

Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 6. С. 800-807.

Genij Ortopedii. 2021. Vol. 27, no. 6. P. 800-807.

Научная статья

УДК 616.71-007.234:616-073.756.8:681.785.62

<https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-6-800-807>

Внедрение асинхронной количественной компьютерной томографии в работу амбулаторного учреждения

А.В. Петрайкин¹✉, К.А. Сергунова¹, Л.А. Низовцова¹, А.В. Соловьев², Ф.А. Петрайкин³, Е.С. Ахмад¹, Д.С. Семенов¹, Л.Р. Абуладзе², Л.Р. Яссин², А.Н. Киселева⁴, А.В. Владзимирский¹, С.П. Морозов¹

¹Научно-практический клинический центр диагностики и телемедицинских технологий ДЗМ, Москва, Россия

²Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова (Сеченовский Университет), Москва, Россия

³Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия

⁴Российский национальный исследовательский медицинский университет имени Н.И. Пирогова, Москва, Россия

Автор, ответственный за переписку: Алексей Владимирович Петрайкин, alexeypetraikin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1694-4682>

Аннотация

Введение. Прогнозируется увеличение распространенности остеопороза среди лиц старше 50 лет. Для улучшения диагностики данного заболевания было инициировано исследование по оценке эффективности клинического применения асинхронной количественной компьютерной томографии (ККТ). **Цель.** Анализ результатов внедрения асинхронной ККТ с учетом факторов риска, включенных в инструмент FRAX, в одно из амбулаторных учреждений города Москвы. **Материалы и методы.** Проведен одномоментный анализ оценок минеральной плотности кости (МПК) у пациентов, направленных по показаниям на ККТ профильными врачами-клиницистами в рамках одной медицинской организации. ККТ-сканирование включало две области сканирования: поясничный отдел позвоночника и проксимальный отдел бедра. Сканирование проводилось на 64-срезовом компьютерном томографе Toshiba Aquilion, а измерение МПК осуществлялось с программы "QCT PRO". Также проведен выборочный анализ 10-летнего риска возникновения основных остеопоротических переломов с применением инструмента FRAX, критериями исключения из которого было следующее: проведение антиостеопоротического лечения, недостоверные данные в анкете, наличие артефактов на изображениях в области проксимального отдела бедра. По результатам проведен анализ распределения пациентов по группам показаний инициации лечения в соответствии со стратегиями FRAX, FRAX с коррекцией на МПК шейки бедра, ККТ, FRAX совместно с ККТ. **Результаты.** За год исследования проведено ККТ-сканирование у 710 женщин, средний возраст (СКО) которых составил 67,3 (9,3) года. Диагноз «остеопороз» по результатам ККТ трех областей интереса был поставлен 418 пациентам (59 %), остеопения – 252 (35 %), а норма наблюдалась только у 40 (6 %). Анализ 10-летнего риска основных остеопоротических переломов по FRAX произведен выборочно 111 пациентам, у 15,2 % выявлен высокий риск, а с учетом коррекции на минеральную плотность шейки бедра – у 14,3 %. По данным ККТ высокий риск переломов выявлен у 46,4 % анкетированных пациентов, у которых может быть инициировано назначение лечения. Применение ККТ дополнительно к FRAX позволило оптимально выделить пациентов, которым показано назначение антирезорбтивного лечения, что составило 30,4 %. **Заключение.** По результатам ККТ-сканирования остеопороз выявлен у 59 % пациентов, при этом при определении 10-летней вероятности переломов с использованием инструмента FRAX выявляется потребность инициации лечения только у 15,2 %. Использование совместно инструмента FRAX и результатов ККТ позволяет оптимизировать долю пациентов, которым требуется антиостеопоротическое лечение до 30,4 %. Результаты данного исследования могут быть использованы при разработке системы поддержки принятия врачебных решений для ведения пациентов с подозрением на остеопороз.

Ключевые слова: остеопороз, лечение, факторы риска, инструмент для оценки риска переломов, количественная компьютерная томография, минеральная плотность кости, Т-критерий, остеоденситометрия

Для цитирования: Внедрение асинхронной количественной компьютерной томографии в работу амбулаторного учреждения / А.В. Петрайкин, К.А. Сергунова, Л.А. Низовцова, А.В. Соловьев, Ф.А. Петрайкин, Е.С. Ахмад, Д.С. Семенов, Л.Р. Абуладзе, Л.Р. Яссин, А.Н. Киселева, А.В. Владзимирский, С.П. Морозов // Гений ортопедии. 2021. Т. 27, № 6. С. 800-807. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-6-800-807>

Original article

Asynchronous quantitative computed tomography in outpatient settings

A.V. Petraikin¹✉, K.A. Sergunova¹, L.A. Nisovstova¹, A.V. Soloviev², F.A. Petraykin³, E.S. Akhmad¹, D.S. Semenov¹, L.R. Abuladze², L.R. Iassin², A.N. Kiseleva⁴, A.V. Vladzymirskyy¹, S.P. Morozov¹

¹Research and Practical Center of Medical Radiology, Department of Health Care of Moscow, Moscow, Russian Federation

²Sechenov First Moscow State Medical University, Moscow, Russian Federation

³Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russian Federation

⁴Pirogov Russian National Research Medical University, Moscow, Russian Federation

Corresponding author: Alexey V. Petraikin, alexeypetraikin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1694-4682>

Abstract

Introduction The prevalence of osteoporosis is predicted to increase among individuals over 50 years of age. Research was initiated to evaluate the effectiveness of the clinical use of asynchronous quantitative computed tomography (QCT) facilitating the diagnosis of the condition. **Objective** Review the results of asynchronous QCT introduced in an outpatient clinic in Moscow, with reference to the risk factors included in the FRAX tool. **Material and methods** Bone mineral density (BMD) was measured in patients referred for QCT by specialized clinicians employed at the same medical institution. The QCT scanning included two areas: the lumbar spine and the proximal femur and was produced with the Toshiba Aquilion 64 CT Scanner, and BMD measured using QCT PRO. A sampling analysis of the 10-year probability of a major osteoporotic fracture was produced using the FRAX tool with the exclusion criteria of anti-osteoporotic treatment, unreliable data in the questionnaire, artifacts in the images of the proximal femur. Based on the results, patients were assigned to groups by indications for initiating treatment in accordance with the FRAX strategies, FRAX corrected for BMD of the femoral neck, QCT, FRAX in conjunction with QCT. **Results** Within a year of the study, QCT scans were performed for 710 women with the mean age (MA) of 67.3 (9.3) years. Based on CT findings of three sites of interest patients were diagnosed with osteoporosis (n = 418, 59 %), osteopenia (n = 252, 35 %), and 40 (6 %) showed normal manifestations. The FRAX-based 10-year probability of major osteoporotic fractures was used selectively for 111 patients with a high risk detected in 15.2 %, and BMD of the femoral neck adjusted in 14.3 %. QCT findings revealed a high risk of fractures in 46.4 % of the surveyed patients who could receive treatment. The use of QCT in addition to FRAX allowed optimal identification of patients who had antiresorptive treatment indicated in 30.4 %. **Conclusion** QCT findings detected osteoporosis in 59 % of patients, while the FRAX-based estimates of 10-year fracture probabilities indicated to the need for initiation of treatment in 15.2 % only. Using the FRAX tool and QCT findings together allowed optimization in the proportion of patients who required anti-osteoporotic

© Петрайкин А.В., Сергунова К.А., Низовцова Л.А., Соловьев А.В., Петрайкин Ф.А., Ахмад Е.С., Семенов Д.С., Абуладзе Л.Р., Яссин Л.Р., Киселева А.Н., Владзимирский А.В., Морозов С.П., 2021

treatment up to 30.4 %. The results of the study can be used in the development of a clinical decision support system for management of patients with suspected osteoporosis.

Keywords: osteoporosis, treatment, risk factors, fracture risk assessment tool, quantitative computed tomography, bone mineral density, T-score, osteodensitometry

For citation: Petraikin A.V., Sergunova K.A., Nisovstova L.A., Soloviev A.V., Petryaykin F.A., Akhmad E.S., Semenov D.S., Abuladze L.R., Iassin L.R., Kiseleva A.N., Vladymyrsky A.V., Morozov S.P. Asynchronous quantitative computed tomography in outpatient settings. *Genij Ortopedii*, 2021, vol. 27, no 6, pp. 800-807. <https://doi.org/10.18019/1028-4427-2021-27-6-800-807>

ВВЕДЕНИЕ

Одним из современных методов остеоденситометрии является количественная компьютерная томография (ККТ) [1]. Данный метод количественного измерения минеральной плотности кости (МПК) был представлен в 1970-х гг., практически одновременно с развитием технологии компьютерной томографии [2]. Ранее для проведения измерений использовались фантомы с заданными значениями концентраций гидроксиапатита, которые подкладывались под пациента на время сканирования [2, 3]. Данный подход получил название «синхронная КТ-денситометрия». В настоящее время применяется также асинхронная технология, т.е. исследование выполняется без фантома, сканирование которого осуществляют ежемесячно отдельно [4]. Следует отметить, что в отечественной рентгенологии первые работы по применению ККТ были выполнены еще в 90-х годах под руководством С.К. Тернового в соавторстве с И.С. Власовой [5].

При выполнении ККТ существует возможность измерять объемную МПК в телах позвонков, выраженную в $\text{мг}/\text{см}^3$ [2, 6], и проекционную МПК области шейки бедра и проксимального отдела бедра в целом («всё бедро») [7]. Согласно официальным положениям Международного общества по клинической денситометрии (ISCD), Т-критерий при ККТ, рассчитанный по проекционной МПК области шейки бедра и «всего бедра», эквивалентен соответствующему Т-критерию, определенному при двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии (ДРА) [8], и может использоваться для диагностики остеопороза и инициации лечения согласно критерию Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ). Для области поясничного отдела позвоночника при выполнении ККТ нельзя использовать Т-критерий, принятый ВОЗ, однако в положениях ISCD указана возможность инициации антирезорбтивного лечения при высоком риске перелома [8]. Для объемной МПК области позвонков

Американский колледж радиологов (ACR) предлагает использовать пороговые уровни, соответствующие остеопорозу (менее 80 $\text{мг}/\text{мл}$) и остеопении (80-120 $\text{мг}/\text{мл}$) [9].

Помимо диагностики ОП по результатам измерения МПК для инициации лечения широко применяется методика оценки 10-летнего абсолютного риска переломов [10]. Данный инструмент, учитывающий влияние факторов риска на развитие остеопороза, получил название «Fracture Risk Assessment Tool – FRAX» (Sheffield, UK). В соответствии с Клиническими рекомендациями по остеопорозу и позиции ISCD инициация лечения возможна при снижении минеральной плотности кости по данным денситометрии (значение Т-критерия менее -2,5 SD в одном из трех регионов центральной денситометрии: позвоночник, шейка бедра, проксимальный отдел бедра) и при высоком риске переломов по анкете FRAX [1, 8]. Начиная с 2013 года, показатель проекционной МПК шейки бедра, рассчитанный по данным ККТ, также включен в инструмент оценки риска переломов FRAX [11].

В условиях прогнозируемого увеличения распространенности остеопороза и экономического бремени его осложнений [1, 12], возникающих вследствие отсутствия своевременного лечения, необходимо принимать меры обеспечения необходимой диагностики данного заболевания и внедрения современных методов, включая технологии оппортунистического скрининга. В связи с этим ГБУЗ «НПКЦ ДиТ ДЗМ» инициировал в 2017 г. пилотный проект по оценке эффективности клинического применения асинхронной ККТ. В связи с наличием разных рекомендованных стратегий назначения лечения было проведено сравнение распределения пациентов по категориям: «лечить» и «не лечить».

Целью данной статьи явилось представление результатов анализа применения асинхронной ККТ в рамках пилотного проекта в одном амбулаторном учреждении с учетом факторов риска FRAX.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Дизайн исследования

Проведен одномоментный одноцентровый анализ оценок МПК у пациентов, направленных по показаниям на ККТ профильными врачами-клиницистами в рамках одной медицинской организации. Также был выполнен выборочный анализ расчета 10-летнего риска возникновения основных остеопоротических переломов с применением инструмента FRAX, критериями исключения из которого были проведение антиостеопоротического лечения, недостоверные данные в анкете, наличие артефактов на изображениях в области проксимального отдела бедра.

Маршрутизация пациентов

В рамках пилотного проекта пациенты направлялись на ККТ по показаниям, сформулированным следующими специалистами: врач общей практики, терапевт, эндокринолог, гинеколог, хирург, онколог, травматолог. Обоснованность назначения подтверждалась на врачебной комиссии. Компьютерная томогра-

фия проводилась при согласии пациента на сканирование. Случайно отобранная группа пациентов перед исследованием заполняла дополнительную анкету, составленную по факторам риска FRAX.

ККТ-сканирование

КТ-исследование для оценки МПК включало две области сканирования: поясничный отдел позвоночника и проксимальный отдел бедра (рис. 1, а). Сканирование проводилось на 64-срезовом компьютерном томографе Toshiba Aquilion, а дальнейшее измерение МПК осуществлялось с использованием аппаратно-программного комплекса «QCT PRO» фирмы Mindways Software, Inc., США: для позвоночника 3D QCT и для области проксимального отдела бедра СТХАТМ. Так как данная методика асинхронной ККТ позволяет исследовать пациента без использования в процессе сканирования калибровочного фантома, ежемесячно проводилась калибровка, согласно инструкции по эксплуатации фирмы-производителя.

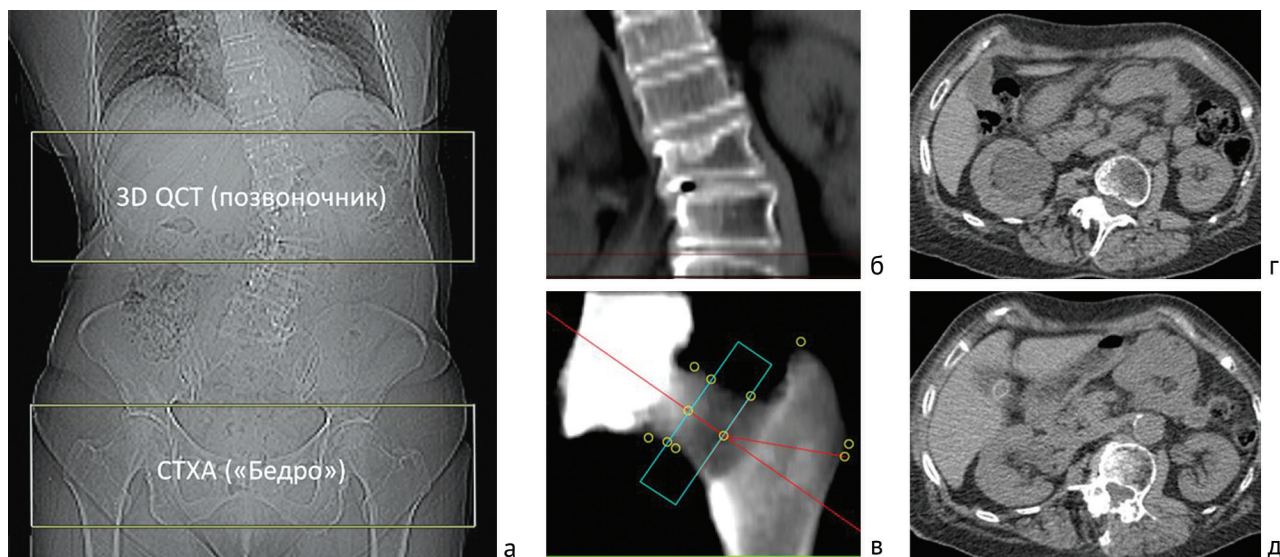


Рис. 1. КТ-изображения для проведения ККТ пациентки К., 80 лет, с сопутствующими патологиями: а – разметка области сканирования; б – сканирование позвоночника, корональная реконструкция, выраженный сколиоз, компрессионный перелом L1; в – 3D-реконструкция проксимального отдела бедра с разметкой для измерения МПК шейки бедра и «всё бедро»; сопутствующая патология: г – кистозное образование в синусе правой почки; д – конкременты в желчном пузыре

Для снижения лучевой нагрузки на пациентов применялись протоколы КТ-сканирования, которые различались по размеру поля сканирования и силе тока на рентгеновской трубке, в соответствии с индексом массы тела (ИМТ) пациента.

Для пациентов с низким и средним ИМТ применялся протокол сканирования области позвоночника со следующими параметрами: 120 кВ; 50 мА; 0,5 с; средняя доза 1,25 мЗв; для области сканирования бедра сила тока на трубке увеличивалась до 70 мА; средняя доза 1,25 мЗв. Средняя суммарная доза за ККТ 2,5 мЗв.

Для пациентов с повышенным ИМТ – для области позвоночника и бедра использовались параметры: 120 кВ; 100 мА; 0,5 с; средняя доза за исследование одной области 2,09 мЗв. Средняя суммарная доза за ККТ 4,18 мЗв.

Размер поля сканирования D-FOV M, L, LL (300, 400, 500 мм).

Все результаты ККТ-сканирований поступали в ЕРИС (Единый радиологический информационный сервис), где выполнялся аудит проведенных исследований (около 10 % от всего количества, в случайном порядке). В ходе выполнения аудита отмечены основные недостатки выполненных ККТ: отсутствие описания сопутствующей патологии – 15 %, неправильная разметка области сканирования – 10 %.

Анкетирование по наличию факторов риска развития перелома

Анкета-опросник, заполненная пациентом, включала следующие сведения:

- показания к проведению ККТ;
- наличие предыдущих денситометрических исследований;
- имеющийся клинический диагноз;
- предшествовавшие переломы в анамнезе;
- переломы бедра у родителей;
- курение;
- приём глюкокортикоидов;

- наличие ревматоидного артрита;
- употребления алкоголя;
- проведение антиостеопоротического лечения с указанием принимаемых препаратов.

Согласно полученной из анкет пациентов информации были рассчитаны 10-летние риски основных остеопоротических переломов с использованием инструмента FRAX. Стоит отметить, что результаты анкетирования не использовались для принятия решения о назначении лечения и не содержали персональных данных пациентов, являясь дополнением к информированному согласию.

Критерии анализа результатов

Согласно рекомендациям ВОЗ и Американского колледжа радиологов (ACR), инициировать лечение остеопороза необходимо, если хотя бы в одной из трех областей исследования по данным ККТ наблюдается снижение МПК ниже критического значения. Для объемной МПК позвонка пороговое значение равно 80 мг/см³, согласно рекомендациям ACR [9]. Для проекционной МПК, измеренной методом ККТ по областям шейки бедра и «всё бедро», по положениям ISCD можно использовать Т-критерий, и лечение инициируется при значении Т-критерия меньше -2,5 СКО [1].

Согласно рекомендациям по применению российской модели FRAX [10] инициирование лечения проводится при наличии высокого риска возникновения основных низкоэнергетических переломов. Авторы рекомендуют использование двух вариантов порогов вмешательства по FRAX, на основании 10-летнего абсолютного риска основных остеопоротических переломов: с возможностью измерения МПК шейки бедра и отсутствием такой возможности [10].

Статистический анализ

Сравнение распределений пациентов по группам постановки диагноза «остеопороз» и инициации лечения проводилось по критерию Мак-Немара. Уровень статистической значимости был установлен $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

Пилотный проект длился с августа 2017 по август 2018 г. В течение его реализации было проведено 710 ККТ-исследований женщинам, средний возраст (СКО) которых составил 67,3 (9,3) года, и 47 мужчинам в возрасте 62,7 (11,2) года. Число ККТ-исследований мужчин было незначительно по сравнению с объемом исследований женщин, поэтому в рамках данной работы результаты МПК у мужчин рассмотрены не были.

В качестве примера представляем результаты ККТ-исследования пациентки К., 80 лет, ИМТ – 22,5 (рис. 2), у которой по данным ККТ позвоночника обнаружен тяжелый остеопороз (средняя объемная МПК составляет 17,4 мг/см³ по позвонкам Th12 и L2, выявлен компрессионный перелом тела L1 позвонка).

Данный пример наглядно демонстрирует преимущество КТ денситометрии по сравнению с рутинной ДРА. В частности, измерение объемной МПК губчатого вещества (рис. 2, б) может быть произведено с учетом выраженной сколиотической деформации позвоночника, а также компрессионного перелома L1 позвонка, что эффективно компенсируется программой постобработки "QCT PRO". Измерение объемной МПК позвоночника позволяет исключить из зоны интереса уплотненные фрагменты позвоночника, связанные со спондилезом и спондилоартрозом (рис. 1, б), и часто обызвествленный фрагмент аорты, попадающий в зону исследования, поскольку в качестве области интереса выбираются вентральные отделы сохранных тел позвонков. Помимо отмеченных преимуществ измерения МПК, ККТ позволяет визуализировать сопутствующую органическую патологию в выполненных областях ска-

нирования: визуализируется больших размеров жидкостное образование синуса правой почки (рис. 1, г), конкременты желчного пузыря (рис. 1, д). Пациентка была направлена для дообследования на УЗИ.

Для определения вероятности компрессионного перелома позвонков эффективно использовать приведенный в протоколе (рис. 2, а) график оценки риска. В данном случае у пациентки присутствует 100 %-й риск остеопоротических переломов, что подтверждается наличием перелома L1 позвонка. При выполнении рутинной ДРА L1-L4 позвонков через 1 неделю после ККТ усредненный Т-критерий составил минус 1,8 СКО, что соответствует остеопении. Таким образом, происходит недооценка степени остеопороза по данным ДРА вследствие выраженных дегенеративно-дистрофических изменений позвоночника (спондилез, спондилоартроз), завышающих показатели МПК.

По критериям ВОЗ для области шейки бедра, «все бедро» и ACR для позвоночника было оценено распределение пациентов женского пола по результатам ККТ-исследования, а именно, постановке диагноза «остеопороз», «остеопения» (рис. 3). Диагноз «остеопороз» был поставлен 418 пациентам (59 % общего числа), «остеопения» – 252 (35 %), а норма наблюдалась только у 40 человек (6 %). Доля пациентов, у которых выявлен остеопороз при анализе Т-критерия по шейке бедра, имеет статистически значимое различие с соответствующим распределением пациентов по данным позвоночника ($p < 0,001$) и «всего бедра» ($p < 0,001$). Анализ по значениям МПК мужчин не был выполнен в связи со значительно меньшим объемом проведенных исследований.

3D QCT денситометрия минеральной плотности кости

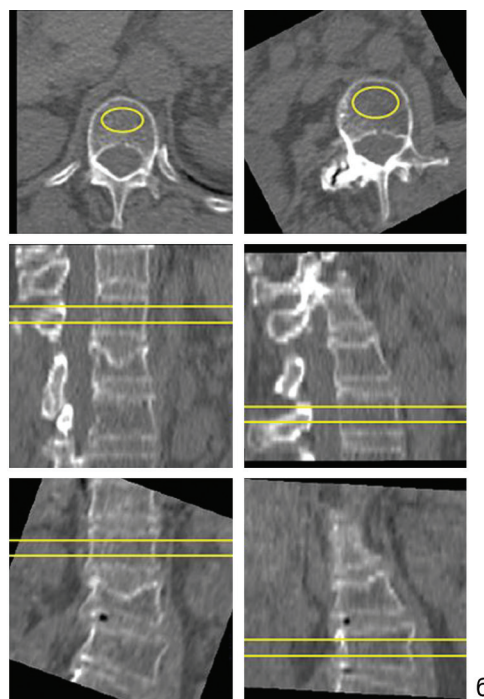
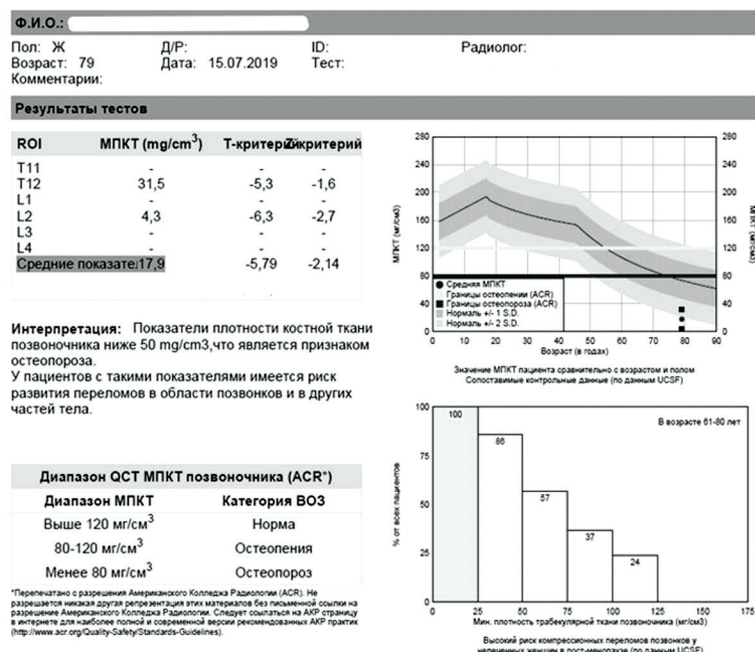


Рис. 2. Пример протокола по результатам ККТ поясничной области позвоночника: а – оценка значения МПК и сравнение с пороговыми уровнями ACR; б – технический протокол с указанием позиционирования области интереса

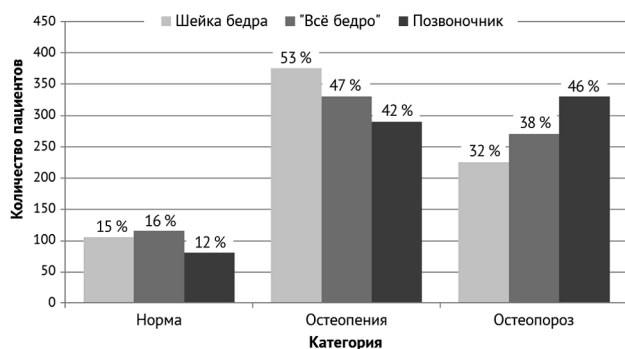


Рис. 3. Распределение женщин по категориям остеопороз/остеопения/норма для трех областей центральной денситометрии при ККТ: шейка бедра, проксимальный отдел бедра в целом, позвоночник

Результаты анкетирования по наличию факторов риска развития перелома

Заполнение анкет по факторам риска критерия FRAX было проведено в случайной выборке пациентов, направленных на ККТ. Общее число пациентов, прошедших анкетирование, составило 167 человек. После обработки анкет-опросников пациентов и данных ККТ были исключены 55 человек: те, кто проходил в период исследования антиостеопоротическое лечение; кто не заполнил анкету; у которых были недостоверны данные МПК в области шейки бедра. В итоге были включены в исследование 112 женщин, характеристики которых приведены в таблице 1.

Таблица 1

Характеристика включенных в исследование пациентов по факторам риска FRAX

Параметр	Значение
Общее число	167
Исключено (лечение, недостоверные данные)	55
Число включенных в исследование	112
Возраст (среднее $\pm$ СКО)	65,8 $\pm$ 8,8
ИМТ (среднее $\pm$ СКО)	27,4 $\pm$ 5,7
Факторы риска	n (%)
Переломы в анамнезе	16 (14 %)
Переломы бедра у родителей	9 (8 %)
Курение	16 (14 %)
Приём глюкокортикоидов	14 (13 %)
Ревматоидный артрит	18 (16 %)
Вторичный остеопороз	10 (9 %)
Приём алкоголя	1 (1 %)
Дополнительно	
Без факторов риска	58 (52 %)
Более одного фактора риска	20 (18 %)

По результатам исследования было проведено сравнение рассчитанных рисков основных остеопоротических переломов по факторам FRAX для двух случаев: с учетом значения измеренной МПК шейки бедра (FRAX + МПК) и без данной коррекции (FRAX). Результаты оценки указанных рисков представлены на рисунке 4. Точечной линией (верхняя) обозначена граница зоны высокого риска, для которой необходимо инициировать лечение остеопороза. Сплошной линией (средняя) обозначен порог терапевтического вмешательства (ПТВ) при невозможности измерения МПК. Пунктирная линия (нижняя) ограничивает сверху зону с отсутствием рекомендаций по началу лечения. Зона между

пунктирной и точечной линией определяет интервал, для которого необходимо проведение денситометрии.

При сравнении результатов показателя FRAX и FRAX+МПК (рис. 4, а, б) было получено, что у 55 пациенток показатель риска переломов увеличился, при этом только у 7 пациенток он превысил ПТВ. С другой стороны, у 47 пациенток вероятность основных остеопоротических переломов после внесения значения МПК уменьшилась со смещением ниже порогового уровня у других 7 пациенток. По данной информации можно сделать вывод, что у 98 пациенток (88 %) введение в калькулятор FRAX данных МПК значительно не изменило результат расчета и принятие решения.

Для 6 пациенток с риском перелома, превысившим ПТВ в случае FRAX+МПК, Т-критерии, рассчитанные по результатам денситометрии, оказались значительно меньше -2,5 СКО, что соответствует остеопорозу. При этом для 6 пациенток со снижением риска перелома ниже ПТВ после внесения данных МПК Т-критерии были на уровне значений, характерных для остеопении.

Если остеоденситометрию провести невозможно, необходимо принимать решение о терапевтическом вмешательстве по диаграмме с разделением на две зоны: лечить/не лечить (граница – сплошная линия на рисунке 4). По графику без коррекции на МПК (рис. 4, а) доля пациенток, которым необходимо назначение лечения, составила 15,2 % (17 чел.), а с коррекцией (рис. 4, б) – 14,3 % (16 чел), при этом не наблюдалась статистически значимая разница при сравнении данных долей пациентов ($p = 0,789$).

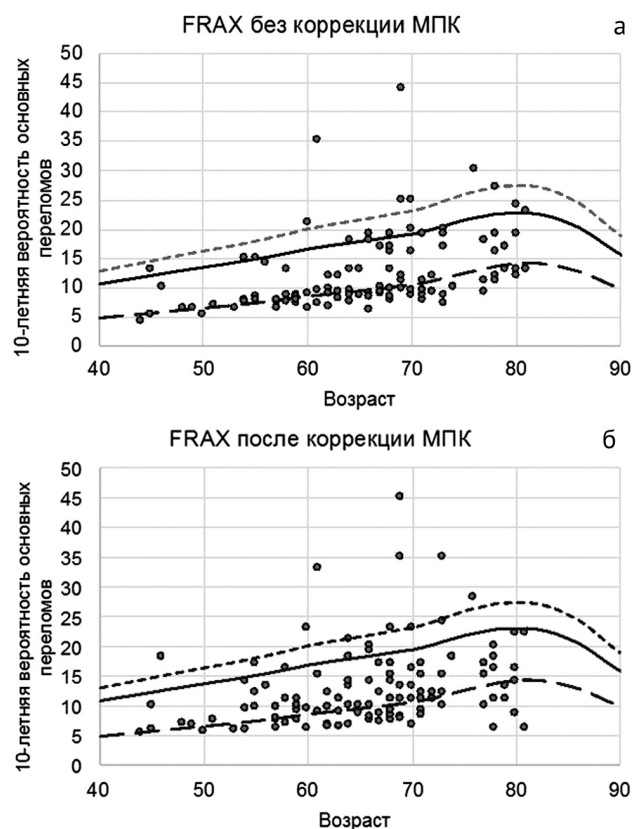


Рис. 4. Порог вмешательства на основании определения 10-летнего абсолютного риска основных остеопоротических переломов: а – график данных пациенток, рассчитанных без коррекции МПК шейки бедра; б – график данных пациенток с учетом коррекции МПК шейки бедра

При оценке порога вмешательства с возможностью проведения остеоденситометрии 7 (6,3 %) пациенткам требуется назначение терапии по результатам FRAX, а 50 (45 %) необходимо направить на измерение МПК. После оценки МПК в соответствии с Т-критерием и рекомендациями ACR назначение лечения показано 27 пациенткам, поэтому суммарная доля с учетом первоначальных данных FRAX составила 30,4 %. Это больше, чем при назначении лечения только по данным FRAX (статистически значимо, $p = 0,021$), поскольку лечение необходимо также и тем пациенткам, у кого определен остеопороз по данным денситометрии. Обобщенные результаты распределения пациентов в зависимости от стратегии назначения лечения представлены на рисунке 5.

По результатам только ККТ без учета FRAX установлена необходимость инициации терапевтического вмешательства у 52 пациенток (46,4 %), что сопоставимо с данными, полученными на ДРА – 39,7 % [16]. При этом наблюдалась статистически значимая разли-

ца при сравнении долей пациентов, которым назначено лечение по FRAX и только по данным ККТ ($p < 0,001$).

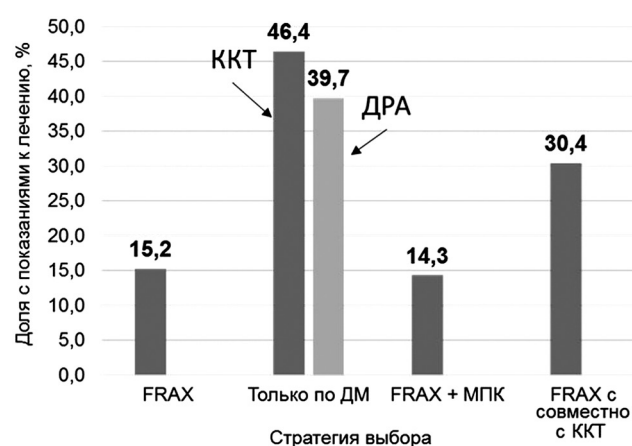


Рис. 5. Диаграмма распределения пациентов, которым показана инициация антирезорбтивного лечения, в соответствии с разными стратегиями по результатам анкетирования с использованием инструмента FRAX

ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, представленные на рисунке 3, демонстрируют наибольшее число пациентов с остеопорозом по измерениям МПК позвоночника, что сопоставимо с данными ДРА-исследований. Например, в работе Иванова Н.В. и соавт. [13] в группе женщин от 61 года до 70 лет по области позвоночника остеопороз может быть диагностирован у 47,9 %, а по проксимальному отделу бедренной кости – у 45,3 %. Согласно эпидемиологическим данным, распространенность остеопороза и остеопении по ДРА-исследованиям двух областей – поясничный отдел позвоночника и шейки бедра [14] – у женщин в возрасте старше 50 лет составляет 34 и 43 % соответственно. При анализе данных города Москвы было выявлено 29,8 % случаев остеопороза в области поясничного отдела позвоночника и 43,8 % – остеопении [15].

При анализе графических данных распределения 10-летней вероятности возникновения основных остеопоротических переломов в зависимости от возраста существенная часть значений группируется вдоль нижней пунктирной кривой (рис. 4, а). Эта кривая представляет собой вероятность перелома при отсутствии каких-либо факторов риска [10]. Точные значения этой кривой соответствуют нормальному индексу массы тела (ИМТ), при превышении ИМТ относительно нормальных величин риск переломов снижается, при сниженном ИМТ риск переломов, напротив, повышается, и пациент оказывается в области, когда необходимо выполнять денситометрию. При наличии хотя бы одного фактора риска происходит закономерное повышение вероятности ОП переломов и в зависимости от «веса» факторов риска. При учете в калькуляторе FRAX значения МПК шейки бедра подобное распределение становится более равномерным (рис. 4, а). Однако количество пациентов, которым необходимо проведение лечения, меняется незначительно.

При анализе результатов анкетирования и денситометрии было проведено сравнение распределения пациентов, которым показана инициация антирезорбтивного лечения, в соответствии с разными стратегиями (рис. 5).

Показано наличие значительного различия доли пациентов, которым могла быть назначена терапия по результатам денситометрии по сравнению с FRAX. Ранее были проведены исследования по сопоставлению результатов расчета риска возникновения основных низкоэнергетических переломов по критерию FRAX с включением данных МПК (FRAX+МПК) и без данного показателя (FRAX) [17–19]. Отмечается отсутствие значимых различий числа пациентов, которым инициировано лечение по критериям FRAX+МПК и FRAX [18, 19], что соответствует полученным в выполненной работе результатам. Для корейской модели FRAX было показано [17], что отсутствует значимая разница определения высокого риска возникновения основных остеопоротических переломов в обоих случаях: FRAX (58 %) и FRAX+МПК (63 %). При этом, среди пациентов, которым по результатам ДРА в соответствии с национальным критерием поставлен диагноз остеопороз, 74,6 % имели высокий риск переломов по FRAX+МПК и только 62,4 % по FRAX. Значительное различие вероятности перелома в приведенном исследовании с нашими результатами связано с тем, что авторы включали в исследование только пациентов с подтвержденными остеопоротическими переломами, а средний возраст испытуемых составил $72,4 \pm 6,9$ года.

Приведенные выше зарубежные исследования демонстрируют сопоставимые значения выявления высокого риска переломов у пациентов по данным FRAX и FRAX+МПК, однако указанные значения выше, чем для исследуемой нами выборки. Это может быть связано с различиями отбора пациентов, т.к. в ходе реализации пилотного проекта пациенты направлялись на ККТ с разным анамнезом. Доля пациентов с показаниями на инициацию лечения по результатам ККТ-исследований также значительно больше, чем по данным FRAX, что объясняется критериями отбора пациентов.

Использование анкетирования FRAX с последующим проведением денситометрии, по нашим данным и клиническим рекомендациям по остеопорозу [1], оптимизирует

число пациентов, направляемых на лечение. Применение оценки МПК у пациентов со средним риском остеопоротических переломов по FRAX позволяет дифференцировать принятие решения о назначении лечения.

Как отмечается в одной из работ [10], наиболее правильное принятие решения основано на совместном анализе данных FRAX и денситометрии. Проведение денситометрического исследования всем пациентам, находящимся в группе риска в городе Москве, на данный момент затруднительно в связи с ограниченным числом ДРА-сканеров и установленных программ ККТ. Однако методика асинхронной ККТ позволяет оценивать МПК при выполнении КТ-исследований с другими диагностическими целями [7, 11, 20], т.е. путем оппортунистического скрининга. Объем данных исследований от общего объема проводимых КТ-сканирований составляет около 20 %. По данным ЕРИС, за 3 года в рамках поликлинической сети Департамента здравоохранения города Москвы возможно проведение 113 тысяч такого вида исследований (женщины старше 60 лет). Это выше количества выполняемых DXA исследований (93 тысячи в 2018 году по данным отчетной формы 30), что может способствовать более тщательному анализу состояния костной ткани пациентов.

Оценка МПК с использованием ККТ и включение её в инструмент FRAX может быть положена в основу разработки концепции Паспорта костного здоровья пациентов в группе риска развития остеопоротических переломов.

Основными ограничениями проведенного исследования является факт установки программы для асинхронной КТ-денситометрии только на одну модель компьютерного томографа, которая, однако, является наиболее распространенной в медицинских учреждениях города Москвы. Анкетирование пациентов по наличию рисков низкоэнергетических переломов выполнено для ограниченной группы пациентов, что было связано с отсутствием значительного количества времени у врачей для контролирования заполнения анкеты пациентами. Данной выборки было недостаточно для выполнения статистического анализа, однако проведено описательное сравнение по аналогии с ранее опубликованными работами. Также в рамках работы не проведено сравнение со стандартным методом диагностики остеопороза – двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрией, данное исследование было спланировано и проведено, а его результаты будут рассмотрены в отдельной публикации.

ВЫВОДЫ

1. По результатам ККТ-сканирования остеопороз выявлен у 59 % пациентов, при этом при определении вероятности переломов с использованием инструмента FRAX является потребность инициации лечения только у 15,2 %.

2. Использование совместно инструмента FRAX и результатов ККТ позволяет оптимизировать долю па-

циентов, которым требуется антиостеопоротическое лечение до 30,4 %.

3. Результаты данного исследования могут быть использованы при разработке системы поддержки принятия врачебных решений для ведения пациентов с подозрением на остеопороз.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Федеральные клинические рекомендации по диагностике, лечению и профилактике остеопороза / Г.А. Мельниченко, Ж.Е. Белая, Л.Я. Рожинская, Н.В. Торопцова, Л.И. Алексеева, Е.В. Бирюкова, Т.А. Гребенникова, Л.К. Дзеранова, А.В. Древал, Н.В. Загородный, А.В. Ильин, И.В. Крюкова, О.М. Лесняк, Е.О. Мамедова, О.А. Никитинская, Е.А. Пигарова, С.С. Радионова, И.А. Скрипникова, Н.В. Тарбаева, Л.Я. Фарба, Т.Т. Цориев, Т.О. Чернова, С.В. Юреньева, О.В. Якушевская, И.И. Дедов // Проблемы эндокринологии. 2017. Т. 63, № 6. С. 392-426. DOI: 10.14341/probl2017636392-426.
2. Adams J.E. Quantitative computed tomography // Eur. J. Radiol. 2009. Vol. 71, No 3. P. 415-424. DOI: 10.1016/j.ejrad.2009.04.074.
3. Link T.M. Osteoporosis imaging: state of the art and advanced imaging // Radiology. 2012. Vol. 263, No 1. P. 3-17. DOI: 10.1148/radiol.2631201201.
4. Asynchronously calibrated quantitative bone densitometry // J.K. Brown, W. Timm, G. Bodeen, A. Chason, M. Perry, F. Vernacchia, R. DeJournett // J. Clin. Densitom. 2017. Vol. 20, No 2. P. 216-225. DOI: 10.1016/j.jocd.2015.11.001.
5. Власова И.С., Терновой С.К. Компьютерная томография в диагностике остеопороза // Медицинская визуализация. 1997. № 2. С. 38-44.
6. Clinical use of quantitative computed tomography and peripheral quantitative computed tomography in the management of osteoporosis in adults: the 2007 ISCD Official Positions // K. Engelke, J.E. Adams, G. Armbrecht, P. Augat, C.E. Bogado, M.L. Bouxsein, D. Felsenberg, M. Ito, S. Prevrhal, D.B. Hans, E.M. Lewiecki // J. Clin. Densitom. 2008. Vol. 11, No 1. P. 123-162. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2015.06.010>.
7. Comparison of femoral neck BMD evaluation obtained using Lunar DXA and QCT with asynchronous calibration from CT colonography // P.J. Pickhardt, G. Bodeen, A. Brett, J.K. Brown, N. Binkley // J. Clin. Densitom. 2015. Vol. 18, No 1. P. 5-12. URL: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jocd.2014.03.002>.
8. ISCD Combined (Adult and Pediatric) Official Positions of the International Society for Clinical Densitometry // S. Baim, J. Bilezikian, R. Blank, M. Bouxsein, J. Carey, L. Jankowski, K. Kent, H. Genant, D. Kado, A. Cheung, R. Lindsey, R. Chapurlat, S. Pawel // Official Positions 2015 ISCD Combined Adult and Pediatric. ISCD Position Paper. USA, 2015. P. 1-21.
9. ACR-SPR-SSR Practice Parameter for the Performance of Quantitative Computed Tomography (QCT) bone densitometry. 2008. (accessed 20.08.2019). URL: <https://www.acr.org/-/media/ACR/Files/Practice-Parameters/QCT.pdf>.
10. Торопцова Н.В., Баранова И.А., Лесняк О.М. Рекомендации по применению российской модели FRAX для определения 10-летней вероятности остеопоротических переломов // Фарматека. 2016. № s3-16. С. 10-14.
11. Ziemlewicz T.J., Binkley N., Pickhardt P.J. Opportunistic osteoporosis screening: addition of quantitative CT bone mineral density evaluation to CT colonography // J. Am. Coll. Radiol. 2015. Vol. 12, No 10. P. 1036-1041. DOI: 10.1016/j.jacr.2015.04.018.
12. Рентгеновская денситометрия, вопросы стандартизации (обзор литературы и экспериментальные данные) / А.В. Петрайкин, К.А. Сергунова, Ф.А. Петрайкин, Е.С. Ахмад, Д.С. Семенов, А.В. Владимировский, Л.А. Низовцова, С.П. Морозов // Радиология-практика. 2018. № 1(67). С. 50-62.
13. Двухэнергетическая рентгеновская остеоденситометрия в диагностике остеопороза / Н.В. Иванов, Г.И. Харитонов, З.Г. Муромская, В.Я. Цыпин // Медицинская визуализация. 2005. № 1. С. 122-128.
14. Михайлов Е.Е., Беневоленская Л.И. Эпидемиология остеопороза и переломов // Руководство по остеопорозу. М.: БИНОМ, 2003. С. 10-53.
15. Торопцова Н.В., Михайлов Е.Е., Беневоленская Л.И. Проблема остеопороза в современном мире // Российский медицинский журнал. Ревматология. 2005. № 24. С. 1582.

16. Perspective. How many women have osteoporosis? / L.J. Melton 3rd, E.A. Chrischilles, C. Cooper, A.W. Lane, B.L. Riggs // J. Bone Miner. Res. 1995. Vol. 7, No 9. P. 1005-1010. DOI: 10.1002/jbmr.5650070902.
17. Park J.S., Lee J., Park Y.S. Is it possible to increase the clinical effectiveness of the Fracture Risk Assessment Tool in osteopenia patients by taking into account bone mineral density values? // J. Clin. Densitom. 2016. Vol. 19, No 3. P. 340-345. DOI: 10.1016/j.jocd.2015.12.003.
18. Agreement between FRAX scores calculated with and without bone mineral density in women with osteopenia in Turkey / N. Olmez Sarikaya, S. Kapar Yavasi, G. Tan, S. Satioglu, A.H. Yildiz, B. Oz, O. Yoleri, A. Memis // Clin. Rheumatol. 2014. Vol. 33, No 12. P. 1785-1789. DOI: 10.1007/s10067-014-2491-8.
19. Gadam R.K., Schlauch K., Izuora K.E. Frax prediction without BMD for assessment of osteoporotic fracture risk // Endocr. Pract. 2013. Vol. 19, No 5. P. 780-784. DOI: <http://dx.doi.org/10.4158/EP12416.OR>.
20. Feasibility of opportunistic screening for low thoracic bone mineral density in patients referred for routine cardiac CT / J. Therkildsen, S. Winther, L. Nissen, H.S. Jørgensen, J. Thygesen, P. Ivarsen, L. Frost, B.L. Langdahl, E.M. Hauge, M. Böttcher // J. Clin. Densitom. 2020. Vol. 23, No 1. P. 117-127. DOI: 10.1016/j.jocd.2018.12.002.

Статья поступила в редакцию 29.05.2020; одобрена после рецензирования 25.09.2020; принята к публикации 19.10.2021.

The article was submitted 29.05.2020; approved after reviewing 25.09.2020; accepted for publication 19.10.2021.

Информация об авторах:

1. Алексей Владимирович Петрайкин – кандидат медицинских наук, alexeypetraikin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1694-4682>;
2. Кристина Анатольевна Сергунова – кандидат технических наук, sergunova@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9596-7278>;
3. Людмила Арсеньевна Низовцова – доктор медицинских наук, профессор, nizovzova@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9614-4505>;
4. Александр Владимирович Соловьев – atlantis.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4485-2638>;
5. Федор Алексеевич Петрайкин – feda.petraikin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6923-3839>;
6. Екатерина Сергеевна Ахмад – e.ahmad@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8235-9361>;
7. Дмитрий Сергеевич Семенов – d.semenov@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-4293-2514>;
8. Лия Руслановна Абуладзе – drliabuladze@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6745-1672>;
9. Лейла Раедовна Яссин – yassin_l_r@student.sechenov.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2772-1401>;
10. Анастасия Николаевна Киселева – anastasiakiseleva76@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5713-5307>;
11. Антон Вячеславович Владзимирский – доктор медицинских наук, a.vladzimirsky@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>;
12. Сергей Павлович Морозов – доктор медицинских наук, профессор, <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>.

Information about the authors:

1. Alexey V. Petraikin – Candidate of Medical Sciences, alexeypetraikin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-1694-4682>;
2. Kristina A. Sergunova – Candidate of Engineering Sciences, sergunova@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9596-7278>;
3. Lyudmila A. Nisovstova – Doctor of Medical Sciences, Professor, nizovzova@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9614-4505>;
4. Alexander V. Soloviev – atlantis.92@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-4485-2638>;
5. Fedor A. Petraykin – feda.petraikin@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6923-3839>;
6. Ekaterina S. Akhmad – <https://orcid.org/0000-0002-8235-9361>;
7. Dmitry S. Semenov – e.ahmad@npcmr.ru, <https://orcid.org/0000-0002-8235-9361>;
8. Lia R. Abuladze – drliabuladze@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-6745-1672>;
9. Leila R. Iassin – yassin_l_r@student.sechenov.ru, <https://orcid.org/0000-0002-2772-1401>;
10. Anastasia N. Kiseleva – anastasiakiseleva76@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-5713-5307>;
11. Anton V. Vladzimirsky – Doctor of Medical Sciences, Professor, a.vladzimirsky@npcmr.ru; <https://orcid.org/0000-0002-2990-7736>;
12. Sergey P. Morozov – Doctor of Medical Sciences, Professor, <https://orcid.org/0000-0001-6545-6170>.