

© А. М. Игнатьев, Н. И. Турчин, Т. А. Ермоленко
Одесский национальный медицинский университет

ПОСТМЕНОПАУЗАЛЬНАЯ ОСТЕОСАРКОПЕНИЯ (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ СОБСТВЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ)

Цель исследования – анализ данных литературы и результатов собственных исследований по проблеме остеосаркопении в постменопаузе: патофизиологические механизмы развития, факторы риска, подходы к диагностике, лечению, прогнозированию риска переломов и их профилактики. Постменопаузальная остеосаркопения, развитие которой обусловлено генетическими факторами, изменением состава тела, низкой физической активностью, дефицитом эстрогенов и витамина D, приводит к снижению мышечной массы, силы, функциональных возможностей, а также к снижению минеральной плотности костной ткани, что реализуется в увеличении частоты переломов, инвалидизации и смертности. В настоящее время отсутствует специфическое лечение саркопении, первичной является профилактика. Ранняя диагностика остеосаркопении, прогнозирование риска переломов и их профилактика – путь к сохранению качества и независимости жизни женщины.

Материалы и методы. Обследовано 65 женщин в возрасте (55,7±0,6) года, в постменопаузе с остеопорозом. Оценку состояния костно-мышечной системы и риск падений изучали с помощью функциональных тестов, ультразвукового исследования основных УЗ-параметров m. quadriceps femoris на аппарате «Toshiba aplio 300».

Результаты исследования и их обсуждение. Функциональные тесты оценки состояния костно-мышечной системы: нарушение координации, устойчивости и FraxAll (R=-0,67), риск падений и FraxAll (R=0,64), динамометрия и FraxAll (R=-0,77), динамометрия и Fraxhit (R=-0,70). Ультразвуковое измерение параметров мышц: эхогенность мышцы и ширина мышцы (R=0,78), эхогенность мышцы и угол перистости (R=0,99).

Выводы. Остеосаркопения часто наблюдается у женщин в постменопаузе, приводит к снижению мышечной массы, силы, функциональных возможностей, а также к снижению минеральной плотности костной ткани, что ухудшает качество жизни, способствует увеличению частоты падений и, соответственно, риску переломов. Функциональные тесты состояния скелетной ткани имеют высокую информативность в плане прогнозирования риска переломов. Ультразвуковое измерение параметров мышц дает информацию о мышечной силе, о ее сократительной возможности, является инструментом для ранней диагностики и мониторинга лечения саркопении.

Ключевые слова: постменопауза; остеосаркопения; диагностика; лечение; прогнозирование риска переломов; профилактика.

ПОСТМЕНОПАУЗАЛЬНА ОСТЕОСАРКОПЕНІЯ (ОГЛЯД ЛІТЕРАТУРИ І РЕЗУЛЬТАТИ ВЛАСНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ)

Мета дослідження – аналіз даних літератури та результатів власних досліджень із проблеми остеосаркопенії в постменопаузі: патофізіологічні механізми розвитку, фактори ризику, підходи до діагностики, лікування, прогнозування ризику переломів і їх профілактики. Постменопаузальна остеосаркопенія, розвиток якої зумовлений генетичними факторами, зміною складу тіла, низькою фізичною активністю, дефіцитом естрогенів і вітаміну D, призводить до зниження м'язової маси, сили, функціональних можливостей, а також до зниження мінеральної щільності кісткової тканини, що реалізується в збільшенні частоти переломів, інвалідизації та смертності. У даний час відсутнє специфічне лікування саркопенії, первинною є профілактика. Рання діагностика остеосаркопенії, прогнозування ризику переломів та їх профілактика – шлях до збереження якості та незалежності життя жінки.

Матеріали та методи. Обстежено 65 жінок у віці (55,7±0,6) року, в постменопаузі з остеопорозом. Оцінку стану кістково-м'язової системи та ризик падін вивчали за допомогою функціональних тестів, ультразвукового дослідження основних УЗ-параметрів m. quadriceps femoris на апараті «Toshiba aplio 300».

Результати дослідження та їх обговорення. Функціональні тести: порушення координації, стійкості і FraxAll (R=-0,67), порушення координації, стійкості, ризик падін і FraxAll (R=0,64), динамометрія і FraxAll (R=-0,77), динамометрія і Fraxhit (R=-0,70). УЗ-параметрів м'язів: ехогенність м'яза і ширина м'яза (R=0,78), ехогенність м'яза і кут перистості (R=0,99).

Висновки. Остеосаркопенія часто спостерігається у жінок у постменопаузі, призводить до зниження м'язової маси, сили, функціональних можливостей, а також до зниження мінеральної щільності кісткової тканини, що погіршує якість життя, сприяє збільшенню частоти падін і, відповідно, ризику переломів. Функціональні тести стану скелетної тканини мають високу інформативність у плані прогнозування ризику переломів. Ультразвукове вимірювання параметрів м'язів є інструментом для ранньої діагностики і моніторингу лікування саркопенії.

Ключові слова: постменопауза; остеосаркопенія; діагностика; лікування; прогнозування ризику переломів; профілактика.

POSTMENOPAUSAL OSTEOSARCOPENIA (LITERATURE REVIEW AND RESULTS OF OWN RESEARCH)

The aim of the study – analysis of literature data and the results of our own research on the problem of osteosarcopenia in postmenopausal women: pathophysiological mechanisms of development, risk factors, approaches to diagnosis, treatment, predicting the risk of fractures and their prevention. Postmenopausal osteosarcopenia, the development of which is caused by genetic factors, changes in body composition, low physical activity, estrogen and vitamin D deficiency, leads to a decrease in muscle mass, strength, functionality, as well as a decrease in bone mineral density, which is realized in an increase in the frequency of fractures, disability and mortality. Currently, there is no specific treatment for sarcopenia, the primary one is prevention. Early diagnosis of osteosarcopenia, predicting the risk of fractures and their prevention is the way to preserve the quality and independence of a woman's life.

Materials and Methods. The study involved 65 women aged (55.7±0.6) years, postmenopausal with osteoporosis. Assessment of the state of the musculoskeletal system and the risk of falls were studied using functional tests, ultrasound examination of the main ultrasound parameters m. quadriceps femoris on "Toshibaaplio 300".

Results and Discussion. Functional tests: impaired coordination, stability and FraxAll (R=-0.67), impaired coordination, stability, risk of falls and FraxAll (R=0.64), dynamometry and FraxAll (R=-0.77), dynamometry and Fraxhit (R=-0.70). Muscle ultrasound parameters: muscle echo and muscle width (R=0.78), muscle echo and pennation angle (R=0.99).

Conclusions. Osteosarcopenia is often observed in women in the postmenopausal, leading to a decrease in muscle mass, strength, functional capabilities, as well as a decrease in bone mineral density, which worsens the quality of life, contributes to an increase in the frequency of falls and, accordingly, the risk of fractures. Functional tests of the state of skeletal tissue are highly informative in terms of predicting the risk of fractures. Ultrasound measurement of muscle parameters is a tool for early diagnosis and monitoring of the treatment of sarcopenia.

Key words: postmenopause; osteosarcopenia; diagnosis; treatment; predicting the risk of fractures; prevention.

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ – анализ данных литературы и результатов собственных исследований по проблеме остеосаркопении в постменопаузе: патофизиологические механизмы развития, факторы риска, подходы к диагностике, лечению, прогнозированию риска переломов и их профилактике.

«Здоровое старение» (healthyliving) – новая глобальная стратегия Всемирной организации здравоохранения, направленная на снижение заболеваемости и сохранение жизненной активности и благополучия в пожилом возрасте. По прогнозам, доля лиц в возрасте 60 лет и старше к 2050 г. увеличится более чем вдвое и достигнет 2 млрд человек [1]. По данным американского Центра контроля заболеваемости (Center for Disease Control and Prevention, CDC), саркопения (СП) признана одним из пяти основных факторов риска заболеваемости и смертности у лиц старше 65 лет [2]. Однако в широкой клинической практике данный синдром остается недооцененным и редко диагностируемым [3].

Саркопения (от греч. *sarx* – тело, плоть + *penia* – снижение) – состояние, характеризующееся прогрессирующей и генерализованной утратой мышечной массы и силы с повышением риска неблагоприятных событий, таких как ухудшение качества жизни, инвалидизация и смерть (Европейский консенсус по саркопении, 2010) [4, 5]. Снижение мышечной силы описывал еще Гиппократ, однако термин «саркопения» впервые предложил в 1989 г. американский профессор I. Rosenberg, который описал СП как дегенеративное истощение мышечной массы, связанное с возрастом и с потерей мышечной функциональности, приводящей к ограничению подвижности, функциональным нарушениям и физической инвалидности и, наконец, к потере независимости и снижению качества жизни [6, 7].

Распространенность СП в популяции, по разным источникам, варьирует от 4,3 до 73,3 % и зависит от возрастных критериев включения и особенностей исследуемых групп [8, 9]. СП наряду с остеопорозом (ОП) является причиной немощности пожилых людей и потери ими независимости [1]. Снижение мышечной массы и связанной с этим способности к ежедневному самообслуживанию наблюдается у 4 % мужчин и 3 % женщин в возрасте 70–75 лет и до 16 % среди мужчин и 13 % среди женщин старше 85 лет [2]. Однако в первую очередь СП приводит к ухудшению функциональных возможностей быстрых мышечных волокон, отвечающих за сохранение равновесия при изменении положения центра тяжести, что, в свою очередь, увеличивает риск

самопроизвольных падений: у пожилых людей через каждые 10 лет частота падений увеличивается на 10 % [3]. Падения становятся причиной серьезных повреждений в 10–15 % случаев [4], переломов в 5 % случаев [4, 5]. При этом 5,3 % всех госпитализаций и 90 % переломов проксимального отдела бедра обусловлены падениями с высоты собственного роста [6, 7, 10].

Наиболее изученным последствием СП является повышение смертности: метаанализ 17 исследований показал, что риск смерти в 4 раза выше у пациентов с СП и риск снижения функциональных возможностей мышц или инвалидности в 3 раза выше, чем у лиц того же возраста без данного синдрома [11]. Это подчеркивает клиническую и социальную значимость СП, необходимость тщательного изучения данного состояния, поиск ее предикторов и эффективного лечения [12].

В соответствии с современными представлениями выделяют первичную и вторичную СП. Первичная СП развивается в связи с увеличением возраста при отсутствии других провоцирующих факторов. В качестве одного из ведущих механизмов в данном случае рассматривают денервацию синапсов скелетных мышц, а также естественное снижение половых гормонов, инсулиноподобного фактора роста 1 и других агентов, регулирующих синтез белков мышц. Причинами вторичной СП считают хроническое воспаление, нарушение питания, сниженную физическую активность, первичное повреждение мышц, другие (неинволюционные) причины нарушения гормонального статуса [13].

В основе патогенеза СП лежит утрата мышечной массы. Зрелые мышечные волокна состоят из многоядерных клеток, не способных к делению, поэтому рост и регенерация мышц происходят за счет пролиферации клеток-сателлитов. При СП в первую очередь снижается количество клеток-сателлитов и волокон II типа, приводя к невозможности совершения пациентом быстрых движений. Будучи ключевым звеном большинства клеточных процессов (обеспечение энергией, регуляция внутриклеточного гомеостаза кальция, активация клеточной пролиферации), митохондриальная дисфункция и дальнейшая потеря целостности митохондрий в митохондриях приводят к снижению окислительной способности, нарастанию уровня оксидативного стресса, повреждению клеток и развитию атрофии мышечных волокон [14, 15]. В зависимости от степени повреждения мышц в соответствии с рекомендациями, Европейская рабочая группа по изучению СП у пожилых людей (EWGSOP) предлагает выделять три стадии развития СП: пресар-

копению, характеризующуюся уменьшением мышечной массы без изменения ее силы и функции; собственно СП, при которой наблюдается уменьшение скелетной мышечной массы и снижение ее силы или функции; тяжелую форму СП, сопровождающуюся снижением всех трех параметров [16].

Остеосаркопения (ОСП) – это относительно новое понятие, включающее в себя сочетание низкой мышечной массы и сниженной минеральной плотности костной ткани (МПКТ), связанное со старением и общим патогенезом [17–21]. Сочетание СП и ОП представляет собой опасный дуэт, так как вдвое увеличивает риск переломов и преждевременной смерти пациентов [18]. В ряде исследований показано, что значения мышечной массы конечностей достоверно ниже у женщин с ОП, чем в группе с нормальной МПКТ [19, 20]. Выявлена положительная связь между снижением мышечной массы и МПКТ у женщин в ПМ. Развитие СП отмечено у 50 % женщин с ОП и у 25 % женщин с остеопенией (Оп) [20]. СП и ОП имеют общие патофизиологические механизмы развития, факторы риска, подходы в диагностике и лечении, что позволяет думать о возможной взаимосвязи этих состояний.

Согласно последним данным, костно-мышечное взаимодействие осуществляется с помощью биологически активных веществ, продуцируемых костной и мышечной тканью, которые в будущем могут стать потенциальными биомаркерами и мишенями для таргетной терапии [21]. Одним из активно изучаемых миокинов является миостатин, выработка которого усиливается при иммобилизации, инфекциях, травме и других патологических состояниях. Миостатин подавляет рост и дифференцировку мышечной ткани, а также обладает антиостеогенным действием [22]. Учитывая повышение риска развития как СП, так и ОП у пожилых лиц, требуется оценка состояния мышечной ткани у таких пациентов [23, 24]. Состав тела пациентов с ОСП характеризуется снижением мышечной массы, МПКТ, индекса массы тела (ИМТ) и индекса общего жира (ИОЖ) по сравнению с пациентами с изолированным ОП или СП. Клинические проявления ОСП характеризуются слабостью, низкой скоростью ходьбы, потерей подвижности. В настоящее время отсутствуют специфические маркеры ОСП, однако отмечено, что у пациентов с данной патологией уровень тестостерона (у мужчин) и уровень эстрогенов (у женщин), витамина D и гемоглобина ниже, чем у пациентов с изолированным ОП или СП. Помимо возраста, существует ряд других факторов, которые способствуют развитию ОСП. Генетические полиморфизмы *GLYAT*, *METTL21C*, *MSTN*, *ACTN3 PGC-1α* и *MEF-2C* связаны с потерей костной и мышечной ткани. Эндокринные заболевания (в основном СД, нарушение функции щитовидной железы и низкий уровень витамина D, половых гормонов, ГР, ИФР-1), алиментарная недостаточность, ожирение и прием кортикостероидов также влияют на развитие ОСП [17]. Отмечено, что СП и мышечная слабость, так же как и частота переломов, встречаются чаще у пациентов с СД 2 типа, чем у здоровых людей [25]. Жировая инфильтрация мышц у пожилых вносит свой вклад в развитие ОСП, что, возможно, связано с отрицательным воздействием продукции воспалительных цитокинов костным мозгом и жировой тканью. Установлено, что пациенты с

СП и ОП имеют высокие концентрации воспалительных цитокинов, преобладание интерлейкина-6 (IL-6) и фактора некроза опухолей альфа (ФНО-α), которые связаны как с системной, так и с локальной липотоксичностью [23, 26]. Скелетная и мышечная ткань взаимодействуют механически, физически, а также биохимически посредством паракринных и эндокринных факторов [22]. В этом процессе существует много возможных путей, которые могут объяснить развитие и прогрессирование ОСП. Один из них включает остеокальцин, который стимулирует пролиферацию β-клеток, секрецию инсулина и действует непосредственно на скелетную мышцу, коррелируя с мышечной силой. Другим внутренним механизмом, связывающим мышцы и кость, является секреция сосудистого эндотелиального фактора роста (VEGF) с помощью мезенхимальных стромальных клеток костного мозга, что стимулирует пролиферацию миобластов. Мышцы также секретуют несколько гормонов и активных веществ, влияющих на кость, таких как ИФР-1, остеоглицин, ирисин, остеоонектин, фактор роста фибробластов-2, IL-6, IL-15 и миостатин. Миостатин является членом надсемейства бета-трансформирующего фактора роста, экспрессируемого в основном в скелетных мышцах. Изучены его эффект на рост мышц и влияние на кость [23].

Постменопаузальная (ПМ) ОСП, развитие которой обусловлено генетическими факторами, изменением состава тела, низкой физической активностью, дефицитом эстрогенов и витамина D, приводит к снижению мышечной массы, силы, функциональных возможностей, а также к снижению МПКТ, что в сочетании с коморбидностью пожилых пациентов реализуется в увеличении частоты переломов, инвалидизации и смертности [26–28].

Установлено, что витамин D также играет важную роль в метаболических процессах в мышечной и костной ткани. Так, снижение его уровня на 10 нг/мл приводит к увеличению частоты развития СП в 1,5 раза в течение последующих 5 лет. Дефицит витамина D (ДВД), недостаточность витамина D (НВД) – факторы риска в развитии СП (снижения мышечной силы, координации движений тела в пространстве, времени реакции, функциональной подвижности), компоненты которого повышают риск падений и низкоэнергетических переломов [29, 30]. Баланс между витамином D и паратиреоидным гормоном (ПТГ) является ключевым регулятором мышечной силы: ПТГ способен модулировать работу мышечной ткани через увеличение внутриклеточного кальция. В отдельных когортах пациентов дефицит D-гормона может наблюдаться даже при нормальном поступлении витамина D. Это больные с тяжелыми заболеваниями печени, снижением скорости клубочковой фильтрации (СКФ) – менее 65 мл/мин, больные ожирением, а также люди преклонного возраста [30, 31].

Показано, что прием витамина D в дозе от 700 до 800 МЕ/день повышает прочность мышц и костей, снижает риск падений, переломов бедренной кости и смертности, однако оптимальная доза приема витамина D все еще остается не определенной [31]. Европейское общество по клиническим и экономическим аспектам ОП, остеоартрита и скелетно-мышечных заболеваний (ESCEO) также оценивает адекватное потребление витамина D

в 800 МЕ/день для поддержания сывороточного уровня 25-гидроксивитамина D>30 нг/мл (50 нмоль/л) [32].

Заподозрить СП возможно с помощью опросников. Наиболее часто используются опросники SarQoI (Sarcopenia and Quality of Life – качество жизни при саркопении) и SARC-F (Strength, Assistance with walking, Rise from a chair, Climb stairs and Falls – сила, помощь при ходьбе, подъем со стула, подъем по лестнице и падения). Опросник SarQoI разработан в 2015 г. французской научной группой для пациентов старше 65 лет в целях оценки мышечной функции и качества жизни [33]. Опросник SARC-F состоит из 5 вопросов и является скрининговым методом обследования, позволяющим быстро оценить мышечную функцию (чувствительность 4–10 %, специфичность 94–99 %). EWGSOP рекомендует в качестве стандартного метода оценки физического состояния пациента определять скорость ходьбы на короткое расстояние (4 м). Отрезной точкой является скорость 0,8 м/с, ниже которой необходимо заподозрить СП. Вторым этапом следует анализ мышечной силы и массы. Сила мышц оценивается с помощью динамометрии, а масса – с помощью денситометрии (двухэнергетической рентгеновской абсорбциометрии, DXA) и биоимпедансного анализа [34]. Для оценки мышечной силы определяют силу сжатия кисти с помощью кистевых динамометров. Наиболее часто используется в зарубежных исследованиях динамометр Jamar. У пациентов с заболеваниями суставов более предпочтителен Martin Vigorimeter, который измеряет давление обхватывающей руки и не зависит от размера кисти. В исследовании «Возраст и здоровье женщин II» (The Women's Health and Aging Study II) скорость снижения силы сжатия у женщин была в среднем 1,10–1,31 кг в возрасте от 70 до 75 и 0,50–0,39 кг в возрасте старше 75 лет. Однако кистевые динамометры не могут достоверно отобразить силу мышц верхних и нижних конечностей.

Сила скелетных мышц сильно зависит от мышечной массы, состава и архитектоники мышцы. Площадь поперечного сечения (CSA) мышцы – параметр мышечной массы, который связан с ее мышечной силой [35]. Мышечная архитектура, определяется углом pennation, дает информацию о мышечной силе, чем больше угол pennation, тем выше ее сократительные возможности, что повышает ее силовые характеристики. Мышечная адинамия приводит к изменению ее состава, характеризующемуся значительным увеличением накопления внутримышечного жира, что сопровождается значительной потерей мышечной силы [36].

УЗИ костно-мышечной системы (M-US) – еще один метод визуализации у постели больного, используемый для оценки мышечной массы, а также архитектуры и состава. Основным недостатком этого метода является ограниченный размер изображения, что препятствует прямому измерению CSA крупных мышц. Однако толщина мышц, определяемая как расстояние между двумя фасциями, легко определяется с помощью M-US. Было показано, что толщина мышц сильно и значительно коррелирует с CSA мышцы [37]. Углы пеннизации musculus vastus lateralis и musculus middleus коррелировали с CSA [37]. Информация о мышечном составе может быть собрана путем количественной оценки эхогенности мышц. Пиллен и соавт. обнаружили значительную корреляцию

между эхогенностью M-US и интерстициальной фиброзной тканью, достигнутой при биопсии мышц собак [39]. Показано, что процессы атрофирования коррелируют с повышенным накоплением внутримышечного жира и волокнистой ткани, что приводит к более высокой ультразвуковой эхогенности [40, 41].

В настоящее время отсутствует специфическое лечение СП, первичной является профилактика. Физические упражнения, особенно постепенно увеличивающиеся силовые нагрузки, являются стимулом для синтеза мышечного белка. Выполнение физических упражнений в течение минимум 20 минут в неделю значительно повышает мышечную и костную массу, силу, снижает функциональные ограничения, предотвращает падения и переломы у пожилых людей. Однако у пациентов с тяжелыми сопутствующими заболеваниями (такими, как нейрокогнитивные и сердечно-сосудистые патологии) могут возникнуть сложности в достижении рекомендуемого уровня физической активности [18]. В ходе метаанализа, включившего 37 исследований, 34 рандомизированных клинических исследования, оценивали влияние физических упражнений на мышечную массу у пожилых людей (почти в 80 % случаев мышечная масса увеличилась с помощью физических упражнений). Влияние дополнительного питания на мышечную массу было зафиксировано только в 23,5 % случаев (22,8 %). Физические упражнения оказывают положительное влияние на мышечную массу и силу или физическую работоспособность у здоровых лиц в возрасте от 60 лет и старше [42]. ESCO, Европейское общество клинического питания и обмена веществ (ESPEN) и Исследовательская группа PROT-AGE рекомендуют потребление белка с пищей от 1,0 до 1,2 г/кг – 1,5 г/кг массы тела в день, минимум 20–25 г чистого белка в каждой порции, а для пациентов с тяжелыми заболеваниями и недостаточным питанием – свыше 2 г/кг в сутки [43]. Адекватное потребление витамина D 800 МЕ/сут, а также потребление кальция в дозе 1000 мг/сут и потребление белка совместно с физическими упражнениями улучшает синтез мышечного белка и положительно влияет на состав тела, способствуя снижению жировой массы, увеличению или поддержанию мышечной ткани и сохранению кости [44].

Таким образом, ОСП часто наблюдается у женщин в ПМ. Развитие ОСП обусловлено генетическими факторами, изменением состава тела, низкой физической активностью, дефицитом эстрогенов и витамина D, что приводит к снижению мышечной массы, силы, функциональных возможностей, ухудшает качество жизни, способствует увеличению частоты падений и, соответственно, риска и частоты ОП переломов, инвалидизации и смертности. Однако в широкой клинической практике данный синдром остается недооцененным и редко диагностируется.

Результаты собственных исследований

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Обследовано 65 женщин в возрасте (55,7±0,6) года, в ПМ с ОП, работающих на предпринятиях морехозяйственного комплекса. Оценку функционального состояния скелетной ткани и риск падений изучали с помощью функциональных тестов:

– «тандем»-тест для оценки возможности сохранять равновесие в покое (пациентка стоит с открытыми глазами, стопы ног находятся одна за другой по прямой линии, так, чтобы носок одной ноги касался пятки второй, время выполнения теста не менее 10 секунд);

– тест «встать и пойти» (обследуемая женщина сидит на стуле высотой не более 46 см, фиксируется время, за которое женщина встает со стула, проходит три метра вперед, возвращается назад и вновь садится на стул, а если на выполнение теста женщина тратит более 10 секунд или не в состоянии его выполнить, то риск падения считается высоким);

– тест «сесть–встать» дает возможность оценить силу мышц и риск падений (обследуемая, сидя на стуле со скрещенными на груди руками, пять раз встает и садится, если пациентка не может выполнить тест или время выполнения теста более 10 секунд, то риск падения считается очень высоким).

Силу скелетной мускулатуры изучали с помощью кистевого динамометра, силу давления измеряли в килограммах. Оценку состояния скелетной мышечной ткани проводили с помощью ультразвукового исследования основных УЗ-параметров четырехглавой мышцы бедра (*m. quadriceps femoris*) – ширина мышцы (мм); угла перистости (°); эхогенности на аппарате «Toshiba aplio 300», линейный датчик 7,5 МГц. Визуализация проводилась в горизонтальном положении исследуемого. Информация о мышечном составе собрана путем количественной оценки эхогенности мышц.

При оценке силы связи коэффициентов корреляции использовали шкалу Чеддока (анализ силы связи между переменными): до 0,2 – очень слабая корреляция; до 0,5 – слабая корреляция; до 0,7 – тесная корреляция; до 0,9 – сильная корреляция; свыше 0,9 – очень сильная корреляция; 1,0 – полная корреляция.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ. Корреляционный анализ полученных результатов функциональных тестов показал, что «тандем»-тест имеет обратную корреляционную связь с FraxAll (коэффициент корреляции Пирсона $R=-0,67$), с Fraxhit ($R=-0,58$), с тестом «встать и идти» ($R=-0,53$) и прямую корреляционную связь с показателями динамометрии ($R=0,54$); тест «встать и идти» коррелирует с FraxAll ($R=0,64$), с Fraxhit ($R=0,54$), с тестом «сесть-встать» ($R=0,66$), имеет обратную тесную связь с данными динамометрии ($R=-0,63$) и с тандем-тестом ($R=-0,53$); прослеживается прямая связь теста «сесть-встать» с FraxAll (коэффициент корреляции $R=0,62$), с Fraxhit ($R=0,50$), с тестом «встать и идти» ($R=0,66$); динамометрия коррелирует с «тандем»-тестом ($R=0,54$), с FraxAll ($R=-0,77$) и Fraxhit ($R=-0,70$). Анализ УЗ-параметров состояния скелетной мышечной ткани продемонстрировал, что эхогенность мышечной ткани имеет обратную корреляционную связь с показателями динамометрии ($R=-0,75$), тесно коррелирует с FraxAll ($R=0,53$) и Fraxhit ($R=0,51$), имеет связь с шириной мышцы ($R=0,78$) и с углом перистости ($R=0,99$); угол перистости тесно коррелирует с динамометрией ($R=0,66$), имеет значительную корреляционную связь с шириной мышцы ($R=0,85$) и почти

полную корреляцию с показателем эхогенности ($R=0,99$); ширина мышцы имеет значительную прямую связь с углом перистости ($R=0,85$) и с показателем эхогенности ($R=0,78$).

Таким образом, функциональные тесты состояния скелетной ткани, нарушения координации, устойчивости и FraxAll ($R=-0,67$), риска падений и FraxAll ($R=0,64$) могут быть использованы в прогнозе падений, их профилактике, для назначения своевременного обследования, комплексного лечения и профилактики переломов. Динамометрия и FraxAll ($R=-0,77$), Fraxhit ($R=-0,70$) показала высокую информативность в плане прогнозирования риска переломов. Динамометрия с показателем эхогенности мышцы ($R=-0,75$), с углом перистости ($R=-0,66$) также дает информацию о мышечной силе, о ее сократительной возможности. Мышечная адинамия приводит к изменению ее состава, характеризующегося значительным увеличением накопления внутримышечного жира и соединительной ткани, что приводит к более высокой ультразвуковой эхогенности: эхогенность мышечной ткани с шириной мышцы ($R=0,85$), угол перистости с показателем эхогенности ($R=0,99$); ширина мышцы с углом перистости ($R=0,85$) и с показателем эхогенности ($R=0,78$). Ультразвуковое измерение параметров мышц является инструментом для ранней диагностики и мониторинга лечения СП.

ВЫВОДЫ. 1. Остеосаркопения часто наблюдается у женщин в постменопаузе. Развитие остеосаркопении обусловлено генетическими факторами, изменением состава тела, низкой физической активностью, дефицитом эстрогенов и витамина D, что приводит к снижению мышечной массы, силы, функциональных возможностей, а также к снижению минеральной плотности костной ткани, что ухудшает качество жизни, способствует увеличению частоты падений и, соответственно, риска остеопоротических переломов.

2. Функциональные тесты состояния скелетной ткани, нарушения координации, устойчивости (FraxAll ($R=-0,67$)) и риска падений (FraxAll ($R=0,64$)), динамометрия (FraxAll ($R=-0,77$), Fraxhit ($R=-0,70$)) имеют высокую информативность в плане прогнозирования риска переломов.

3. Ультразвуковое измерение параметров мышц дает информацию о мышечной силе, о ее сократительной возможности и является инструментом для ранней диагностики и мониторинга лечения саркопении (эхогенность с шириной мышцы ($R=0,78$), с углом перистости ($R=0,99$), ширина мышцы с углом перистости ($R=0,85$)).

ПЕРСПЕКТИВЫ ДАЛЬНЕЙШИХ ИССЛЕДОВАНИЙ. Диагностические, профилактические и лечебные мероприятия при остеосаркопении в постменопаузе должны разрабатываться с учетом повышения коморбидности с возрастом. Это актуально в практике врача любой специальности, так как остеосаркопения – это мультиэтиологичный синдром со сложным патогенезом.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. World report on aging and health. WHO, 2016. – Available at: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186463/10/9789244565049_rus.pdf.
2. Burton L. A. Optimal management of sarcopenia / L. A. Burton, D. Sumukadas // *Clin. Interv. Aging.* – 2010. – Vol. 5. – P. 217–228.
3. Шостак Н. А. Саркопения и перекрестные синдромы – значение в клинической практике / Н. А. Шостак, А. А. Мурадянц, А. А. Кондрашов // *Клиницист.* – 2016. – № 10 (3). – С. 10–14.
4. Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in older people / A. J. Cruz-Jentoft, J. P. Baeyens, J. M. Bauer [et al.] // *Age Ageing.* – 2010. – Vol. 39 (4). – P. 412–423.
5. Janssen I. Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability / I. Janssen, S. B. Heymsfield, R. Ross // *J. Am. Geriatr. Soc.* – 2002. – Vol. 50 (5). – P. 889–896.
6. Proceedings of a conference “Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons” Albuquerque, New Mexico, October 19–21, 1988 // *Am. J. Clin. Nutr.* – 1989. – Vol. 50 (5). – P. 1121–1235.
7. Iannuzzi-Sucich M. Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women / M. Iannuzzi-Sucich, K. M. Prestwood, A. M. Kenny // *J. Gerontol. A. Biol. Sci. Med. Sci.* – 2002. – Vol. 57 (12). – P. 772–777.
8. Beaudart C. Health outcomes of sarcopenia: a systematic review and meta-analysis / C. Beaudart, M. Zaaria, F. Pasleau [et al.] // *PLoS One.* – 2017. – Vol. 12 (1). – e0169548.
9. Morley J. E. Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology-update / J. E. Morley, S. D. Anker, S. von Haehling // *J. Cachexia Sarcopenia Muscle.* – 2014. – Vol. 5 (4). – P. 253–259.
10. Сафонова Ю. А. Саркопения как фактор риска падения и переломов / Ю. А. Сафонова // *Клиницист.* – 2019. – № 13 (3-4). – С. 22–28.
11. Sarcopenia as a predictor of hospitalization among older people: a systematic review and meta-analysis / X. Zhang, W. Zhang, C. Wang [et al.] // *BMC. Geriatrics.* – 2018. – Vol. 18 (1). – P. 188.
12. Саркопения глазами эндокринолога / Н. Г. Мокрышева, Ю. А. Крупинова, В. Л. Володичева [и др.] // *Ожирение и метаболизм.* – 2018. – № 15 (3). – С. 21–27.
13. Поворознюк В. В. Саркопения и возраст: обзор литературы и результаты собственных исследований / В. В. Поворознюк, Н. И. Дзорович // *Боль. Суставы. Позвоночник.* – 2012. – № 3 (7). – С. 7–13.
14. New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia / A. A. Sayer, S. M. Robinson, H. P. Patel [et al.] // *Age Ageing.* – 2013. – Vol. 42 (2). – P. 145–150.
15. Update on mitochondria and muscle aging: all wrong roads lead to sarcopenia / A. Picca, R. Calvani, M. Bossola [et al.] // *Biol. Chem.* – 2018. – Vol. 399 (5). – P. 421–436.
16. Чалая В. А. Возрастные изменения мышечной ткани. Саркопения / В. А. Чалая, С. А. Сеитмететова // *Международ. научн. вестник.* – 2019. – № 1.
17. Clinical and biochemical phenotype of osteosarcopenia: World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases, 2017 March 23–26, Florence, Italy / A. Frisoli. – Springer, 2017. – P. 106.
18. Crepaldi G. Sarcopenia and osteoporosis: a hazardous duet / G. Crepaldi, S. Maggi // *J. Endocrinol. Invest.* – 2005. – Vol. 28 (10). – P. 66–68.
19. Остеопороз и саркопения у больных ревматоидным артритом: как предотвратить костно-мышечные потери / А. А. Мурадянц, Н. А. Шостак, А. А. Кондрашов, В. Т. Тимофеев // *Consil. Med.* – 2016. – Vol. 18 (2). – С. 134–140.
20. Walsh M. C. Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density / M. C. Walsh, G. R. Hunter, M. B. Livingston // *Osteoporos. Int.* – 2006. – Vol. 17 (1). – P. 61–67.
21. Kawao N. Interactions between muscle tissues and bone metabolism / N. Kawao, H. Kaji // *J. Cell. Biochem.* – 2015. – Vol. 116 (5). – P. 687–695.
22. Kaji H. Effects of myokines on bone / H. Kaji // *Bonekey Rep.* – 2016. – Vol. 5. – P. 826.
23. Choi K. M. Sarcopenia and sarcopenic obesity / K. M. Choi // *Korean J. Intern. Med.* – 2016. – Vol. 31 (6). – P. 1054–1060.
24. Жулкевич І. В. Визначення прогнозу структурно-функціональних змін кісткової тканини при гемобластозах / І. В. Жулкевич, В. П. Марценюк // *Вісник наукових досліджень.* – 2002. – № 1. – С. 57–59.
25. Sarcopenia: a chronic complication of type 2 diabetes mellitus / H. Trierweiler, G. Kisielwicz, T. Hoffmann Jonasson [et al.] // *Diabetol. Metab. Syndr.* – 2018. – Vol. 10. – P. 25.
26. Osteosarcopenic visceral obesity and osteosarcopenic subcutaneous obesity, two new phenotypes of sarcopenia: prevalence, metabolic profile, and risk factors / S. Perna, D. Spadaccini, M. Nichetti [et al.] // *J. Aging Res.* – 2018. – P. 1–8.
27. Белая Ж. Е. Саркопения: современные подходы к диагностике и лечению / Ж. Е. Белая // *Эффективная фармакотерапия. Эндокринология.* – 2014. – № 5 (46). – С. 42–49.
28. Sirola J. Similarities in acquired factors related to postmenopausal osteoporosis and sarcopenia / J. Sirola, H. Kröger // *J. Osteoporos.* – 2011. – Vol. 2011. – 536735. – URL: <https://doi.org/10.4061/2011/536735>.
29. Комплексна корекція дефіциту та недостатності вітаміну D у працівників морегосподарського комплексу України: матеріали міжнар. наук.-практ. конф. «Сучасні теоретичні і практичні аспекти здорового способу життя», 27–30 серп. 2016 р., Одеса / О. М. Ігнат'єв, Т. О. Єрмоленко, Т. Л. Прутіян, А. В. Шанигін. – Одеса, 2016. – С. 47–51.
30. Методичні рекомендації з лікування та профілактики дефіциту вітаміну D у населення країн центральної Європи: рекомендовані дози препаратів вітаміну D для здорової популяції та груп ризику / П. Плутовський, Е. Карчмаревич, М. Баєр [та ін.] // *Міжнар. ендокринолог. журн.* – 2015. – № 7. – С. 113–119.
31. Дефіцит та недостатність вітаміну D: епідеміологія, діагностика, профілактика та лікування: монографія / В. В. Поворознюк [та ін.]; за ред. В. В. Поворознюка, П. Плутовського. – Донецьк: Видавничий дім «Заславський», 2014. – 262 с.
32. Vitamin D and muscle function: World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases, 2018 April 19–22, Krakow, Poland / O. Bruyère. – Springer, 2018. – P. 124.
33. Sarcopenia and hospital-related outcomes in the old people: a systematic review and meta-analysis / Y. Zhao, Y. Zhang, Q. Hao [et al.] // *Aging Clin. Exp. Res.* – 2019. – Vol. 31 (1). – P. 5–14.
34. Ji H. M. Sarcopenia and osteoporosis / H. M. Ji, J. Han, Y. Y. Won // *Hip Pelvis.* – 2015. – Vol. 27 (2). – P. 72–76.
35. Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons / Y. Fukumoto, T. Ikezoe, Y. Yamada [et al.] // *Eur. J. Appl. Physiol.* – 2012. – Vol. 112 (4). – P. 1519–1525.
36. Reduced physical activity increases intermuscular adipose tissue in healthy young adults / T. M. Manini, B. C. Clark,

M. A. Nalls [et al.] // *Am. J. Clin. Nutr.* – 2007. – Vol. 85 (2). – P. 377–384.

37. Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults / I. M. Arts, S. Pillen, H. J. Schelhaas [et al.] // *Muscle Nerve*. – 2010. – Vol. 41 (1). – P. 32–41.

38. Karamanidis K. Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running / K. Karamanidis, A. Arampatzis // *J. Biomech.* – 2006. – Vol. 39 (3). – P. 406–417.

39. Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity / S. Pillen, R. O. Tak, M. J. Zwarts [et al.] // *Ultrasound Med. Biol.* – 2009. – Vol. 35 (3). – P. 443–446.

40. Reimers C. D. Age-related muscle atrophy does not affect all muscles and can partly be compensated by physical activity: an ultrasound study / C. D. Reimers, T. Harder, H. Saxe // *J. Neurol. Sci.* – 1998. – Vol. 159 (1). – P. 60–66.

REFERENCES

1. WHO (2016). *World report on aging and health*. Retrieved from: http://apps.who.int/iris/bitstream/10665/186463/10/9789244565049_rus.pdf.

2. Burton, L.A., & Sumukadas, D. (2010). Optimal management of sarcopenia. *Clin. Interv. Aging*, 5, 217-228.

3. Shostak, N.A., Muradyants, A.A., & Kondrashov, A.A. (2016). Sarkopeniya i perekrestnyye sindromy – znacheniye v klinicheskoy praktike [Sarcopenia and cross syndromes - implications in clinical practice]. *Klinitsist – Clinician*, 10 (3), 10-14 [in Russian].

4. Cruz-Jentoft, A.J., Bahat, G., Bauer, J., Boirie, Y., Bruyère, O., Cederholm, T., ..., & Zamboni, M. (2019). Sarcopenia: European consensus on definition and diagnosis: Report of the European Working Group on Sarcopenia in older people. *Age Ageing*, 48 (1), 16-31.

5. Janssen, I., Heymsfield, S.B., & Ross, R. (2002). Low relative skeletal muscle mass (sarcopenia) in older persons is associated with functional impairment and physical disability. *J. Am. Geriatr. Soc.*, 50 (5), 889-896.

6. (1989). Proceedings of a conference "Epidemiologic and methodologic problems in determining nutritional status of older persons" Albuquerque, New Mexico, October 19–21, 1988. *Am. J. Clin. Nutr.*, 50 (5 Suppl.), 1121-1235.

7. Iannuzzi-Sucich, M., Prestwood, K.M., & Kenny, A.M. (2002). Prevalence of sarcopenia and predictors of skeletal muscle mass in healthy, older men and women. *J. Gerontol. A Biol. Med. Sci.*, 57 (12), 772-777.

8. Beaudart, C., Zaaria, M., Pasleau, F., Reginster, J.Y., & Bruyère, O. (2017). Health outcomes of sarcopenia: a systematic review and meta-analysis. *PLoS One*, 12 (1), e0169548.

9. Morley, J.E., Anker, S.D., & von Haehling, S. (2014). Prevalence, incidence, and clinical impact of sarcopenia: facts, numbers, and epidemiology-update 2014. *J. Cachexia Sarcopenia Muscle*, 5 (4), 253-259.

10. Safonova, Yu.A. (2019). Sarkopeniya kak faktor riska padeniy i perelomov [Sarcopenia as a risk factor for falls and fractures]. *Klinitsist – Clinician*, 13 (3-4), 22-28 [in Russian].

11. Zhang, X., Zhang, W., Wang, C., Tao, W., Dou, Q., & Yang, Y. (2018). Sarcopenia as a predictor of hospitalization among older people: a systematic review and meta-analysis. *BMC Geriatr.*, 18 (1), 188.

12. Mokrysheva, N.G., Krupinova, Yu.A., Volodicheva, V.L., Mirnaya, S.S., & Melnichenko, G.A. (2018). Sarkopeniya glazami endokrinologa [A view at sarcopenia by endocrinologist]. *Ozhirenie i metabolizm – Obes. Metab.*, 15 (3), 21-27 [in Russian].

13. Povoroznyuk, V.V., & Dzerovich, N.I. (2012). Sarkopeniya

41. Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly / E. M. Strasser, T. Draskovits, M. Prasczak [et al.] // *Age (Dordr.)*. – 2013. – Vol. 35 (6). – P. 2377–2388.

42. Outcomes of the IOF-ESCEO sarcopenia working groups: World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases, 2018 April 19–22, Krakow, Poland / C. Beaudart. – Springer. – 2018. – P. 77–78.

43. Hirschfeld H. P. Osteosarcopenia: where bone, muscle, and fat collide / H. P. Hirschfeld, R. Kinsella, G. Duque // *Osteoporos. Int.* – 2017. – Vol. 28 (10). – P. 2781–2790.

44. Dairy products in the prevention and treatment of sarcopenia: outcomes of the ESCEO Working Groups: World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases, 2018 April 19–22, Krakow, Poland / J.-Y. Reginster. – Springer. – 2018. – P. 97.

i vozrast: obzor literatury i rezultaty sobstvennykh issledovaniy [Sarcopenia and age: a literature review and the results of our own research]. *Bol. Sustavy. Pozvonochnik – Pain. Joints. Spine*, 3 (7), 7-13 [in Russian].

14. Sayer, A.A., Robinson, S.M., Patel, H.P., Shavlakadze, T., Cooper, C., & Grounds, M.D. (2013). New horizons in the pathogenesis, diagnosis and management of sarcopenia. *Age Ageing*, 42 (2), 145-150.

15. Picca, A., Calvani, R., Bossola, M., Allocca, E., Menghi, A., Pesce, V., ..., & Marzetti, E. (2018). Update on mitochondria and muscle aging: all wrong roads lead to sarcopenia. *Biol. Chem.*, 399 (5), 421-436.

16. Chalaya, V.A., & Seitmemetova, S.A. (2019). Vozrastniye izmeneniya myshechnoy tkani. Sarkopeniya [Age-related changes in muscle tissue. Sarcopenia]. *Mezhdunar. stud. nauchn. vestnik – Int. Student Sci. Bull.*, 1 [in Russian].

17. Frisoli, A. (2017). Clinical and biochemical phenotype of osteosarcopenia. Proceedings of the *World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases*, 2017 March 23–26, Florence, Italy. Springer.

18. Crepaldi, G., & Maggi, S. (2005). Sarcopenia and osteoporosis: A hazardous duet. *J. Endocrinol. Invest.*, 28 (10 Suppl), 66-68.

19. Muradyants, A.A., Shostak, N.A., Kondrashov, A.A., & Timofeev, V.T. (2016). Osteoporoz i sarkopeniya u bolnykh revmatoidnym artritom: kak predotvratit kostno-myshechnyye poteri [Osteoporosis and sarcopenia in patients with rheumatoid arthritis: the ways to prevent musculoskeletal loss]. *Consil. Med.*, 18 (2), 134-140 [in Russian].

20. Walsh, M.C., Hunter, G.R., & Livingstone, M.B. (2006). Sarcopenia in premenopausal and postmenopausal women with osteopenia, osteoporosis and normal bone mineral density. *Osteoporos. Int.*, 17 (1), 61-67.

21. Kawao, N., & Kaji, H. (2015). Interactions between muscle tissues and bone metabolism. *J. Cell. Biochem.*, 116 (5), 687-695.

22. Kaji, H. (2016). Effects of myokines on bone. *Bonekey Rep.*, 5, 826.

23. Choi, K.M. (2016). Sarcopenia and sarcopenic obesity. *Korean J. Intern. Med.*, 31 (6), 1054-1060.

24. Zhulkevych, I.V., & Martseniuk, V.P. (2002). Vyznachen- nia prohozu strukturno-funktsionalnykh zmin kistkovo- y tkanyny pry hemoblastozakh [Determination of the prognosis of structural and functional changes of bone tissue in hemoblastosis]. *Visnyk naukovykh doslidzhen – Bull. Sci. Res.*, 1, 57-59 [in Ukrainian].

25. Trierweiler, H., Kisielewicz, G., Hoffmann Jonasson, T.,

- Rasmussen Petterle, R., Aguiar Moreira, C., & Zeghibi Cochenski Borba, V. (2018). Sarcopenia: a chronic complication of type 2 diabetes mellitus. *Diabetol. Metab. Syndr.*, 10, 25.
26. Perna, S., Spadaccini, D., Nichetti, M., Avanzato, I., Faliva, M.A., & Rondanelli, M. (2018). Osteosarcopenic visceral obesity and osteosarcopenic subcutaneous obesity, two new phenotypes of sarcopenia: prevalence, metabolic profile, and risk factors. *J. Aging Res.*, 6147426.
27. Belaya, Zh.E. (2014). Sarkopeniya: sovremennyye podkhody k diagnostike i lecheniyu [Sarcopenia: modern approaches to diagnosis and treatment]. *Effektivnaya farmakoterapiya. Endokrinologiya – Effective Pharmacother. Endocrinol.*, 5 (46), 42-49 [in Russian].
28. Sirola, J., & Kröger, H. (2011). Similarities in acquired factors related to postmenopausal osteoporosis and sarcopenia. *J. Osteoporos.*, 2011, 536735.
29. Ignatev, O.M., Ermolenko, T.O., Prutiyan, T.L., & Shanigin, A.V. (2016). Kompleksna korektsiia defitsytu ta nedostatnosti vitaminu D u pratsivnikiv morehospodarskoho kompleksu Ukrainy [Complex correction of vitamin D deficiency and insufficiency in workers of the sea-economic complex of Ukraine]. Proceedings of the *mizhnar. nauk.-prakt. konf. «Suchasni teoretychni i praktychni aspekty zdorovoho sposobu zhyttia» – Int. Sci.-pract. Conf. “Modern theoretical and practical aspects of a healthy lifestyle”*. Odesa [in Ukrainian].
30. Płudowski, P., Karczmarewicz, E., Bayer, M., Carter, G., Chlebna-Sokół, D., Czech-Kowalska, J., ..., & Żmijewski, M.A. (2015). Metodychni rekomendatsii z likuvannia ta profilaktyky defitsytu vitaminu D u naselennia krain tsentralnoi Evropy: rekomendovani dozy preparativ vitaminu D dlia zdorovoi populatsii ta hrup ryzyku [Methodical recommendations for the treatment and prevention of vitamin D deficiency in the population of Central Europe: recommended doses of vitamin D for a healthy population and risk groups]. *Mizhnar. endokrynol. zhurn. – Int. J. Endocrinol.*, 7, 113-119 [in Ukrainian].
31. Povorozniuk, V.V., & Pludovskiy, P. (Eds.) (2014). *Defitsyt ta nedostatnist vitaminu D: epidemiolohiia, diahnozyka, profilaktyka ta likuvannia: monohrafiia [Deficiency and insufficiency of vitamin D: epidemiology, diagnosis, prevention and treatment: monograph]*. Donetsk: Vydavnychiy dim «Zaslavskiy» [in Ukrainian].
32. Bruyère, O. (2018). Vitamin D and muscle function. Proceedings of the *World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases*. Springer.
33. Zhao, Y., Zhang, Y., Hao, Q., Ge, M., & Dong, B. (2019). Sarcopenia and hospital-related outcomes in the old people: a systematic review and meta-analysis. *Aging Clin. Exp. Res.*, 31 (1), 5-14.
34. Ji, H.M., Han, J., & Won, Y.Y. (2015). Sarcopenia and Osteoporosis. *Hip Pelvis*, 27 (2), 72-76.
35. Fukumoto, Y., Ikezoe, T., Yamada, Y., Tsukagoshi, R., Nakamura, M., Mori, N., ..., & Ichihashi, N. (2012). Skeletal muscle quality assessed from echo intensity is associated with muscle strength of middle-aged and elderly persons. *Eur. J. Appl. Physiol.*, 112 (4), 1519-1525.
36. Manini, T.M., Clark, B.C., Nalls, M.A., Goodpaster, B.H., Ploutz-Snyder, L.L., & Harris, T.B. (2007). Reduced physical activity increases intermuscular adipose tissue in healthy young adults. *Am. J. Clin. Nutr.*, 85 (2), 377-384.
37. Arts, I.M., Pillen, S., Schelhaas, H.J., Overeem, S., & Zwarts, M.J. (2010). Normal values for quantitative muscle ultrasonography in adults. *Muscle Nerve*, 41 (1), 32-41.
38. Karamanidis, K., & Arampatzis, A. (2006). Mechanical and morphological properties of human quadriceps femoris and triceps surae muscle-tendon unit in relation to aging and running. *J. Biomech.*, 39 (3), 406-417.
39. Pillen, S., Tak, R.O., Zwarts, M.J., Lammens, M.M., Verrijp, K.N., Arts, I.M., ..., & Verrips, A. (2009). Skeletal muscle ultrasound: correlation between fibrous tissue and echo intensity. *Ultrasound Med. Biol.*, 35 (3), 443-446.
40. Reimers, C.D., Harder, T., & Saxe, H. (1998). Age-related muscle atrophy does not affect all muscles and can partly be compensated by physical activity: an ultrasound study. *J. Neurol. Sci.*, 159 (1), 60-66.
41. Strasser, E.M., Draskovits, T., Praschak, M., Quittan, M., & Graf, A. (2013). Association between ultrasound measurements of muscle thickness, pennation angle, echogenicity and skeletal muscle strength in the elderly. *Age (Dordr.)*, 35 (6), 2377-2388.
42. Beaudart, C. (2018). Outcomes of the IOF-ESCEO sarcopenia working groups. Proceedings of the *World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases*. Springer.
43. Hirschfeld, H.P., Kinsella, R., & Duque, G. (2017). Osteosarcopenia: where bone, muscle, and fat collide. *Osteoporos. Int.*, 28 (10), 2781-2790.
44. Reginster, J.-Y. (2018). Dairy products in the prevention and treatment of sarcopenia: outcomes of the ESCEO Working Groups. Proceedings of the *World Congress on Osteoporosis, Osteoarthritis and Musculoskeletal Diseases*. Springer.

Отримано 10.09.20

Прийнято до друку 14.10.20

Електронна адреса для листування: ermolenkota@ukr.net