

УДК 616.13-071.6

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВЗАИМОСВЯЗЕЙ ИЗМЕНЕНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ПРИ АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ С ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СТАТУСОМ ПАЦИЕНТОВ ПОЖИЛОГО И СТАРЧЕСКОГО ВОЗРАСТА. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ.

Шевченко Ю.Ф.^{1,2}, Багдасарян К.С.^{1,3}

¹Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Белгородский государственный национальный исследовательский университет» (НИУ «БелГУ»), г. Белгород

²Областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Ивнянская центральная районная больница», п. Ивня, Ивнянский р-н, Белгородская область

³Областное государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Большетроицкая районная больница», с.Большетроицкое, Шебекинский городской округ, Белгородская область

Во всем мире наблюдается тенденция к увеличению количества людей старших возрастных групп, у которых в сердечно-сосудистой системе происходит ряд изменений, среди них - изменения жесткостно-эластических свойств сосудистой стенки. Одну из важных ролей в патогенезе многих заболеваний сердечно-сосудистой системы играет повышение жесткости и снижение эластичности артериальной стенки. Артериальная жесткость, которая является маркером поражения сосудов и независимым предиктором сердечно-сосудистых заболеваний, может использоваться в качестве не только показателя сосудистого старения, но и показателя развития гериатрических синдромов. Проводился литературный обзор о новых методах диагностики взаимосвязей изменений сердечно-сосудистой системы при артериальной гипертензии с функциональным статусом пациентов пожилого и старческого возраста. Выявленные методы диагностики легко применимы в клинической практике, недорогостоящие, а также помогают в ранней диагностике развития саркопении. В данной статье изложены основные диагностические критерии, сигнализирующие об морфофункциональных изменениях сосудистой стенки, приводящей к развитию гериатрических синдромов.

Ключевые слова: жесткость сосудистой стенки, артериальная гипертензия, саркопения, пожилой возраст, старческий возраст.

A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF THE INTERRELATIONSHIPS OF CHANGES IN THE CARDIOVASCULAR SYSTEM IN ARTERIAL HYPERTENSION WITH THE FUNCTIONAL STATUS OF ELDERLY AND SENILE PATIENTS

Shevchenko Yu.F.^{1,2}, Bagdasaryan K.S.^{1,3}

¹Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education "Belgorod State National Research University" (NRU "BelSU"), Belgorod

²Regional State Budgetary Healthcare Institution "Ivnya Central District Hospital", Ivnya, Ivnya District, Belgorod Region, Russia

³Regional State Budgetary Healthcare Institution "Bolshetroitskaya District Hospital", Bolshetroitskoye village, Shebekinsky urban district, Belgorod Region

All over the world, there is a tendency to increase the number of people of older age groups who have a number of changes in the cardiovascular system, among them changes in the stiffness and elastic properties of the vascular wal. One of the important roles in the pathogenesis of many diseases of the cardiovascular system is played by an increase in stiffness and a decrease in elasticity of the arterial wall. Arterial stiffness, which is a marker of vascular damage and an independent predictor of cardiovascular diseases, can be used not only as an indicator of vascular aging, but also as an indicator of the development of geriatric syndromes. A literature review was conducted on new methods for diagnosing the interrelationships of changes in the cardiovascular system in arterial hypertension with the functional status of elderly and senile patients. The identified diagnostic

methods are easily applicable in clinical practice, inexpensive, and also help in the early diagnosis of sarcopenia. This article describes the main diagnostic criteria that signal morphofunctional changes in the vascular wall, leading to the development of geriatric syndromes.

Key words: vascular wall stiffness, arterial hypertension, sarcopenia, old age, senile age.

Введение

По данным ВОЗ от сердечно-сосудистых заболеваний ежегодно умирают не менее 18 миллионов человек. Особую роль в развитии сердечно-сосудистой патологии занимает изменение жесткостно-эластических свойств артериальной стенки, поэтому в настоящее время все актуальнее становится ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний. Раннее обнаружение и лечение изменений сосудистой стенки не только способствуют улучшению состояния здоровья нации, но и снижению экономических затрат государства на лечение сердечно-сосудистых катастроф.

Несмотря на обширные исследования в кардиологии артериальная гипертония (АГ) остается одной из наиболее значимых и опасных патологий сердечно-сосудистого континуума. Её «коварство» заключается в том, что зачастую структурно-функциональные модификации сосудистой стенки опережают клинические признаки. Артериальная гипертония (АГ), как одно из распространенных заболеваний во всем мире, длительное время протекает латентно и диагностируется чаще случайно. Диагностика и профилактика АГ в амбулаторной практике в значительной мере определяется возможностями раннего выявления индивидуальных факторов риска и предотвращения их пагубного влияния на сердечно-сосудистую систему. В научных литературных источниках описаны основные морфофункциональные изменения сосудистого русла при АГ, приведены концепции сердечно-сосудистого ремоделирования и эндотелиальной дисфункции, выведена теория «микроциркуляторное русло как орган –мишень при АГ» [1,2,3].

Материалы и методы исследования

Показатели жесткостно-эластических свойств сосудистой стенки могут быть рассмотрены как новые предикторы поражения сердечно-сосудистой системы при артериальной гипертензии у пациентов пожилого и старческого возраста. По результатам исследований некоторых авторов, имеется связь между жесткостью сосудистой стенки, индексом аугментации, артериальной гипертензией, нарушением микроциркуляции и развитием гериатрических синдромов. Это обусловлено действием сложных патогенетических механизмов повреждения сосудистой стенки на фоне старения, которые на современном этапе исследования мало изучены, что во многом определяет их актуальность при поиске новых методов диагностики и лечения артериальной гипертензии, особенно в

пожилом и старческом возрасте. Правильно обоснованная диагностика позволяет своевременно выявить изменения артериальной стенки и не допустить прогрессирования до развития гериатрических синдромов, а именно, саркопении и сердечно-сосудистых катастроф.

Проводился литературный обзор о перспективных методах ранней диагностики взаимосвязей изменений сердечно-сосудистой системы при АГ с функциональным статусом пациентов пожилого и старческого возраста. Изученные неинвазивные методы диагностики легко применимы в амбулаторной практике, особенно при проведении массовых обследований, кроме того, они недорогостоящие, а также в значительной мере помогают в диагностике саркопении.

В основе источника материала были использованы сведения объективных данных (сбор жалоб, анамнез пациентов пожилого и старческого возраста) из анализа амбулаторных карт поликлиники, историй болезней в стационарах, литературные данные научных статей в журналах, учебниках, данных, полученных при посещении конференций, посвященных проблемам кардиологии, геронтологии.

В данной статье приведены данные о связи между показателями жесткостно-эластических свойств артериальной стенки и прогрессированием артериальной гипертензии и формированием гериатрических синдромов. Применение скрининговых шкал не позволяет судить об этиологии развития гериатрических синдромов, но позволяет говорить о наличии либо отсутствии старческой астении, саркопении.

Цель исследования: на основе изученных литературных источников проанализировать ранние диагностические признаки, сигнализирующие о поражении сердечно-сосудистой системы при АГ, также их взаимосвязей с развитием гериатрических синдромов у пациентов пожилого и старческого возраста.

Результаты исследования и их обсуждение

В исследованиях последних лет подтверждается достоверная значимость жесткости артериальной стенки в развитии сердечно-сосудистых событий, и предлагают использовать ее как предиктор патологических процессов сердечно-сосудистой системы у пожилых пациенток с артериальной гипертензией [10]. Общепринятой формулы для расчета сердечно-сосудистого сопряжения нет. Однако, по результатам проведенного анализа работ на соответствующую тему, установлено, что предпочтительнее фотоплетизмографический метод на основе работы портативного инновационного прибора АнгиоСкан - 01П [7]. Проанализированные данные, выявленные в результате фотоплетизмографического метода, показали, у больных артериальной гипертензией жесткость сосудистой стенки и индекс

аугментации выше, чем у группы сравнения того же возраста без артериальной гипертензии [4].

Анализ литературы показал, хроническое повышение артериального давления, сопровождающее увеличением жесткости артериальной стенки и индекса аугментации, нарушает метаболические процессы в тканях, в том числе и в мышечных, является одним из ведущих в структуре гериатрических синдромов, в частности саркопении [5]. В литературе приводятся данные, свидетельствующие о прямо пропорциональной связи между возрастом, жесткостью сосудистой стенки и наличием гериатрических синдромов. Следовательно, с возрастом у лиц, страдающих артериальной гипертензией в результате длительного механического и гипоксического влияния высокого артериального давления на сосудистую стенку, наблюдается изменение жесткостно-эластических свойств артерий, приводящих к снижению физиологического резерва стареющего организма и увеличению его уязвимости к различным факторам и появлению гериатрических синдромов [4].

Таким образом, можно сказать, живые органы, ткани и клетки функционально приспособляются к механическим требованиям и реконструируются путем изменения геометрии, структуры и свойств. Ключевым фактором этого явления является "механическое напряжение". Основными напряжениями, воздействующими на кровеносные сосуды внутри тела, являются: напряжение обруча, вызванное кровяным давлением, то есть нормальное напряжение в направлении окружности стенки, напряжение сдвига стенки, возникающее при кровотоке, и осевое напряжение при удлинении в осевом направлении. Одним из специфических биомеханических проявлений адаптации артериальной стенки в ответ на гипертонию является гипертрофия стенки. Это восстанавливает окружное напряжение стенки, т.е. напряжение обруча, при рабочем давлении *in vivo* до нормального значения и изменяет жесткость артерий до оптимального уровня [18].

Также в литературе приводятся данные о распространенности поражения сосудов в зависимости от стадии АГ. Например, считается, что перестройка артерий манифестно проявляется уже в I стадии АГ, презентирова в зависимости от калибра артерий разные типы ремоделирования. Уже на этой стадии заболевания ремоделированию подвержено не менее 2 артериальных бассейнов. Ремоделирование сосудов при АГ характеризуется постадийным нарастанием его выраженности. При АГ I стадии в ремоделирование вовлечены 39,0 % артерий, при II + III стадии – 68,0 % [6].

Важным параметром, отражающим патогенетическую сущность формирования жесткости сосудистой стенки и относящийся к изменению жесткостно-эластических свойств артериальной стенки, является индекс аугментации. Индекс аугментации (AIp)

рассчитывается как разница между вторым и первым систолическими пиками давления пульсовой волны, выраженная в процентах от пульсового давления. Данный показатель характеризует вклад давления отраженной волны в пульсовое артериальное давление и позволяет количественно оценить тип кривой пульсовой волны. Давлением аугментации принято называть разницу между давлением первого (Т1) и второго (Т2) систолического пика пульсовой волны. Именно эта часть пульсового артериального давления существенно возрастает при повышении артериальной жёсткости, обуславливая рост центрального артериального давления и повышение постнагрузки на миокард левого желудочка [5,8].

Амортизирующая функция крупных артерий включает растяжение во время систолы и отдачу во время диастолы, что преобразует пульсирующий поток в устойчивый поток в микроциркуляции. Жесткость артерий, обратная растяжимости, является основной причиной заболеваемости и смертности во всем мире. Первыми компонентами, способствующими укреплению артерий, являются белки внеклеточного матрикса (ECM), которые поддерживают механическую нагрузку, в то время как вторыми важными компонентами являются клетки гладкой мускулатуры сосудов (VSMC), которые не только регулируют взаимодействия актомиозина для сокращения, но и опосредуют механотрансдукцию в гомеостазе клетки-ECM. В конечном счете, пластичность VSMC и передача сигналов как в артериях проводимости, так и в артериях сопротивления имеют большое значение для физиологии нормального и раннего сосудистого старения [10]. В изученных научных источниках клетки гладкой мускулатуры сосудов (VSMC) предстают важными участниками патофизиологических и биофизических механизмов, лежащих в основе повышения жесткости артерий при старении. Приведены механизмы, посредством которых усиление VSMC изменяет сосудистую функцию и способствует изменениям жесткости сосудов, наблюдаемым при старении и сердечно-сосудистых заболеваниях. Пожилые VSMC демонстрируют сниженную механочувствительность и адаптацию к механическим сигналам из своего микроокружения из-за нарушения внутриклеточной передачи сигналов. Наконец, данные о снижении сократительной способности артерий у пожилых людей демонстрируют, что изменения на клеточном уровне приводят к снижению функциональных свойств на тканевом уровне [18].

Обзор литературы также нескольких научных источников подтвердил прямо пропорциональную связь у больных АГ с возрастом, жесткостью сосудистой стенки и увеличением индекса аугментации. При повышении которого происходит формирование типа кривой пульсовой волны А (отраженные волны достигают сердце до закрытия

аортального клапана, что приводит к нарушению обменных процессов в тканях миокарда) [4].

Что касается поиска в научных источниках литературы взаимосвязей сердечно-сосудистой системы при артериальной гипертензии с функциональным статусом пациентов пожилого и старческого возраста, то за основу можно взять безопасный и простой в применении, который лучше переносится и отражает не только повседневную деятельность, но и свидетельствует о мышечной силе - теста с шестиминутной ходьбой. В изученных источниках достоверно доказывается, что с увеличением возраста дистанция ходьбы, пройденная за одно и то же время, достоверно снижается. Также выявлена связь между расстоянием, пройденным в результате теста с шестиминутной ходьбой и жесткостью сосудистой стенки, которая обратно пропорциональна ей. В литературном обзоре было выявлено, что при увеличении жесткости сосудистой стенки нарушаются метаболические процессы в тканях, в том числе и в мышечных тканях, что ведет в свою очередь к снижению скорости ходьбы и развитию саркопении [11,15,16].

В изученных обзорах представлено описание оценки мышечной массы и физической работоспособности с особым вниманием к тому, как эти показатели используются в контексте саркопении, как в исследовательских, так и в клинических условиях. Одним из наиболее распространенных методов оценки мышечной массы является двухэнергетическая рентгеновская абсорбциометрия всего тела (DXA). Другие методы оценки мышечной массы включают центральную или периферическую количественную компьютерную томографию (для определения площади поперечного сечения мышц и плотности мышц, маркера фильтрации жира в мышцу); магнитный резонанс (для оценки площади поперечного сечения и объема мышц); и анализ биоэлектрического импеданса (для определения обезжиренного масса). В исследованиях саркопении было использовано множество подходов к объективному измерению физической работоспособности [14,15]. Однако сила нижних конечностей остается важным показателем в контексте результатов мобильности. Динамическая физическая работоспособность также широко измеряется в исследовательских учреждениях и может стать рутинной оценкой в клинической практике. Так широко используемым показателем физической работоспособности остается скорость ходьбы на короткое расстояние, обычно 3-6 м. В изученных источниках приводятся и другие показатели объективной физической работоспособности, включая кратковременную батарею физических показателей, которая включает скорость походки, способность и время вставать со стула 5 раз, а также тесты на статическое равновесие, и тест "Вставай и иди", который измеряет время, необходимое для подъема со стула и прохождения короткого расстояния.

Таким образом, существует множество доступных методов оценки мышечной массы и физической функции, каждый из которых имеет свои преимущества и ограничения. Но в отличие от теста с шестиминутной ходьбой нет достаточно данных о связи между жесткостью сосудистой стенки и развитием гериатрических синдромов [4].

Саркопения у пожилых людей остается основным объектом исследований и дискуссий в медицинской практике из-за ее влияния на заболеваемость, смертность и расходы на здравоохранение. Несмотря на свою клиническую важность, саркопения остается недостаточно изученной и плохо поддается лечению в обычной клинической практике. Отчасти это связано с отсутствием доступных диагностических тестов и единых диагностических критериев. Лечение саркопении в первую очередь сосредоточено на физиотерапии для укрепления мышц и тренировки походки. Заболевание периферических артерий в настоящее время рассматривается, как один из критериев, приводящих к ее развитию [9,17].

В научных источниках также был приведен простой тест в своем исполнении тест на оценку функционального состояния скелетных мышц – кистевая динамометрия, которая может быть проведена у пациентов со значительными функциональными ограничениями. Кроме выше изложенного, источники доказывают, что при увеличении индекса аугментации и индекса отражения сосудистой стенки у лиц, страдающих артериальной гипертензией, с увеличением возраста происходит снижение массы и силы скелетных мышц, подтвержденной снижением силы сжатия кистей рук [12,13,14].

Выводы

Таким образом, жесткость сосудистой стенки предстает как диагностический маркер преждевременного старения при сердечно-сосудистых поражениях артериальной стенки. Так, длительное повышение артериального давления, в результате длительного механического воздействия на стенку сосудов, приводит к изменению жесткостно-эластических свойств сосудистой стенки, которые в свою очередь запускают механизм нарушения метаболических процессов в тканях, в том числе и в мышечных тканях, что ведет к развитию такого гериатрического синдрома как саркопения, диагностика которой основана на определении трех параметров: мышечной массы, мышечной силы и мышечной функции. Снижение данных параметров влечет за собой уменьшение физической активности пациента, появление синдрома гипомобильности. В результате запускается порочный круг, а именно, при снижении нагрузки на мышцы при гипомобильности снижается их регенерация, что в свою очередь влечет развитие саркопении.

Итак, в результате выше изложенного можно сделать вывод, что необходимы простые и недорогостоящие методы ранней диагностики развития гериатрических синдромов у пациентов с изменениями сердечно-сосудистой системы при артериальной гипертензии.

Сделав заключение, можно сказать о важности роли фотоплетизмографического метода, теста с шестиминутной ходьбой и кистевой динамометрии у пациентов пожилого и старческого возраста в ранней диагностике сердечно-сосудистых заболеваний и гериатрических синдромов.

Список литературы

1. Беленков Ю. Н. Сердечно-сосудистый континуум / Ю. Н. Беленков, В. Ю. Мареев // Сердечная недостаточность. 2002; 3(1): 7-11.
2. Бойцов С. А. Сосуды как плацдарм и мишень артериальной гипертензии / С. А. Бойцов // Consilium Medicum. 2006; 1 (3): 2-9.
3. Горшунова Н.К., Медведев Н.В. Особенности патогенеза и коррекции артериальной гипертензии у людей старшего возраста // Врач. - 2014; 6: 17-20.
4. Горелик С.Г., Шевченко Ю.Ф., Малыгина Е.С., Горбунова Е.О., Почитаева И.П. Патогенетическое значение индекса жесткости и индекса аугментации при артериальной гипертензии в развитии сердечно-сосудистой патологии и гериатрических синдромов у женщин пожилого и старческого возраста // Современные проблемы здравоохранения и медицинской статистики. 2021; 2: 27-43.
5. Григорьева И.И., Раскина Т.А., Летаева М.В., Малышенко О.С., Аверкиева Ю.В., Масенко В.Л., Коков А.Н. Саркопения: особенности патогенеза и диагностики// Фундаментальная и клиническая медицина. 2019; 4 (4): 105-116.
6. Задорожная М.П., Разумов В.В. Типы ремодулирования сосудов разного калибра при артериальной гипертензии // Медицина в Кузбассе. 2019; 18(2): 30-36
7. Парфенов А.С. Ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний с использованием аппаратно-программного комплекса «Ангиоскан-01» // Поликлиника. 2012; 2 (1): 70-74.
8. Шевченко Ю.Ф., Горшунова Н.К. Состояние сосудистой стенки артерий разного калибра у больных артериальной гипертензией при старении // Междисциплинарный студенческий научный вестник. 2020; 5 (12).
9. Liang-Kung Chen, Li-Kuo Liu, Jean Woo, Prasert Assantachai, Tung-Wai Auyeung, Kamaruzzaman Shahrul Bahyah, Ming-Yueh Chou, Liang-Yu Chen, Pi-Shan Hsu, Orapitchaya

Krairit and co – authors. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia // J Am Med Dir Assoc. 2014 Feb;15(2):95-101.

10. Jay D Humphrey. Mechanisms of Vascular Remodeling in Hypertension // Am J Hypertens. 2021 May 22;34(5):432-441.

11. Juliano F Arcuri, Audrey Borghi-Silva, Ivana G Labadessa, Anna C Sentanin, Cecília Candolo, Valéria A Pires Di Lorenzo. Validity and Reliability of the 6-Minute Step Test in Healthy Individuals: A Cross-sectional Study // Clin J Sport Med. 2016 Jan;26(1):69-75.

12. Maria Belén Zanchetta, Rubén Abdala, Fabio Massari, Paula Rey, Rodolfo Spivacow, Lara Miechi, Vanesa Longobardi, Lucas R Brun. Postmenopausal women with sarcopenia have higher prevalence of falls and vertebral fractures // Medicina (B Aires). 2021;81(1):47-53.

13. Miji Kim, Chang Won Won. Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults using the definition of the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2: findings from the Korean Frailty and Aging Cohort Study // Age Ageing. 2019 Nov 1;48(6):910-916.

14. Miji Kim, Chang Won Won. Sarcopenia in Korean Community-Dwelling Adults Aged 70 Years and Older: Application of Screening and Diagnostic Tools From the Asian Working Group for Sarcopenia 2019 Update // J Am Med Dir Assoc. 2020 Jun;21(6):752-758.

15. Patrick Lacolley, Véronique Regnault, Patrick Segers, Stéphane Laurent. Vascular Smooth Muscle Cells and Arterial Stiffening: Relevance in Development, Aging, and Disease // Physiol Rev. 2017 Oct 1;97(4):1555-1617.

16. Paul L Enright. The six-minute walk test // Respir Care. 2003 Aug;48(8):783-5.

17. Robinder J S Dhillon, Sarfaraz Hasni. Pathogenesis and Management of Sarcopenia // Clin Geriatr Med. 2017 Feb;33(1):17-26.

18. Zeyu Cai, Ze Gong, Zhiqing Li, Li Li, Wei Kong. Vascular Extracellular Matrix Remodeling and Hypertension // Antioxid Redox Signal. 2021 Apr 1;34(10):765-783.

The list of references

1. Belenkov, Yu. N. Cardiovascular continuum / Yu. N. Belenkov, V. Yu. Mareev // Heart failure. 2002; 3(1): 7-11.

2. Boitsov S. A. Vessels as a springboard and target of arterial hypertension / S. A. Fighters // Consilium Medicum. 2006; 1 (3): 2-9.

3. Gorshunova N.K., Medvedev N.V. Features of pathogenesis and correction of arterial hypertension in older people // Doctor. 2014; 6: 17-20.

4. Gorelik S.G., Shevchenko Yu.F., Malyutina E.S., Gorbunova E.O., Pochitaeva I.P. Pathogenetic significance of stiffness index and augmentation index in arterial hypertension in the

development of cardiovascular pathology and geriatric syndromes in elderly and senile women// Modern problems of healthcare and medical statistics. 2021; 2: 27-43.

5. Grigorieva I.I., Raskina T.A., Letaeva M.V., Malysenko O.S., Averkieva Yu.V., Masenko V.L., Kokov A.N. Sarcopenia: features of pathogenesis and diagnosis// Fundamental and clinical medicine. 2019; 4 (4): 105-116.

6. Zadorozhnaya M.P., Razumov V.V. Types of remodeling of vessels of different caliber in arterial hypertension // Medicine in Kuzbass. 2019; 18(2): 30-36.

7. Parfenov A.S. Early diagnosis of cardiovascular diseases using the hardware and software complex "Angioscan-01" // Polyclinic. 2012; 2 (1): 70-74.

8. Shevchenko Yu.F., Gorshunova N.K. The state of the vascular wall of arteries of different caliber in patients with arterial hypertension during aging // Interdisciplinary student Scientific Bulletin. 2020; 5 (12).

9. Liang-Kung Chen, Li-Kuo Liu, Jean Woo, Prasert Assantachai, Tung-Wai Auyeung, Kamaruzzaman Shahrul Bahyah, Ming-Yueh Chou, Liang-Yu Chen, Pi-Shan Hsu, Orapitchaya Krairit and co – authors. Sarcopenia in Asia: consensus report of the Asian Working Group for Sarcopenia // J Am Med Dir Assoc. 2014 Feb;15(2):95-101.

10. Jay D Humphrey. Mechanisms of Vascular Remodeling in Hypertension // Am J Hypertens. 2021 May 22;34(5):432-441.

11. Juliano F Arcuri, Audrey Borghi-Silva, Ivana G Labadessa, Anna C Sentanin, Cecília Candolo, Valéria A Pires Di Lorenzo. Validity and Reliability of the 6-Minute Step Test in Healthy Individuals: A Cross-sectional Study // Clin J Sport Med. 2016 Jan;26(1):69-75.

12. Maria Belén Zanchetta, Rubén Abdala, Fabio Massari, Paula Rey, Rodolfo Spivacow, Lara Miechi, Vanesa Longobardi, Lucas R Brun. Postmenopausal women with sarcopenia have higher prevalence of falls and vertebral fractures // Medicina (B Aires). 2021;81(1):47-53.

13. Miji Kim, Chang Won Won. Prevalence of sarcopenia in community-dwelling older adults using the definition of the European Working Group on Sarcopenia in Older People 2: findings from the Korean Frailty and Aging Cohort Study // Age Ageing. 2019 Nov 1;48(6):910-916.

14. Miji Kim, Chang Won Won. Sarcopenia in Korean Community-Dwelling Adults Aged 70 Years and Older: Application of Screening and Diagnostic Tools From the Asian Working Group for Sarcopenia 2019 Update // J Am Med Dir Assoc. 2020 Jun;21(6):752-758.

15. Patrick Lacolley, Véronique Regnault, Patrick Segers, Stéphane Laurent. Vascular Smooth Muscle Cells and Arterial Stiffening: Relevance in Development, Aging, and Disease // Physiol Rev. 2017 Oct 1;97(4):1555-1617.

16. Paul L Enright. The six-minute walk test // Respir Care. 2003 Aug;48(8):783-5. PMID: 12890299.

17. Robinder J S Dhillon, Sarfaraz Hasni. Pathogenesis and Management of Sarcopenia // Clin Geriatr Med. 2017 Feb;33(1):17-26.

18. Zeyu Cai, Ze Gong, Zhiqing Li, Li Li, Wei Kong. Vascular Extracellular Matrix Remodeling and Hypertension // Antioxid Redox Signal. 2021 Apr 1;34(10):765-783.