3282(95)98407-E.
15. Danielson M.E., Beck T.J., Lian Y., Karlamangla A.S., Greendale G.A., Ruppert K., Greenspan S., Vuga M., Cauley J.A. Ethnic variability in bone geometry as assessed by hip structure analysis: findings from the hip strength across the menopausal transition study. *J Bone Miner Res*. 2013. 28 (4). 771-9. doi: 10.1002/jbmr.1781.
16. Dibba B., Prentice A., Laskey M.A., Stirling D.M., Cole T.J. An investigation of ethnic differences in bone mineral, hip axis length, calcium metabolism and bone turnover between West African and Caucasian adults living in the United Kingdom. *Ann Hum Biol*. 1999. 26(). 229-42. doi: 10.1080/030144699282732.
17. Tsoriev T.T. Belaya Zh.Ye., Mel'nichenko G.A. Trabecular bone score – a non-invasive analytical method to evaluate bone quality based on routine dual-energy absorptiometry. *Perspectives*

- of its use in clinical practice. *Al'manah Klinicheskoy Mediciny*. 2016. 44 (4). 462-6. doi: 10.18786/2072-0505-2016-44-4-462-476. in Russian.
18. Jain R.K., Narang D.K., Hans D., Vokes T.J. Ethnic differences in trabecular bone score. *J Clin Densitom*. 2016. 20 (2). 172-9. doi:10.1016/j.jocd.2016.04.003.
 19. Jain R.K., Vokes T.J. African Americans have lower TBS than whites among densitometry patients at a Chicago academic center. *Osteoporos Int*. 2017. 28 (3). 917-923. doi: 10.1007/s00198-016-3796-z.
 20. Jain R.K., Vokes T. Association of trabecular bone score (TBS) and prior fracture differs among minorities in NHANES 2005-2008. *Osteoporos Int*. 2018. 29 (9). 2093-9. doi: 10.1007/s00198-018-4584-8.
 21. Iki M., Tamaki J., Sato Y., Winzenrieth R., Kagamimori S., Kagawa Y., Yoneshima H. Age-related normative values of trabecular bone score (TBS) for Japanese women: the Japanese Population-based Osteoporosis (JPOS) study. *Osteoporos Int*. 2015. 26 (1). 245-52. doi.org/10.1007/s00198-014-2856-5
 22. Ward K.A., Roy D.K., Pye S.R., O'Neill T.W., Berry J.L., Swarbrick C.M., Silman A.J., Adams J.E. Forearm bone geometry and mineral content in UK women of European and South-Asian origin. *Bone*. 2007. 41 (1). 117-21. doi: 10.1016/j.bone.2007.03.013.
 23. Darling A.L., Hakim O.A., Horton K., Gibbs M.A., Cui L., Berry J.L., Lanham-New S.A., Hart K.H. Adaptations in tibial cortical thickness and total volumetric bone density in postmenopausal South Asian women with small bone size. *Bone*. 2013. 55 (1). 36-43. doi: 10.1016/j.bone.2013.03.006.
 24. Ward K., Jeffery M., Pye S., Adams J., Boonen S., Vanderschueren D., Finn J., Wu F., O'Neill T. Sarcopenia in ageing men: results from the European Male Ageing Study (EMAS). *Osteoporos Int*. 2010. 21 (3). 454. doi: 10.1007/s00198-010-1388-x.
 25. Liu X.S., Walker M.D., McMahon D.J., Udesky J., Liu G., Bilezikian J.P., Guo X.E. Better skeletal microstructure confers greater mechanical advantages in Chinese-American women versus white women. *J Bone Miner Res*. 2011. 26(8). 1783-92. doi: 10.1002/jbmr.378.
 26. Putman M.S., Yu E.W., Lee H., Neer R.M., Schindler E., Taylor A.P., Cheston E., Bouxsein M.L., Finkelstein J.S. Differences in skeletal microarchitecture and strength in African-American and white women. *J Bone Miner Res*. 2013. 28 (10). 2177-85. doi: 10.1002/jbmr.1953.
 27. Baker J.F., Davis M., Alexander R., Zemel B.S., Mostoufi-Moab S., Shults J., Sulik M., Schiferl D.J., Leonard M.B. Associations between body composition and bone density and structure in men and women across the adult age spectrum. *Bone*. 2013. 53 (1). 34-41. doi: 10.1016/j.bone.2012.11.035.
 28. Rush E.C., Freitas I., Plank L.D. Body size, body composition and fat distribution: comparative analysis of European, Maori, Pacific Island and Asian Indian adults. *Br J Nutr*. 2009. 102 (4). 632-41. doi: 10.1017/S0007114508207221.
 29. Nelson D.A., Beck T.J., Wu G., Lewis C.E., Bassford T., Cauley J.A., LeBoff M.S., Going S.B., Chen Z. Ethnic differences in femur geometry in the women's health initiative observational study. *Osteoporos Int*. 2011. 22 (5). 1377-88. doi: 10.1007/s00198-010-1349-4.
 30. Heo M., Faith M.S., Pietrobelli A., Heymsfield S.B. Percentage of body fat cutoffs by sex, age, and race-ethnicity in the US adult population from NHANES 1999-2004. *Am J Clin Nutr*. 2012. 95 (3). 594-602. doi: 10.3945/ajcn.111.025171.
 31. Malan N.T., Hamer M., Schutte A.E., Huisman H.W., Van Rooyen J.M., Schutte R., Mels C.M., Steyn H.S., Smith W., Fourie C.M., Glyn M., Malan L. Low testosterone and hyperkinetic blood pressure responses in a cohort of South African men: the SABPA study. *Clin Exp Hypertens*. 2013. 35 (3). 228-35. doi: 10.3109/10641963.2012.721839.
 32. Zengin A., Prentice A., Ward K.A. Ethnic differences in bone health. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2015. 6 (24). 1-6. doi:10.3389/fendo.2015.00024.

33. Ho-Pham L.T., Nguyen U.D., Nguyen T.V. Association between lean mass, fat mass, and bone mineral density: a meta-analysis. *J Clin Endocrinol Metab.* 2014. 99 (1). 30–8. doi: 10.1210/jc.2013-3190.
34. Compston JE, Watts NB, Chapurlat R, Cooper C, Boonen S, Greenspan S, et al. Obesity is not protective against fracture in postmenopausal women: GLOW. *Am J Med* (2011) 124:1043–50. doi: 10.1016/j.amjmed.2011.06.013.
35. Nam H.S., Kweon S.S., Choi J.S., Zmuda J.M., Leung P.C., Lui L.Y, Hill D.D., Patrick A.L., Cauley J.A. Racial/ethnic differences in bone mineral density among older women. *J Bone Miner Metab.* 2013. 31 (2). 190–8. doi: 10.1007/s00774-012-0402-0.
36. Zengin A., Pye S.R., Cook M.J., Adams J.E., Rawer R., Wu F.C.W., O'Neill T.W., Ward K.A. Associations of muscle force, power, cross-sectional muscle area and bone geometry in older UK men. *J Cachexia Sarcopenia Muscle.* 2017. 8 (4). 598-606. doi: 10.1002/jcsm.12198.
37. Braun M., Palacios C., Wigertz K. Jackman L.A., Bryant R.J., McCabe L.D., Martin B.R., McCabe G.P., Peacock M., Weaver C.M. Racial differences in skeletal calcium retention in adolescent girls with varied controlled calcium intakes. *Am J Clin Nutr.* 2007. 85 (6) 1657–63. doi: 10.1093/ajcn/85.6.1657.
38. Na T., Zhang W., Jiang Y. Liang Y., Ma H.P., Warnock D.G., Peng J.B. The A563T variation of the renal epithelial calcium channel TRPV5 among African Americans enhances calcium influx. *Am J Physiol Renal Physiol.* 2009. 296 (5). 1042–51. doi: 10.1152/ajprenal.90771.2008.
39. Jung J., Foroud T.M., Eckert G.J., Flury-Wetherill L., Edenberg H.J., Xuei X., Zaidi S.A., Pratt J.H. Association of the calcium-sensing receptor gene with blood pressure and urinary calcium in African-Americans. *J Clin Endocrinol Metab.* 2009. 94 (3). 1042–8. doi: 10.1210/jc.2008-1861.
40. Arunabh S., Feuerman M., Ma R., Aloia J.F. Total body phosphorus in healthy women and ethnic variations. *Metabolism.* 2002. 51 (2). 180–183. doi: 10.1053/meta.2002.29984.
41. Gutiérrez O.M., Isakova T., Smith K. Epstein M., Patel N., Wolf M. Racial differences in postprandial mineral ion handling in health and in chronic kidney disease. *Nephrol Dial Transplant.* 2010. 25. 3970–7. doi: 10.1093/ndt/gfq316.
42. Bosworth C., Sachs M.C., Duprez D. Hoofnagle A.N., Ix J.H., Jacobs D.R. Jr., Peralta C.A., Siscovick D.S., Kestenbaum B., de Boer I.H. Parathyroid hormone and arterial dysfunction in the multi-ethnic study of atherosclerosis. *Clin Endocrinol.* 2013. 79 (3). 429–36. doi: 10.1111/cen.12163.
43. Gutiérrez O.M., Farwell W.R., Kermah D., Taylor E.N. Racial differences in the relationship between vitamin D, bone mineral density, and parathyroid hormone in the National Health and Nutrition Examination Survey. *Osteoporos Int.* 2011. 22 (6). 1745–53. doi: 10.1007/s00198-010-1383-2.
44. Fuleihan G.E., Gundberg C.M., Gleason R., Brown E.M., Stromski M.E., Grant F.D., Conlin P.R. Racial differences in parathyroid hormone dynamics. *J Clin Endocrinol Metab.* 1994. 79 (6). 1642–7. doi: 10.1210/jcem.79.6.7989469.
45. Powe C.E., Evans M.K., Wenger J., Zonderman A.B., Berg A.H., Nalls M., Tamez H., Zhang D., Bhan I., Karumanchi S.A., Powe N.R., Thadhani R. Vitamin D-binding protein and vitamin D status of black Americans and white Americans. *N Engl J Med.* 2013. 369 (21). 1991–2000. doi: 10.1056/NEJMoa1306357.