

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-12-911-917>

УДК 613.62

© Коллектив авторов, 2020

Дружинин В.Н.¹, Суворов В.Г.¹, Черний А.Н.², Тройняков С.Н.³

Прецизионная рентгенодиагностика остеопороза у представительниц групп риска появления и развития варикозной болезни нижних конечностей

¹ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Будённого, 31, Москва, Россия, 105275;²ФГБОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991;³ГБУ «Инфекционная клиническая больница № 2 департамента здравоохранения», 8-я ул. Соколиной горы, 15, Москва, Россия, 105275

Введение. Варикозная болезнь нижних конечностей (ВБНК) является самостоятельным заболеванием и представляет собой важную медико-социальную проблему в связи с её широким распространением и тенденцией к прогрессированию среди лиц трудоспособного возраста и преимущественно у женской половины населения. Особенности профессиональной деятельности являются риски в виде статических нагрузок постоянного характера или подъём тяжестей и другие факторы риска (например, генетическая предрасположенность, гормональный дисбаланс при беременности и менопаузе, ожирение, сахарный диабет, гиперкоагуляция, лечение гормональными препаратами, нерациональное питание, злоупотребление алкоголем, наличие остеопении и остеопороза (ОП). Особенностью заболевания является наличие сопутствующей (нередко сочетанной) патологии опорно-двигательной системы, которая характеризуется, как правило, ранней манифестацией, относительно быстрым прогрессированием и осложненным течением. Рентгенологически относительно часто выявляется патология стоп (плоскостопие, вальгусной установкой стоп и деформация 1-го пальца) и дегенеративно-дистрофические изменения позвоночника (остеохондроз, спондилоартроз, спондилон, сколиоз, кифоз). Наиболее выраженная сочетанная патология опорно-двигательной системы наблюдается у пациентов с активными трофическими расстройствами. С учетом коморбидности заболевания, изменения региональной гемодинамики и микроциркуляции в нижних конечностях, несомненно, влияют на показатели гемостаза, углеводный, липидный и минеральный обмены. Поэтому значительный интерес представляет оптимизация диагностики ОП присутствующего часто в виде клинического синдрома, который характеризуется снижением плотности костей, нарушением их микроархитектоники и усилением хрупкости, по причине нарушения метаболизма костной ткани с преобладанием катаболизма над процессами костеобразования и повышением риска переломов. Состояние минеральной насыщенности костной ткани, в частности у женской половины населения, в зависимости от выраженности венозной недостаточности остается недостаточно изученной. Лечение ВБНК и сопутствующего ей синдрома ОП представляет не всегда решаемую проблему, поэтому оптимизация диагностики данного заболевания в особенности на начальных этапах, а также в процессе динамического наблюдения и контроля эффективности лечебно-профилактических мероприятий остается актуальной.

Цель исследования — изучение диагностических возможностей применения рентгенометрии (рентгенокомпараметрии и цифровой остеоденситометрии) для прецизионной оценки минеральной насыщенности спонгиозной структуры пяточной кости у пациенток групп риска появления и развития ВБНК.

Материалы и методы. В рамках общеклинического обследования выполнены специальные сравнительные рентгенологические исследования состояния минеральной насыщенности и размерных характеристик костных трабекул спонгиозной структуры пяточной кости 129 женщин с наличием клинических признаков ВБНК, которые в соответствии с международной классификацией CEAP распределились по стадиям: C1 — 36 человек, C2 — 32 человека, C3 — 39 человек, C4 — 30 человек, C5 — 22 человека. В группу сравнения вошли 119 практически здоровых женщин, сопоставимые с основной группой по возрасту, стажу работы и морбидному анамнезу. Рентгенодиагностический комплекс включал помимо конвекционной (рутинной) рентгенографии различных отделов костно-суставного аппарата, выполнявшейся только по показаниям следующие методы: интерактивную рентгенографию (цифровую малодозовую рентгенографию) стопы с тарированным клином-эталоном плотности, апостериорную тестометрическую рентгенокомпараметрию костных трабекул спонгиозных структур пяточной кости. Применялась современная аппаратура: цифровые рентгенодиагностические комплексы DR-(GEBRivo), AXIOMLuminas (Siemens), дихроматический остеоденситометр «PRODIGY» (Lunar).

Результаты. В рамках общеклинического обследования рентгенологические исследования выполнялись до проведения лечебных мероприятий и спустя 24 месяца. Рентгенометрические показатели минеральной насыщенности и толщины трабекул спонгиозной структуры пяточной кости обнаруживали прямую зависимость от возраста, достигая максимальных значений в возрастной категории 25–30 лет с отчетливой тенденцией к их снижению в более старших возрастных группах. Показатели минерализации относительно контроля были изначально снижены, обнаруживая вариабельность в зависимости от выраженности основного патологического процесса (от относительно высоких при C1 до относительно низких при C5). Также прослеживалась картина нарастания уровней минерализации и толщины костных трабекул в зависимости от срока наблюдения (фактически от объемов комплексных лечебно-профилактических мероприятий) практически у всех пациенток, но преимущественно в группах C4, C5. Субъективная симптоматика и объективная клиническая картина состояния обследованных с наличием ВБНК и синдрома ОП коррелировала с данными остеорентгенометрии.

Выводы. У обследованных женщин, производственная деятельность которых заставляет их отнести к группе риска появления и развития ВБНК, имеет место наличие в той или иной степени ОП спонгиозной структуры пяточной кости. Применение в комплексной клинко-рентгенологической диагностике методического приема прецизионной оценки минеральной насыщенности в (мг/мм²) и толщины костных трабекул (мм) позволяет объективизировать перестройку костной структуры фактически на субмакроскопическом уровне её визуализации. Количественные денситометрические показатели цифровой спонгиозной структуры пяточной кости могут рассматриваться, как маркеры тяжести состояния и направленности течения ВБНК с сопутствующим ОП. Постпроцессионная рентгенометрия пяточной кости, выполняемая на цифровых рентгенограммах и на экранах мониторов компьютеров с использованием программ «ЛИНС

МАХАОН РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ВРАЧА» доступна, не связана с дополнительной лучевой нагрузкой и, следовательно, может широко применяться как на этапах первичной диагностики состояния здоровья изучаемой категории пациентов, так и в процессе мониторинга эффективности лечебных мероприятий.

Ключевые слова: варикозная болезнь нижних конечностей; остеопороз; рентгеновская денситометрия пяточной кости
Для цитирования: Дружинин В.Н., Суворов В.Г., Черный А.Н., Тройняков С.Н. Прецизионная рентгенодиагностика остеопороза у представителей групп риска появления и развития варикозной болезни нижних конечностей. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60(12): 911–917. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-12-911-917>

Для корреспонденции: Дружинин Валентин Николаевич, вед. науч. сотр. отделения рентгенологических исследований и томографии ФГБНУ «НИИ Медицины труда», доктор медицинских наук. E-mail: druzhinin@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Дата поступления: 10.12.2020 / Дата принятия к печати: 15.12.2020 / Дата публикации: 23.12.2020

Valentin N. Druzhinin¹, Vadim G. Suvorov¹, Aleksandr N. Cherny², Sergey N. Troynakov³

Precision X-ray diagnosis of osteoporosis in representatives of risk groups for the appearance and development of varicose disease of the lower limbs

¹Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budyonnogo Ave., Moscow, Russia, 105275;

²First Moscow State Medical University named after I.M. Sechenova, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991;

³Infectious diseases clinical hospital № 2 of the Department of health, 15, Sokolinoy Gory 8th str., Moscow, Russia, 105275

Introduction. Varicose disease of the lower limbs (VDLL) is an independent disease and is an important medical and social problem due to its widespread and tendency to progress among people of working age and mainly in the female half of the population. Features of professional activity are risks in the form of static loads of a constant nature or weightlifting and other risk factors (for example, genetic predisposition, hormonal imbalance during pregnancy and menopause, obesity, diabetes mellitus, hypercoagulation, treatment with hormonal drugs, irrational nutrition, alcohol abuse, the presence of osteopenia and osteoporosis (OP). A feature of the disease is the presence of concomitant (often combined) pathology of the musculoskeletal system, which is characterized, as a rule, by early manifestation, relatively rapid progression, and complicated course. Radiologically, relatively often revealed pathology of the feet (flat feet, hallux valgus and deformity of the 1st finger) and degenerative-dystopian changes in the spine (osteochondrosis, spondyloarthritis, spondylosis, scoliosis, kyphosis). The most pronounced combined pathology of the musculoskeletal system is observed in patients with active trophic disorders. Considering the comorbidity of the disease, changes in regional hemodynamics and microcirculation in the lower limbs undoubtedly affect the indicators of hemostasis, carbohydrate, lipid and mineral metabolism. Therefore, a significant interest to improve the diagnosis of OP are often present in the form of a clinical syndrome, which is characterized by decrease in bone density, a violation of their micro- and increased fragility, due to the metabolic disorders of bone tissue with a predominance of catabolism over the processes of bone formation and increased risk of fractures. The state of bone mineral saturation, in particular in the female half of the population, depending on the severity of venous insufficiency remains insufficiently studied. Treatment of VDLL and its concomitant OP syndrome is not always a solvable problem, so the optimization of the diagnosis of this disease, especially at the initial stages, as well as in the process of dynamic monitoring and control of the effectiveness of therapeutic and preventive measures remains relevant.

The aim of the study was to study the diagnostic possibilities of using radiometry (radiocomparimetry and digital osteodensitometry) for precision assessment of mineral saturation of the spongy structure of the calcaneus in patients at risk for the appearance and development of VDLL.

Materials and methods. As part of the general clinical examination, special comparative X-ray studies of the state of mineral saturation and dimensional characteristics of bone trabeculae of the spongy structure of the calcaneus were performed in 129 women with clinical signs of VDLL, which in accordance with the international classification of CEAP were divided into stages: C1 — 36 people, C2 — 32 people, C3 — 39 people, C4 — 30 people, C5 — 22 people. The comparison group included 119 practically healthy women, comparable to the main group by age, work experience and morbid history.

The X-ray diagnostic complex included, in addition to convective (routine) radiography of various parts of the osteoarticular apparatus, performed only according to indications, the following methods: interactive radiography (digital low-dose radiography) of the foot with a calibrated wedge-a standard of density, a posteriori testometric X-ray parametry of bone trabeculae of spongy structures of the calcaneus. Modern equipment was used: digital X-ray diagnostic complexes DR-GEBrivo), AXIOMLuminas (Siemens), dichromatic osteodensitometer "PRODIGY" (Lunar).

Results. As part of the general clinical examination, X-ray examinations were performed before the implementation of therapeutic measures and after 24 months. Radiometric indicators of mineral saturation and thickness of trabeculae of the spongy structure of the calcaneus showed a direct dependence on age, reaching maximum values in the age category of 25–30 years with a clear tendency to decrease in older age groups. The mineralization parameters relative to the control were initially reduced, revealing variability depending on the severity of the main pathological process (from relatively high at C1 to relatively low at C5). There was also a pattern of increasing levels of mineralization and thickness of bone trabeculae depending on the period of observation (in fact, on the volume of complex therapeutic and preventive measures) in almost all patients, but mainly in groups C4, C5. Subjective symptoms and objective clinical picture of the condition of the examined patients with the presence of VDLL and OP syndrome correlated with the data of osteorentgenometry.

Conclusions. The examined women, whose production activity makes them belong to the risk group for the appearance and development of VDLL, have a opioid structure of the calcaneus. The use in complex clinical and radiological diagnostics of the methodical technique of precision assessment of mineral saturation in (mg/mm²) and thickness of bone trabeculae (mm) makes it possible to objectify the reconstruction of the bone structure at the submacroscopic level of its visualization. Quantitative densitometric indicators of changes in the spongy structure of the calcaneus can be considered as markers of the severity of the condition and the direction of the course of VDLL with concomitant OP. Postprocessing radiometry the calcaneus performed on digital radiographs and the screens of computers using programs "LINS MAKHAON workstation of the DOCTOR" available, not associated with additional radiation exposure and, therefore, can be widely applied both at the stage of primary diagnosis of the health status of the studied patients and in monitoring the effectiveness of remedial measures.

Keywords: *varicose disease of the lower limbs (VDLL); osteoporosis; X-ray densitometry of the calcaneus*

For citation: Druzhinin V.N., Suvorov V.G., Cherniy A.N., Troinyakov S.N. Precision X-ray diagnostics of osteoporosis in representatives of risk groups for the appearance and development of varicose disease of the lower limbs. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60(12): 911–917. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2020-12-911-917>

For correspondence: *Valentin N. Druzhinin*, a leading researcher of radiography and tomography Department of Research Institute of Occupational Health", Dr. of Sci. (Med.). E-mail: druzhinin@mail.ru

Funding. The study did not have funding.

Conflict of interest. The authors state that there is no conflict of interests.

Received: 21.11.2020 / Accepted: 09.12.2020 / Published: 23.12.2020

Введение. Варикозная болезнь нижних конечностей (ВБНК) в настоящее время остаётся важной медико-социальной и социально-экономической проблемой вследствие высокой распространенности не только в популяции, но также среди лиц трудоспособного возраста. Заболевание имеет склонность к рецидивирующему течению и развитию тяжелых осложнений, нередко приводящих к формированию временной и стойкой нетрудоспособности, наносящей обществу существенный экономический ущерб. ВБНК является наиболее распространенной сосудистой патологией. Около 20% мужчин и 40% женщин страдает различными формами данного заболевания, при этом ежегодный прирост новых случаев данной патологии среди жителей экономически развитых стран достигает 2,6% среди женщин и 1,9% среди мужчин при стойкой тенденции к омоложению контингента. В нашей стране не менее 30 млн человек страдают указанным заболеванием. Варикозное расширение подкожных вен имеет место у 30% женщин и у 15% мужчин зрелого возраста. Распространенность заболевания увеличивается с возрастом и присутствует у большинства лиц в возрасте старше 60 лет. Если доля пациентов с трофическими расстройствами в зрелом возрасте составляет всего лишь 1,8%, то в пожилом возрасте она достигает 60%. Доля пациентов с трофическими расстройствами в зрелом возрасте составляет всего 1,8%, тогда как в пожилом возрасте показатель достигает 20%. Характерно, что среди причин, приводящих к потере трудоспособности, доля инвалидизирующих форм болезней вен больше, чем артерий [1–6].

ВБНК — полиэтиологическое заболевание, в генезе которого имеют значение наследственность, ожирение, нарушения гормонального статуса, особенности образа жизни, гендерная принадлежность, принадлежность к определенным профессиям, работа которых связаны с длительным нахождением в вертикальном положении (например, ткачи, парикмахеры, лекторы, хирурги, продавцы, учителя), или лица преимущественно «сидячих» профессий (например, офисные и научные работники), а также профессиональные спортсмены (например, тяжелоатлеты) и цирковые артисты силового жанра. Варикозное расширение вен обусловлено затруднением оттока крови в нижних конечностях при высоком венозном давлении во время вертикального положения, а также связано с врожденной и приобретенной клапанной недостаточностью кровеносных сосудов, снижением тонуса венозных стенок при нарушенном гормональном балансе (например, у беременных женщин, в период менопаузы, или при половом созревании). При расширенных венах, посткапиллярах, капиллярах и артериовенозных анастомозах, как известно, затрудняется поступление и утилизация тканями кислорода, что ведет к их гипоксии и повышенной проницаемости сосудов для плазмы и кровяных элементов крови. В артериях происходит уменьшение концентрации альбуминов и увеличение количества крупнодисперсных фракций глобулинов, что приводит к агрегации форменных элемен-

тов крови и нарушениям её микроциркуляции. Современные исследования регионарной микроциркуляции у больных с ВБНК, осложненной венозными язвами, выявляют значительные морфофункциональные изменения микроциркуляции, включающие структурные изменения микрососудов (полиморфизм структуры), снижение плотности капиллярной сети, увеличение преваскулярной зоны, снижение скорости капиллярного кровотока в венозном и артериальном отделах. Постулируется положение о том, что варикоз нижних конечностей может оказаться «визитной карточкой» эктазии вен малого таза, пищевода, хронических заболеваний печени, почек, травм, онкологических и других заболеваний. Глубокое и циркулярное повреждение тканей приводит к вовлечению в патологический процесс мышц, сухожилий, развитию периостита, артрита и контрактуры голеностопных суставов. Ухудшение работы мышечно-венозной помпы может привести к развитию вторичной артериальной ишемии, появлению миофасциального компартмент-синдрома и компрессионных невритов. В значительном числе исследований посвященных особенностям течения хронической венозной недостаточности (ХВН) отмечается наличие сопутствующей и нередко сочетанной патологии опорно-двигательной системы, которая характеризуется, как правило, ранней манифестацией, относительно быстрым прогрессированием и осложненным течением. Рентгенологически выявляемая патология стоп может достигать 89%, а артрозы суставов стоп 45%. Более чем у половины пациентов с ХВН диагностируются изменения позвоночника (остеохондроз, спондилоартроз, спондилоз, сколиоз, кифоз) и особенно часто выявляется комбинированное плоскостопие различной степени в сочетании с вальгусной установкой стоп и деформацией 1-го пальца по типу *Hallux valgus*. Наиболее выраженная сочетанная патология опорно-двигательной системы наблюдается у пациентов с активными трофическими расстройствами [7–9]. С учетом коморбидности ХВН, патофизиологи обращают внимание на изменения региональной гемодинамики и микроциркуляции в нижних конечностях, несомненно влияющей на показатели гемостаза, углеводный, липидный и минеральный обмены даже при так называемых доклинических фазах заболевания. Значительный интерес представляет оптимизация диагностики остеопении остеопороза (ОП), присутствующий часто как клинический синдром (проявляется при других заболеваниях, который характеризуется снижением плотности костей, нарушением их микроархитектоники и усилением хрупкости, по причине нарушения метаболизма костной ткани с преобладанием катаболизма над процессами костеобразования, снижением прочности кости и повышением риска переломов, который обычно развивается значительно чаще и раньше у женщин, чем у мужчин. Состояние минеральной насыщенности костной ткани, в частности, у женской половины населения, в зависимости от выраженности ХВН остается недостаточно изученной. Диагностика ОП, как известно, проводится с

помощью лабораторных биохимических тестов (показатели белковых соединений щитовидной железы — ТТГ, Т4, креатинина, половых гормонов, ионизированного кальция, щелочной фосфатазы, маркеров печеночной недостаточности — АЛТ и АСТ, С-реактивного белка, общего белка, паратгормона, активного витамина D) и инструментальных прецизионных методов (рентгенологическая конвекционная эталонная, компьютерно-томографическая и ультразвуковая остеоденситометрии). При использовании инструментальных методов объектом изучения может быть любой отдел осевого и периферического скелета, однако главный интерес в исследовании костной ткани на наличие ОП представляют преимущественно спонгиозные структуры позвонков, метаэпифизарных отделов конечностей и пяточной кости, поскольку метаболические изменения в губчатых отделах костей происходят в 8 раз быстрее, чем в кортикальных, а пяточная кость на 90% состоит из трабекулярного вещества. Оценка выраженности ОП по другим отделам скелета широко не используется, так как технологии находятся в процессе разработки, не имеют на данный момент соответствующей базы доказательности и клинической пригодности. Сегодня установлено, что скорость ремоделирования структуры пяточной кости по данным остеоденситометрии сопоставима с результатами по бедренной кости и позвоночнику, а остеоденситометрия пяточной кости достаточно надежно позволяет предсказывать риск перелома бедренной кости у женщин в возрасте постменопаузы [10, 11]. Изучение регионарной микроциркуляции у больных с венозными язвами выявляет морфофункциональные изменения микроциркуляции, включающие структурные изменения микрососудов, снижение плотности капиллярной сети, увеличение превазкулярной зоны, снижение скорости капиллярного кровотока, свидетельствующее о изменениях в соотношении симпатических и парасимпатических влияний на кровоток в микрососудистом русле, что и приводит к нарушению трофики тканей. Ухудшение микроциркуляции, вызванное хронической венозной гипертензией, является одним из самых ранних симптомов ХВН, приводит к потере костной массы (в основном после 35 лет у женщин и 40 у мужчин). Снижение минеральной насыщенности костной ткани резко ускоряется после достижения женщинами менопаузы вследствие выпадения остеотропного влияния эстрогенов, особенно в первые 5 лет после прекращения продукции эстрогенов. У мужчин подобный процесс не наблюдается, поскольку продукция андрогенов сохраняется до глубокой старости. По данным литературы, постменопаузальный и сенильный типы инволюционного ОП составляют 80%, тогда как 20% случаев обусловлены наличием других, в том числе и производственных факторов, способствующих развитию деминерализации костей. ОП-клинический синдром, проявляющийся при разных заболеваниях, который характеризуется снижением плотности костей, нарушением их микроархитектоники и усилением хрупкости, по причине нарушения метаболизма костной ткани с преобладанием катаболизма над процессами костеобразования, снижением прочности кости и повышением риска переломов. Внимание исследователей сегодня сосредоточено преимущественно на постменопаузальном остеопорозе, хотя ОП может начаться и в доменопаузальный период (потеря костной массы у женщин обычно начинается с 35–40 лет и составляет 0,5–1% в год). Падение продукции половых гормонов в особенности у лиц старшего и пожилого возраста может быть

обусловлено несколькими факторами: дефицитом эстрогенов (андроенов), тканевой гипоксией, ацидозом, неполноценным питанием, заболеваниями, сопровождающимися нарушениями минерального обмена, регулирующих функций гормонов (соматотропного, тиреоидных, эстрогенов, андроенов, инсулина), воспалительными процессами (легких, органов пищеварения, суставов, костей), аутоиммунными реакциями при ревматоидном артрите, системных заболеваний соединительной ткани, болезнями печени и желудка, что на первых этапах приводит к развитию изменений костной ткани сначала на микроструктурном уровне, а затем проявляются и макроструктурные нарушения [12–14].

Полиэтиологичность и многовариантность течения ВБНК обусловило появление значительного количества её классификаций. В отечественной флебологии для практических целей обычно используется постадийная классификация В.В. Савельева, различающая 3 стадии варикозного расширения вен: 1 стадию — компенсации, 2 — субкомпенсации, 3 — декомпенсации, которым соответствуют определенная клиническая картина.

Для проведения стандартизированных научных исследований и оценки различных методов лечения используется международная классификация CEAP (C — clinic, E — etiology, P — pathophysiology), предполагающая учёт клинических, этиологических, анатомо-морфологических и патофизиологических аспектов хронической венозной недостаточности. Клинический стадийный раздел классификации CEAP базируется на объективной хронической картине заболевания (стадии от 0 до 6): стадия C0 — отсутствие симптомов болезни вен при осмотре и пальпации, стадия C1 — телеангиоэктазии или ретикулярные вены, стадия C2 — варикозно расширенные вены, стадия C3 — отек лодыжек и голеней, стадия C4 — кожные изменения, обусловленные заболеванием вен (пигментация, венозная экзема, липодерматосклероз), стадия C5 — кожные изменения, указанные выше, и зажившие язвы, стадия C6 — кожные изменения, указанные выше, и стойкие трофические язвы. Данный раздел классификации основан на объективной картине течения ВБНК, которая может измениться в результате лечения, и тогда стадия заболевания может быть пересмотрена. Этиологический раздел классификации предусматривает деление заболевания на врожденное, первичное заболевание неизвестной этиологии и вторичное заболевание с известной причиной. Основу количественной оценки венозной дисфункции составляют другие шкалы: анатомическая, клиническая и шкала снижения трудоспособности [15].

ВБНК является самой распространенной патологией периферических сосудов, как правило, развивается постепенно и достаточно разнообразно. Сначала появляется тяжесть в ногах к концу дня, небольшая отеочность стопы и нижней части голени, а затем визуализируются, собственно, варикозно расширенные вены на ногах, которые могут иметь вид «змеек», «паучков», «сосудистых звездочек» (телеангиоэктазии). В других случаях первыми появляются варикозные вены и только затем (иногда через несколько лет) присоединяются вышеописанные симптомы. В дальнейшем могут развиваться осложнения (потемнения, уплотнение кожи, тромбофлебиты и трофические язвы стоп и голеней). Преимущественное поражение ВБНК лиц трудоспособного возраста и постоянное омоложение контингента заболевших, неуклонно прогрессирующее течение с развитием декомпенсированных форм ХВН, веду-

щих к снижению качества жизни и инвалидизации пациентов, определяет актуальность исследований, связанных с решением проблемы объективизации диагностики в особенности на ранних стадиях изучаемой патологии.

Цель исследования — изучение диагностических возможностей применения рентгенометрии (рентгенокомпараметрии и цифровой остеоденситометрии) для прецизионной оценки минеральной насыщенности спонгиозной структуры пяточной кости у пациенток групп риска появления и развития ВБНК.

Материалы и методы. В условиях консультативно-поликлинического отделения обследованы 129 человек (женщины), различных профессий (средний медицинский персонал, офисные работники, парикмахеры, продавцы, преподаватели школ и вузов), находящихся в возрастном диапазоне от 25 до 60 лет и со стажем работы в профессиях от 5 до 30 лет. Критерием включения пациентов в основную группу для исследований служили клинически диагностированные случаи по классификации СЕАР с верификацией на УЗИ. В соответствии с клиническими маркерами данной классификации обследуемые распределились по следующим стадиям: С1 — 36 человек, С2 — 32 человека, С3 — 39 человек, С4 — 30 человек, С5 — 22 человека. Из исследования исключали больных при выявлении признаков декомпенсации артериального кровотока и с наличием тяжелой соматической патологии. В контрольную (популяционную) группу были включены 119 представительниц женского пола, не относящихся к группам риска и не имевших клинических признаков ВБНК, сопоставимые по возрасту, стажу работы и морбидному венозного кровотока). Выполнение проб Вальсальвы, Пертеса, Троянова, Претта, включало методы инструментальной диагностики: ультразвуковая доплерография, дуплексное и триплексное ангиосканирование ультразвуком с цветной кодировкой кровотока. Эти неинвазивные методы позволили определить наличие или отсутствие венозного рефлюкса, оценить интактность вен, достоверно определить анатомические особенности строения клапанного аппарата и всей венозной системы в целом. Для выполнения специфической задачи оптимизации инструментальной диагностики остеоминерализации рентгенодиагностический комплекс включал, помимо конвекционной (рутинной) рентгенографии различных отделов костно-суставного аппарата, выполнявшейся только по показаниям, следующие методы: интерактивную рентгенографию (цифровую малодозовую рентгенографию) стопы с тарированным клином-эталоном плотности, апостериорную тестометрическую рентгенокомпараметрию костных трабекул спонгиозных структур пяточной кости. Выбор ука-

занного отдела скелета был продиктован относительно низкой лучевой нагрузкой при минимальности наличия параоссальных мягкотканых структур, могущих повлиять на корректность рентгенометрии. Применялась современная аппаратура: цифровые рентгенодиагностические комплексы DR-(*GEBrivo*), *AXIOM Luminas (Siemens)*. Для тарирования клина-эталона плотности использовался дихроматический остеоденситометр «*PRODIGY*» (*Lunar*). Выполнение рентгенометрии осуществлялось только при использовании работы рентгенодиагностических аппаратов в режимах «острого фокуса». Полипозиционную рентгенографию стоп выполняли в прямой, боковой и при необходимости в аксиальной проекциях, что позволило осуществлять дифференциальную диагностику со следующими наиболее часто встречающимися заболеваниями: плантарный фасцит, бурсит, остеохондропатия бугра пяточной кости (болезнь Шинца), эпифизит (болезнь Севера), остеофитоз, последствия микро- и макропереломов, реактивный артрит, энтезопатия ахиллова сухожилия. Визуализация, обработка, анализ медицинских изображений и сопоставления результатов в динамике исследований осуществляли с использованием программ «ЛИНС МАХАОН РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ВРАЧА». Для определения оптической плотности пяточной кости использовался инструмент ROI (зона интереса), позволяющий унифицировать размерность площадей оценки. Измерения осуществлялись на цифровых рентгенограммах и на экранах мониторов компьютеров в зоне интереса. Апостериорная прецизионная оценка состояния структур пяточных костей оценивалась по абсолютному показателю минерализации (в г/см²) и по толщине костных трабекул (в мм) на этапах начала и финала наблюдений (спустя 24 месяца).

Как известно, лечение ВБНК подразделяют на медикаментозное, физиотерапевтическое и хирургическое. Спектр лечения, зависящий от степени выраженности (стадии) заболевания включал различный объем терапевтических и хирургических мероприятий: эластическую компрессию различных классов, моно- или полифармакотерапию в сочетании с физиотерапией. Медикаментозная терапия состояла из венотоников (таблетки, капсулы мази, кремы, капли), антикоагулянтов, антиагрегантов. Для лечения пациентов С4 и С5 стадий, помимо вышеперечисленных методов, были использованы и хирургические методы: склеротерапия, микро- и макрофлебэктомия. С учетом участия в исследовании женщин преимущественно старших возрастных групп, т. е. относящихся к группам риска развития как ВБН, так и ОП, в схемах терапии присутствовал также лекарственный комбинированный препарат «Кальций-Д3», содержащий 500 мг элементар-

Таблица 1 / Table 1

Результаты рентгенокомпараметрии костных трабекул и минеральной насыщенности спонгиозной структуры пяточной кости у лиц контрольной группы ($Sx \pm sx$)
Results of x-ray analysis of bone trabeculae (in mm) and mineral saturation of the spongy structure of the calcaneus in the control group ($Sx \pm sx$)

Возрастные группы, лет	Число лиц (119)	Толщина трабекул (в мм)	Минеральная насыщенность (в мг/мм ²)
25–30	24	0,65±0,011	0,78±0,037
31–40	25	0,62±0,022	0,78±0,026
41–50	26	0,58±0,021	0,77±0,025
51–60	23	0,54±0,034	0,77±0,027
61–70	21	0,50±0,033	0,75±0,028

Таблица 2 / Table 2

Результаты рентгенокомпараметрии костных трабекул и минеральной насыщенности спонгиозной структуры пяточных костей в динамике клинических исследований ($Sx \pm sx$)
Results of radiocomparometry of bone trabeculae and mineral saturation of the spongy structure of calcaneal bones in the dynamics of clinical studies ($Sx \pm sx$)

Клинические стадии заболевания	n=129	Толщина трабекул (в мм)		Минеральная насыщенность (мг/мм ²)	
		До терапии	После терапии**	До терапии	После терапии**
1	26	0,56±0,01	0,61±0,01*	0,67±0,02	0,77±0,03*
2	27	0,50±0,02	0,61±0,02*	0,66±0,02	0,75±0,03*
3	30	0,48±0,02	0,58±0,02*	0,65±0,03	0,75±0,02*
4	24	0,44±0,02	0,56±0,03*	0,64±0,03	0,71±0,03*
5	22	0,42±0,03	0,52±0,03	0,63±0,04	0,68±0,03

Примечание: * различия относительно исходных данных статически достоверны ($p < 0,05$), ** результаты рентгенометрии спустя 24 месяца после начала терапии.

Note: * differences relative to the initial data are statically significant ($p < 0,05$); ** radiometry results 24 months after the start of therapy.

ного кальция (в виде карбоната) и витамина Д3 (200 МЕ холекальциферола).

Результаты и обсуждение. На первом этапе исследования оценивали возможности применения методического подхода прецизионной оценки состояния спонгиозной структуры пяточной кости у практически здоровых женщин (группа контроля), что позволило в значительной степени элиминировать неблагоприятное воздействие на уровень её минерализации неблагоприятных профессиональных факторов, ответственных за появление и развития ВБНК в основной группе. Из представленных в **таблице 1** данных очевидно, что рентгенометрические показатели обнаруживают прямую зависимость от возраста, достигая максимальных значений в возрастной категории 25—30 лет с отчетливой тенденцией к их снижению в старших возрастных группах, что согласуется с данными антропологов и других исследователей данного вопроса [16].

Учитывая многофакторность этиологии и патогенеза развития ВБНК и ОП, могущих приводить к суммации эффекта, в качестве маркеров были выбраны доступные и объективные рентгенометрические показатели, по крайней мере в регионарной зоне оценки остеодеминерализации нижних конечностей. Результаты рентгенометрии пяточных костей в зависимости от клинической стадии ВБНК в динамике наблюдений (до и после лечения) представлены в **таблице 2**. Показатели минерализации относительно контроля были изначально снижены, обнаруживая вариабельность в зависимости от выраженности основного патологического процесса (от относительно высоких при С1 до относительно низких при С5). Также прослеживалась картина нарастания уровней минерализации и толщины костных трабекул в зависимости от срока наблюдения (фактически от объемов комплексных лечебно-профилактических мероприятий, направленных на укрепление стенок вен, повышение их тонуса и нормализацию кровотока, использование противовоспалительной терапии при лечении локальных осложнений) практически у всех пациенток, но преимущественно в группах С1–С4. Комплексное применение компрессионной терапии, фармакотерапии, направленных на повышение тонуса венозных сосудов, улучшение лимфатическо-

го дренажа, коррекцию гемореологических нарушений, подавление адгезии и активации лейкоцитов с блокадой медиаторов воспаления, а также в ряде случаев хирургического вмешательства, позволили добиться положительных результатов. Субъективная симптоматика и объективная клиническая картина состояния обследованных в динамике наблюдений также коррелировала с данными остеорентгенометрии.

Оценка состояния структуры костной ткани по показателям рентгенометрии у лиц с микроциркуляторными нарушениями, наличием тканевой гипоксии, а также с нарушением функции вегетативных центров, желез внутренней секреции и сниженной активностью тканевых гормонов у пациентов фактически оказалась одним из маркеров тяжести состояния и направленности течения ВБНК с наличием синдрома ОП.

Выводы:

1. У обследованных женщин, которые были отнесены к группе риска появления и развития ВБНК по причине занятости в производственной деятельности, имеет место наличие в той или иной степени ОП спонгиозной структуры пяточной кости.

2. Применение в комплексной клинко-рентгенологической диагностике методического приема прецизионной оценки минеральной насыщенности в (мг/мм²) и толщины костных трабекул (в мм) позволяет объективизировать перестройку костной структуры фактически на субмакроскопическом уровне её визуализации. Количественные денситометрические показатели спонгиозной структуры пяточной кости могут рассматриваться как маркеры тяжести состояния и направленности течения ВБНК с сопутствующим ОП.

3. Постпроцессионная рентгенометрия пяточной кости, выполняемая на цифровых рентгенограммах и на экранах мониторов компьютеров с использованием программ «ЛИНС МАХАОН РАБОЧАЯ СТАНЦИЯ ВРАЧА» доступна, не связана с дополнительной лучевой нагрузкой и, следовательно, может широко применяться как на этапах первичной диагностики состояния здоровья изучаемой категории пациентов, так и в процессе мониторинга эффективности лечебных мероприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Schmid-Shenbein G.W., Takase S., Bergan J.J. New advances in the understanding of the pathophysiology of chronic venous insufficiency. *Angiology*. 2001; 52: 1: 27.
- Кириенко А.И. Хронические заболевания вен нижних конечностей у работников промышленных предприятий Москвы (результаты эпидемиологических исследований). *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2004; 10(10): 77–86.
- Золотухин И.А. Хронические заболевания вен у женщин: результаты российского скринингового исследования ДЕВА. *Consilium Medicum. Приложения*. 2008; 8: 128–31.
- Савельев В.С., Кириенко А.И., Богачев В.Ю. Хронические заболевания вен в Российской Федерации. Результаты международной исследовательской программы VEINCONSULT. *Флебология*. 2010; 3: 9–12.
- Цуканов Ю.Т., Цуканов А.Ю., Баженов В.Н. и др. Телеангиэктазии и ретикулярный варикоз у женщин: особенности течения и показания к лечению. *Флебология*. 2010; 4: 34–38.
- Кириенко А.И., Золотухин И.А., Юмин С.М. и др. Варикозная болезнь нижних конечностей у женщин и мужчин: данные проспективного обсервационного исследования СПЕКТР. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2012; 18(3): 64–8.
- Насонова В. А. Остеоартроз — проблема полиморбидности. *Consilium Medicum*. 2009; 2: 5–7.
- Салихов И.Г., Лапшина С.А., Мясоутова Л.И., Кириллова Э.Р., Мухина Р.Г. Остеоартроз и заболевания периферических вен нижних конечностей: особенности сочетанной патологии. *Терапевтический архив*. 2010; 5: 58–60.
- Щеглов Э.А., Везикова Н.Н., Карцова И.В., Рыбаков В.И., Хейфец И.В. Алгоритм ультразвуковой диагностики при сочетании варикозной болезни и остеоартроза коленных суставов. *Вестник экспериментальной и клинической хирургии*. 2012; 5 (1): 14–19.
- Михайлов Е.Е., Беневоленская Л.И., Баркова Т.В. Эпидемиологическая характеристика переломов конечностей в популяционной выборке лиц 50 лет и старше. *Остеопороз и остеопатия*. 1998; 2: 2–6.
- Лесняк О.М. Аудит состояния проблемы остеопороза в странах восточной Европы и центральной Азии 2010. *Остеопороз и остеопатия*. 2011; 2: 3–6.
- Edwards G. Management of varicose veins: a survey of current practice by members of the Vascular Society of Great Britain and Ireland. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 2009; 91(1): 77–80.
- Fagrell B. Microcirculation of the Skin. *The physiology and pharmacology of the microcirculation*. 2013; 423.
- Гурфинкель Ю.А., Сасонко М.Л., Талов Н.А. Коррекция параметров микроциркуляции при хронической венозной недостаточности нижних конечностей. *Ангиология и сосудистая хирургия*. 2017; 23 (2): 89–94.
- Стойко Ю.М., Кириенко А.И., Затевахин И.И. и др. Российские клинические рекомендации по диагностике и лечению хронических заболеваний вен. *Флебология*. 2018; 3: 146–240.
- Павловский О.М. *Биологический возраст человека*. М.: Изд-во Моск. Ун-та; 1987; 290.

REFERENCES

- Schmid-Shenbein G.W., Takase S., Bergan J.J. New advances in the understanding of the pathophysiology of chronic venous insufficiency. *Angiology*. 2001; 52: 1: 27.
- Kiriyenko A.I. Chronic diseases of the lower extremity veins in workers of industrial enterprises in Moscow (results of epidemiological studies). *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2004; 10(10): 77–86 (in Russian).
- Zolotukhin I.A. Chronic venous diseases in women: results of the Russian screening study of DEVA. *Consilium Medicum. Prilozheniya*. 2008; 8: 128–131 (in Russian).
- Savelyev V.S., Kiriyenko A.I., Bogachev V. Yu. Chronic venous diseases in the Russian Federation. Results of the VEINCONSULT international research program. *Flebologiya*. 2010; 3: 9–12 (in Russian).
- Tsukanov Yu.T., Tsukanov A.Yu., Bazhenov V.N. et al. Telangiectasia and reticular varicose veins in women: features of the course and indications for treatment. *Flebologiya*. 2010; 4: 34–38. (in Russian).
- Kiriyenko A.I., Zolotukhin I.A., Yumin S.M., etc. Varicose veins of the lower extremities in women and men: data from a prospective observational study SPECTRUM. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2012; 18(3): 64–8 (in Russian).
- Nasonova V.A. Osteoarthritis — the problem of polymorbidity. *Consilium Medicum*. 2009; 2: 5–7 (in Russian).
- Salikhov I.G., Lapshina S.A., Myasoutova L.I., Kirillova E.R., Mukhina R.G. Osteoarthritis and diseases of the peripheral veins of the lower extremities: features of combined pathology. *Terapevticheskij arkhiv*. 2010; 5: 58–60 (in Russian).
- Shcheglov E.A., Vezikova N.N., Kartsova I.V., Rybakov V.I., Kheifets I.V. Algorithm of ultrasound diagnostics in combination of varicose veins and osteoarthritis of the knee joints. *Vestnik eksperimental'noj i klinicheskoy khirurgii*. 2012; 5 (1): 14–19. (in Russian).
- Mikhailov E., Benevolenskaya L.I., Barkov V. Epidemiological characteristics of limb fractures in a population sample of individuals 50 years and older. *Osteoporoz i osteopatii*. 1998; 2: 2–6. (in Russian).
- Lesnyak O.M. Audit of the state of osteoporosis in Eastern Europe and Central Asia 2010. *Osteoporoz i osteopatii*. 2011; 2: 3–6 (in Russian).
- Edwards G. Management of varicose veins: a survey of current practice by members of the Vascular Society of Great Britain and Ireland. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*. 2009; 91(1): 77–80.
- Fagrell B. Microcirculation of the Skin. *The physiology and pharmacology of the microcirculation*. 2013; 423.
- Gurfinckel Yu.A., Sasonko M.L., Talov N.A. Correction of microcirculation parameters in chronic venous insufficiency of the lower extremities. *Angiologiya i sosudistaya khirurgiya*. 2017; 23 (2): 89–94 (in Russian).
- Stoiko Yu.M., Kiriyenko A.I., Zatevakhin I.I. et al. Russian clinical guidelines for the diagnosis and treatment of chronic venous diseases. *Flebologiya*. 2018; 3: 146–240 (in Russian).
- Pavlovsky O.M. *Biological age of a person*. M.: Publishing house of Moscow. UN-TA; 1987; 290 (in Russian).