

Остеопороз: оценка риска возникновения повторных малотравматичных переломов у женщин в постменопаузе

Добровольская О.В., Торопцова Н.В.

ФГБНУ Научно-исследовательский институт ревматологии им. В.А. Насоновой, Москва, Россия
115522 Москва, Каширское шоссе, 34А

V.A. Nasonova Research Institute of Rheumatology, Moscow, Russia
34A, Kashirskoe Shosse, Moscow 115522

Контакты: Ольга Валерьевна Добровольская;
epid@iramn.ru

Contact: Olga Dobrovolskaya;
epid@iramn.ru

Поступила 20.10.15

Цель исследования — оценить риск новых переломов в когорте женщин в постменопаузе, перенесших малотравматичный перелом, с использованием алгоритма FRAX® и сопоставить результат оценки с данными о переломах, произошедших в ходе проспективного наблюдения.

Материал и методы. В исследование включены 128 женщин (средний возраст 64,9±8,3 года) в постменопаузе, перенесших малотравматичные переломы пяти локализаций (бедро, предплечье, шейка плечевой кости, позвоночник и лодыжка). Оценка 10-летнего риска переломов была проведена с использованием алгоритма FRAX® как с учетом минеральной плотности кости (МПК), так и без нее. Регистрация новых остеопоротических переломов проводилась в течение трехлетнего проспективного наблюдения.

Результаты и обсуждение. Средние показатели риска по алгоритму FRAX® для всех новых остеопоротических переломов и переломов бедра по группе в целом составили 18,0±5,6 и 3,7±3,7% (без учета МПК), 17,9±6,6 и 3,5±4,0% (с учетом МПК), $p > 0,05$. Реальная частота повторных переломов за 3 года составила 17,2%. У женщин, перенесших малотравматичные переломы проксимального отдела бедра, шейки плечевой кости и позвоночника, за 3 года частота повторных переломов составила 28,6; 25,0 и 22,8% соответственно, что превышало расчетный 10-летний риск переломов для данных локализаций. Наличие множественных малотравматичных переломов по сравнению с одним переломом в анамнезе увеличивало вероятность нового перелома в 3,63 раза среди женщин с высоким и в 9,43 раза — с низким расчетным показателем риска по FRAX®.

Заключение. Трехлетнее проспективное наблюдение показало, что в алгоритме FRAX® имеется недооценка риска, связанного с наличием повторных переломов в анамнезе; кроме того, новые переломы достоверно чаще возникают у лиц, перенесших малотравматичные переломы в области проксимального отдела бедра, шейки плечевой кости и позвоночника.

Ключевые слова: постменопауза; постменопаузальный остеопороз; остеопоротические переломы; FRAX®. **Для ссылки:** Добровольская ОВ, Торопцова НВ. Остеопороз: оценка риска возникновения повторных малотравматичных переломов у женщин в постменопаузе. Научно-практическая ревматология. 2016;54(1):44-48.

OSTEOPOROSIS: ASSESSMENT OF A RISK FOR RECURRENT LOW-TRAUMA FRACTURES IN POSTMENOPAUSAL WOMEN Dobrovolskaya O.V., Toroptsova N.V.

Objective: to assess a risk for new fractures in a cohort of postmenopausal women who have sustained low-trauma fractures, by using the FRAX® algorithm, and to compare the assessments with data on the fractures have occurred during a prospective follow-up study.

Subjects and methods. The investigation enrolled 128 postmenopausal women (mean age, 64.9±8.3 years) who had sustained low-trauma fractures at five sites (the hip, forearm, humeral neck, vertebral column, and ankle). A ten-year fracture risk was assessed using the FRAX® algorithm with and without regard for bone mineral density (BMD). New osteoporotic fractures were recorded during a three-year prospective follow-up study.

Results and discussion. The average FRAX® algorithm values for all new osteoporotic and hip fractures in the entire group were 18.0±5.6 and 3.7±3.7% (without consideration of BMD), 17.9±6.6 and 3.5±4.0% (with consideration of BMD) ($p > 0.05$). The true incidence of recurrent fractures over 3 years was 17.2%. During 3 years, the incidence of recurrent fractures in the women who had sustained low-trauma fractures of the proximal hip, humeral neck, and spinal column was 28.6, 25.0, and 22.8%, respectively, which exceeded the estimated 10-year fracture risk for these sites. The history of multiple low-trauma fractures versus single one increased the risk for subsequent fractures by 3.63 and 9.43 times among women with high or low estimated FRAX risk rate, respectively.

Conclusion. The three-year prospective follow-up study has shown that the FRAX® algorithm underestimated the risk associated with the presence of recurrent fractures in the history; moreover, new fractures significantly more commonly occur in persons who have sustained low-trauma fractures in the proximal hip, humeral neck, and vertebral column.

Key words: postmenopause; postmenopausal osteoporosis; osteoporotic fractures; FRAX®.

For reference: Dobrovolskaya OV, Toroptsova NV. Osteoporosis: Assessment of a risk for recurrent low-trauma fractures in postmenopausal women. Nauchno-Prakticheskaya Revmatologiya = Rheumatology Science and Practice. 2016;54(1):44-48 (In Russ.).

doi: <http://dx.doi.org/10.14412/1995-4484-2016-44-48>

Одной из важнейших современных демографических тенденций является увеличение количества людей старших возрастных групп и соответственно нарастание количества возраст-зависимых заболеваний,

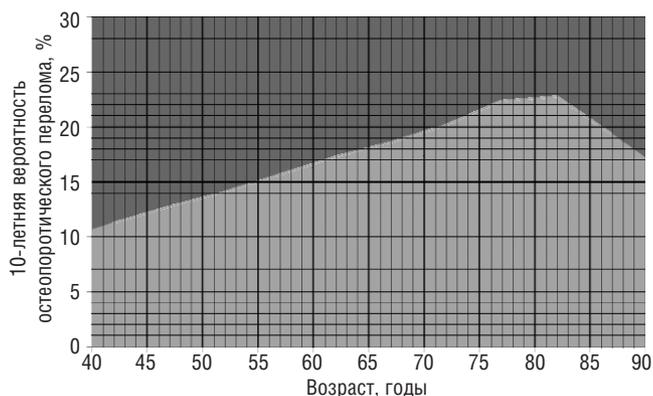
к которым относится и остеопороз (ОП). Его коварство связано с отсутствием ранних признаков, а основными клиническими проявлениями служат малотравматичные переломы, которые и определяют в первую

очередь социально-экономическую значимость этого заболевания, так как на их лечение затрачиваются значительные средства.

В связи с тяжестью последствий ОП весьма актуальной является оценка ближайшего и отдаленного риска малотравматичных переломов у разных категорий населения, в первую очередь у женщин старше 50 лет. По данным систематического обзора К.Н. Rubin и соавт. [1], в настоящее время существует 48 различных шкал для выявления лиц с повышенным риском малотравматичных переломов. При этом значительная часть шкал недостаточно хорошо валидированы (только 6 из 48 шкал тестировались два раза и более в целевой популяции пациентов с соблюдением качественных методологических подходов к исследованию).

В современных проспективных клинических и эпидемиологических исследованиях наиболее часто применяется алгоритм FRAX® (Fracture Risk Assessment Tool), разработанный Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ) для оценки риска переломов и модифицированный для разных стран с учетом национальных результатов эпидемиологических исследований. Он представляет собой инструмент оценки 10-летней вероятности остеопоротических переломов у конкретного человека в возрасте 40 лет и старше как отдельно для переломов проксимального отдела бедра (ПОБ), так и для любых основных остеопоротических переломов. Алгоритм FRAX® является наиболее валидированной методикой оценки отдаленного риска малотравматичных переломов и основан на индивидуальной для каждого человека модели, включающей клиничко-анамнестические факторы риска. При этом наличие малотравматичного перелома в анамнезе имеет значительный удельный вес для прогнозирования риска возможных новых остеопоротических переломов [2–4]. Показатель минеральной плотности кости (МПК) в области шейки бедра может использоваться в качестве дополнительной опции при расчете FRAX®, но не является обязательным для прогнозирования 10-летнего риска перелома.

В последние годы были опубликованы результаты проведенных в разных странах мира многочисленных клинических [5–7] и эпидемиологических [8–11] исследований, в которых часто применялся различный подход к интерпретации результатов 10-летней вероятности основных остеопоротических переломов. Так, в первых представленных публикациях использовалось разделе-



Порог вмешательства на основании определения 10-летнего абсолютного риска основных остеопоротических переломов

ние обследованных лиц в зависимости от полученных показателей на группы: 1) низкого риска любых остеопоротических переломов – при его значении <10%, которое не требует назначения терапии; 2) среднего риска (10–20%) – требуется проведение профилактических мероприятий; 3) высокого, >20%, риска, когда показано назначение противоостеопоротической терапии, даже если при измерении МПК не выявлено ее снижения, соответствующего критериям ОП [Т-критерий $\leq 2,5$ стандартного отклонения (СО)]. Для перелома только ПОБ риск >3% также рассматривался как высокий. Такое же разделение на группы риска было и в некоторых исследованиях, проведенных в России [12–14], что, возможно, влияло на прогностическую ценность данного алгоритма. Это влияние было продемонстрировано Л.Ю. Мешалкиной [15] в ходе проспективного исследования, в которое были включены 200 женщин пожилого возраста (средний возраст $75,1 \pm 7,3$ года). У них была рассчитана 10-летняя вероятность переломов по алгоритму FRAX® на момент включения в исследование, а затем определена реальная частота возникновения переломов в ходе 5-летнего наблюдения. Средняя 10-летняя вероятность развития любого остеопоротического перелома в изученной выборке составляла 14,4% без учета результатов денситометрии и 12,3% с учетом результатов денситометрии. В течение 5 лет малотравматичные переломы были отмечены у 34% пациенток, что существенно превышало расчетный показатель для 10-летнего периода.

В настоящее время в европейских странах и России используется возраст-зависимая модель, позволяющая учитывать полученный показатель 10-летнего абсолютного риска переломов в соотношении с возрастом пациента. В 2012 г. была разработана российская модель и построен возраст-зависимый график порога терапевтического вмешательства: если пересечение двух вышеуказанных параметров на графике приходится на верхнюю (темную) зону, то пациенту показано лечение противоостеопоротическими препаратами (см. рисунок).

Целью нашего исследования являлась оценка риска новых переломов в когорте женщин, перенесших малотравматичный перелом, с использованием алгоритма FRAX® и сопоставление ее результатов с данными о повторных переломах, случившихся в ходе 3-летнего наблюдения.

Материал и методы

В исследование были включены 128 женщин (средний возраст $64,9 \pm 8,3$ года) в постменопаузе, перенесших малотравматичные переломы пяти локализаций (ПОБ, предплечья, шейки плечевой кости, позвоночника и лодыжки). Все женщины подписали информированное согласие на участие в исследовании и обработку обезличенных персональных данных. Оценка 10-летнего риска возникновения остеопоротических переломов была проведена по алгоритму FRAX® для России, доступному на официальном сайте на странице <http://www.shef.ac.uk/FRAX/tool.aspx?country=13>, как без учета (МПК-; $n=128$), так и с учетом (МПК+; $n=108$) показателя МПК в шейке бедра. После 3 лет проспективного наблюдения было проведено сравнение расчетного риска с полученными данными о произошедших повторных остеопоротических переломах.

Таблица 1 10-летний риск (%) новых основных остеопоротических переломов и перелома ПОб в подгруппах пациенток с малотравматичными переломами разной локализации по FRAX®, M±SD

Локализация перенесенного ранее малотравматичного перелома	Локализация нового перелома			
	все основные локализации (МПК-)	ПОб (МПК-)	все основные локализации (МПК+)	ПОб (МПК+)
ПОб	20,2±7,5	5,8±6,8	22,4±7,0	6,1±5,7
Предплечье	18,3±4,5	3,2±2,5	18,5±8,5	3,3±5,2
Шейка плечевой кости	18,2±5,0	3,2±2,0	17,5±4,0	3,0±2,2
Позвоночник	18,2±5,5	4,2±3,2	17,5±5,4	3,7±3,3
Лодыжка	13,5±3,4	1,4±0,6	14,5±5,9	1,8±1,7
Все локализации	18,0±5,6	3,7±3,7	17,9±6,6	3,5±4,0
Критерий Краскела–Уоллиса	H (4, n=128) = 19,22224 p=0,0007	H (4, n=128) = 25,67340 p=0,0000	H (4, n=108) = 10,54041 p=0,0322	H (4, n=108) = 13,25362 p=0,0101

Статистическая обработка проводилась с использованием пакета программ для статистического анализа Statistica 10.0 для Windows (StatSoft, США).

Результаты

Средние показатели риска по алгоритму FRAX® для всех новых остеопоротических переломов и переломов ПОб по группе в целом составили соответственно 18,0±5,6 и 3,7±3,7% (МПК-) и 17,9±6,6 и 3,5±4,0% (МПК+), p>0,05 (табл. 1).

Проведенный апостериорный анализ различий 10-летнего риска без учета МПК при переломах разной локализации показал, что пациентки с переломом лодыжки имели в среднем достоверно меньший 10-летний риск новых основных переломов по сравнению с пациентками, перенесшими малотравматичные переломы иной локализации (p<0,01), однако риск перелома бедра у этих пациенток не отличался от такового у больных, перенесших переломы предплечья и шейки плечевой кости.

При анализе 10-летнего риска переломов с учетом МПК также было обнаружено, что подгруппы пациенток с малотравматичными переломами разной локализации достоверно различались по риску основных остеопоротических переломов. Так, женщины с малотравматичными переломами ПОб имели в среднем достоверно более высокий 10-летний риск как всех новых основных остеопоротических переломов, так и переломов ПОб по сравнению с женщинами, перенесшими перелом лодыжки (p=0,0016 и p=0,0076 соответственно). Кроме того, они имели более высокий риск основных переломов по сравнению с лицами, перенесшими перелом позвоночника (p=0,044). Достоверных различий между другими подгруппами не было выявлено.

В ходе трехлетнего проспективного наблюдения 22 женщины перенесли повторные малотравматичные переломы, 17 (77%) из этих пациенток имели высокий показатель риска по алгоритму FRAX®, а у 9 (41%) в анамнезе уже были переломы, произошедшие в возрасте старше 50 лет. Еще 55 пациенток также имели высокий показатель риска, но в течение трехлетнего периода повторных переломов у них не было, хотя 13 (24%) из них уже имели в анамнезе малотравматичные переломы. Таким образом, среди пациенток с высоким расчетным показателем риска, имевших суммарно более одного малотравматичного перелома, вероятность возникновения повторных переломов в течение 3 лет наблюдения была

выше в 3,63 [95% доверительный интервал (ДИ) 1,02 – 13,26; p=0,022] раза, чем у женщин, перенесших только один перелом. У 3 из 5 пациенток с низким расчетным показателем риска, у которых также произошел повторный перелом в ходе трехлетнего проспективного наблюдения, были переломы в анамнезе до включения в исследование. Еще 51 пациентка имела низкий показатель риска, рассчитанный с использованием алгоритма FRAX®, но новых переломов за период наблюдения у них не произошло, хотя у 7 из этих женщин в анамнезе также имелись повторные переломы. Таким образом, вероятность повторных переломов среди женщин с низким расчетным показателем риска, имевших более одного малотравматичного перелома, в 9,43 (95% ДИ 1,01–103,23; p=0,035) раза выше, чем у женщин, перенесших один перелом.

Новые малотравматичные переломы в течение 3 лет наблюдения отмечены у существенного числа женщин (17,2% в среднем по группе). У женщин с переломами ПОб, шейки плечевой кости и позвоночника любые повторные переломы встречались достоверно чаще по сравнению с теми, кто ранее перенес переломы предплечья и лодыжки (p=0,050; табл. 2).

Среди женщин разных возрастных групп не было выявлено различий по частоте повторных переломов. Пациентки с вновь произошедшими переломами за время проспективного наблюдения не отличались по количеству сопутствующих заболеваний от лиц без повторных переломов.

Результаты проведенного исследования показали, что у пациенток с малотравматичными переломами 10-летний риск всех повторных переломов и повторных переломов бедра, оцененный с использованием алгоритма FRAX® (адаптированного к российской популяции),

Таблица 2 Частота повторных малотравматичных переломов во время трехлетнего наблюдения

Локализация перелома	Число женщин, у которых произошел повторный перелом, n (%)
ПОб (n=21)	6 (28,6)
Предплечье (n=28)	1 (3,5)
Плечо (n=24)	6 (25,0)
Позвоночник (n=35)	8 (22,8)
Лодыжка (n=20)	1 (5,0)
Всего	22 (17,2)

достаточно велик. Меньший риск повторных переломов, оцененный с использованием алгоритма FRAX® с учетом или без учета МПК, отмечен у женщин с малотравматичным переломом лодыжки, что может быть связано с достоверно более молодым возрастом пациенток в этой группе по сравнению с женщинами, перенесшими переломы других локализаций. Достоверно более высокий риск повторных переломов ПОБ, оцененный с использованием алгоритма FRAX® с учетом МПК, отмечен у женщин с переломами ПОБ, что связано с более низкими показателями МПК в шейке бедра, выявленными при денситометрии.

Таким образом, нами обнаружено, что у женщин, суммарно имевших более одного малотравматичного перелома и высокий показатель по алгоритму FRAX®, риск нового остеопоротического перелома в 3,63 раза выше, чем у пациенток, имевших высокий расчетный показатель риска и один перелом на момент включения в исследование. В то же время у женщин, имевших расчетный показатель ниже порога терапевтического вмешательства и более одного малотравматичного перелома в анамнезе, риск возникновения нового перелома по сравнению с теми, кто перенес только один перелом, оказался значительно выше — в 9,43 раза.

Обсуждение

Прогностическая ценность алгоритма FRAX® в настоящее время продолжает широко обсуждаться разными исследователями. Так, в исследовании FRIDEX реальная частота любых остеопоротических переломов и, в частности, малотравматичного перелома ПОБ в течение 10-летнего периода наблюдения оказалась соответственно в 2,4 и 2,8 раза выше, чем соответствующие показатели, рассчитанные по алгоритму FRAX® без учета МПК. При определении риска с учетом МПК шейки бедра она была выше соответственно в 2,2 и 2,3 раза [16]. По данным французского исследования OFELY, расчетная оценка 10-летнего риска у женщин старше 65 лет со сниженной МПК оказалась на 48% меньше, чем реальная частота малотравматичных переломов [17]. В нашем исследовании 72 (56%) женщины имели высокий уровень риска новых остеопоротических переломов, рассчитанный по алгоритму FRAX®; 17 (23%) из них перенесли повторные малотравматичные переломы в течение 3 лет наблюдения. При анализе наших данных накопленная доля женщин с повторными переломами после малотравматичных переломов ПОБ, шейки плечевой кости и позвоночника за 3 года наблюдения составила 28,6; 25,0 и 22,8%, при среднем прогнозируемом 10-летнем риске с учетом МПК — 20,2; 18,2 и 18,2% соответственно, а без включения в расчет МПК — 22,4; 17,5 и 17,5% соответственно, т. е. всего за 3 года уже бы-

ла превышена прогнозируемая частота переломов для данных локализаций.

В обзорных публикациях указывалось, что расчетные показатели риска остеопоротических переломов по алгоритму FRAX® (с учетом МПК или без нее) могут давать заниженную оценку у некоторых пациентов [18, 19]. В числе факторов, возможно занижающих оценку риска новых остеопоротических переломов, указывались пожилой возраст [17, 20], множественность факторов риска ОП, ранее перенесенные малотравматичные переломы, особенно повторные [21]. И в нашем проспективном наблюдении было установлено, что у лиц с высоким расчетным риском и множественными переломами риск нового перелома увеличивался почти в четыре раза. В то же время следует отметить, что у женщин с низким расчетным риском наличие повторных малотравматичных переломов в анамнезе достоверно увеличивало риск возникновения нового остеопоротического перелома более чем в 9 раз.

Локализация ранее перенесенных малотравматичных переломов не рассматривалась в числе факторов, потенциально влияющих на предсказательную ценность алгоритма FRAX®. Результаты нашего анализа показали, что переломы ПОБ, шейки плечевой кости и позвоночника должны приниматься во внимание как дополнительный отягчающий фактор при определении риска возникновения новых переломов.

Заключение

Наше трехлетнее проспективное наблюдение за когортной группой женщин в возрасте 50 лет и старше показало, что в алгоритме FRAX®, используемом для оценки 10-летнего риска возникновения остеопоротических переломов, имеется недооценка риска, связанного с наличием повторных переломов в анамнезе, которые увеличивают риск новых остеопоротических переломов в 3–9 раз по сравнению с лицами, перенесшими только один перелом. Кроме того, должна учитываться локализация малотравматичного перелома, так как риск повторных переломов достоверно выше у лиц, перенесших малотравматичные переломы в области ПОБ, шейки плечевой кости и позвоночника.

Прозрачность исследования

Исследование проводилось в рамках выполнения научной темы №331 «Перспективное изучение осложнений остеопороза: качество жизни пациентов и стоимость лечения остеопоротических переломов», утвержденной ученым советом ФГБНУ НИИР им. В.А. Насоновой.

Декларация о финансовых и других взаимоотношениях

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы не получали гонорар за исследование.

ЛИТЕРАТУРА

- Rubin KH, Friis-Holmberg T, Hermann AP, et al. Risk assessment tools to identify women with increased risk of osteoporotic fracture: complexity or simplicity? A systematic review. *Bone Miner Res.* 2013 Aug;28(8):1701-17. doi: 10.1002/jbmr.1956
- Kanis JA; on behalf of the World Health Organization Scientific Group. Assessment of osteoporosis at the primary health care level. Technical Report. Sheffield, UK: World Health Organization Collaborating Centre for Metabolic Bone Diseases, University of Sheffield; 2007.
- Kanis JA, Borgstrom F, de Laet C, et al. Assessment of fracture risk. *Osteoporos Int.* 2005;16:581-9. doi: 10.1007/s00198-004-1780-5
- Kanis JA, Johnell O, Oden A, et al. FRAX® и оценка риска перелома у мужчин и женщин в Великобритании. Остеопороз и остеопатия. 2008;2(2):38-44 [FRAX® and assessment of risk of fracture in men and women in the UK. *Osteoporoz i osteopatii = Osteoporosis and osteopathy.* 2008;2(2):38-44 (In Russ.)].

5. Donaldson MG, Palermo L, Ensrud KE, et al. Effect of alendronate for reducing fracture by FRAX® score and femoral neck bone mineral density: the Fracture Intervention Trial. *J Bone Miner Res*. 2012 Aug;27(8):1804-10. doi: 10.1002/jbmr.1625
6. Kim K, Svedbom A, Luo X, et al. Comparative cost-effectiveness of bisphosphonates and raloxifene in the treatment of postmenopausal osteoporosis in Europe, using the FRAX® algorithm. *Osteoporos Int*. 2014 Jan;25(1):325-37. doi: 10.1007/s00198-013-2521-4
7. Fiore CE, Gaudio A. When the FRAX® test is applied to controlled clinical trials. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2012 Sep;9(3):135-7.
8. Catalano A, Morabito N, Basile G, et al. Fracture risk assessment in postmenopausal women referred to an Italian center for osteoporosis: a single day experience in Messina. *Clin Cases Miner Bone Metab*. 2013 Sep;10(3):191-4.
9. Pang WY, Inderjeeth CA. FRAX® without bone mineral density versus osteoporosis self-assessment screening tool as predictors of osteoporosis in primary screening of individuals aged 70 and older. *J Am Geriatr Soc*. 2014 Mar;62(3):442-6. doi: 10.1111/jgs.12696
10. Crandall CJ, Larson J, Gourlay ML, et al. Osteoporosis screening in postmenopausal women 50-64 years-old: Comparison of U.S. preventive services task force strategy and two traditional strategies in the women's health initiative. *J Bone Miner Res*. 2014;29(7):1661-6. doi: 10.1002/jbmr.2174
11. Cheung E, Cheung CL, Kung AW, Tan KC. Possible FRAX®-based intervention thresholds for a cohort of Chinese postmenopausal women. *Osteoporos Int*. 2014 Mar;25(3):1017-23. doi: 10.1007/s00198-013-2553-9
12. Кирпикова МН. Дифференцированный подход к диагностике и лечению постменопаузального остеопороза. Дис. ... докт. мед. наук. Иваново; 2011. 222 с. [Kirpikova MN. *Differentsirovannyi podkhod k diagnostike i lecheniyu postmenopauzal'nogo osteoporoz*. Dis. ... dokt. med. nauk [Differentiated approach to the diagnosis and treatment of postmenopausal osteoporosis. Doct dis.]. Ivanovo; 2011. 222 p.]
13. Попов АА, Струнина МВ, Телющенко МВ. Оценка абсолютного риска переломов у пациентов с выявленным остеопорозом дистального отдела предплечья. Остеопороз и остеопатии. 2012;(3):3-6 [Popov AA, Strunina MV, Telyushchenko MV. Evaluation of absolute fracture risk in patients diagnosed with osteoporosis of the distal forearm. *Osteoporoz i osteopatii = Osteoporosis and osteopathy*. 2012;(3):3-6 (In Russ.)].
14. Никитинская ОА, Торопцова НВ. Социальная программа «Остеоскрининг Россия» в действии. Фарматека. 2012;(6):90-3 [Nikitinskaya OA, Toroptsova NV. Social program «Osteoskrining Russia» in action. *Farmateka*. 2012;(6):90-3 (In Russ.)].
15. Мешалкина ЛЮ. Сравнительная оценка десятилетней вероятности по шкале FRAX® и реальной частоты переломов у женщин пожилого возраста с остеопорозом. Клиническая геронтология. 2012;18(1-2):19-22 [Meshalkina LYu. Comparative evaluation of the ten-year probability scale FRAX® and the real incidence of fractures in elderly women with osteoporosis. *Klinicheskaya gerontologiya*. 2012;18(1-2):19-22 (In Russ.)].
16. Azagra R, Roca G, Encabo G, et al. FRAX® tool, the WHO algorithm to predict osteoporotic fractures: the first analysis of its discriminative and predictive ability in the Spanish FRIDEX cohort. *BMC Musculoskelet Disord*. 2012 Oct 22;13:204. doi: 10.1186/1471-2474-13-204
17. Sornay-Rendu E, Munoz F, Delmas PD, Chapurlat RD. The FRAX® tool in French women: How well does it describe the real incidence of fracture in the OFELY cohort? *J Bone Miner Res*. 2010 Oct;25(10):2101-7. doi: 10.1002/jbmr.106
18. Silverman SL, Calderon AD. The utility and limitations of FRAX®: A US perspective. *Curr Osteoporos Rep*. 2010 Dec;8(4):192-7. doi: 10.1007/s11914-010-0032-1
19. Donaldson MG, Cawthon PM, Schousboe JT, et al; Study of Osteoporotic Fractures (SOF). Novel methods to evaluate fracture risk models. *J Bone Miner Res*. 2011;26(8):1767-73. doi: 10.1002/jbmr.371
20. Roux S, Cabana F, Carrier N, et al. The World Health Organization Fracture Risk Assessment Tool (FRAX®) underestimates incident and recurrent fractures in consecutive patients with fragility fractures. *J Clin Endocrinol Metab*. 2014 Jul;99(7):2400-8. doi: 10.1210/jc.2013-4507
21. Setty N, Leboff MS, Thornhill TS, et al. Underestimated fracture probability in patients with unilateral hip osteoarthritis as calculated by FRAX®. *J Clin Densitom*. 2011 Oct-Dec;14(4):447-52. doi: 10.1016/j.jocd.2011.06.001