



*Иванова О.С., Майчук Е.Ю., Воеводина И.В., Макарова И.А.,
Акатова Е.В., Завьялова А.И., Николин О.П.

АРТЕРИАЛЬНАЯ ГИПЕРТЕНЗИЯ И СОСУДИСТАЯ ЖЁСТКОСТЬ У ЖЕНЩИН РАЗЛИЧНЫХ ВОЗРАСТНЫХ ГРУПП И РЕПРОДУКТИВНОГО СТАТУСА

ФГБОУ ВПО «Московский государственный медико-стоматологический университет имени А.И. Евдокимова»
Минздрава России, Делегатская ул., дом 20, стр. 1, г. Москва 127473, Российская Федерация

***Ответственный автор:** Иванова Ольга Сергеевна, к.м.н., асс. каф. госпитальной терапии леч. факультета №1, ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Делегатская ул., дом 20/1, г. Москва 127473, Российская Федерация, ivolgadoc@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-1266-9305, SPIN: 8726-3309

Майчук Елена Юрьевна, д.м.н., профессор кафедры госпитальной терапии №1 лечебного факультета, ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Делегатская ул., дом 20/1, г. Москва 127473, Российская Федерация, ORCID: 0000-0002-0866-785X, SPIN: 5532-7898

Воеводина Ирина Викторовна, д.м.н., профессор кафедры госпитальной терапии №1 лечебного факультета, ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Делегатская ул., дом 20/1, г. Москва 127473, Российская Федерация, ORCID: 0000-0003-2368-0582, SPIN: 2778-8885

Макарова Ирина Анатольевна, д.м.н., профессор кафедры госпитальной терапии №1 лечебного факультета, ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Делегатская ул., дом 20/1, г. Москва 127473, Российская Федерация, ORCID: 0009-0006-1893-7426, SPIN: 2709-7171

Акатова Евгения Владимировна, д.м.н., профессор кафедры госпитальной терапии №1 лечебного факультета, ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Делегатская ул., дом 20/1, г. Москва 127473, Российская Федерация, ORCID: 0009-0006-1219-1272, SPIN: 6806-0901

Завьялова Алла Ивановна, к.м.н., доцент кафедры госпитальной терапии №1 лечебного факультета, ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Делегатская ул., дом 20/1, г. Москва 127473, Российская Федерация, ORCID: 0009-0001-1727-4388, SPIN: 4883-7130

Николин Олеся Петровна, к.м.н., доцент кафедры госпитальной терапии №1 лечебного факультета, ФГБОУ ВО «МГМСУ имени А.И. Евдокимова» Минздрава России, Делегатская ул., дом 20/1, г. Москва 127473, Российская Федерация, ORCID: 0009-0009-9719-6081, SPIN: 9958-9093

РЕЗЮМЕ

Цель: изучение взаимосвязи артериальной гипертензии (АГ) с показателями артериальной ригидности у женщин для выявления потенциальных маркеров поражения органов мишеней и терапевтических мишеней гипотензивной терапии.

Материал и методы: в исследовании приняли участие 161 женщина, которые были разделены на три группы в зависимости от возраста и репродуктивной функции. 1-ю группу составили 52 женщины в возрасте от 18 до 30 лет; 2-ю группу – 54 женщины от 31 года до наступления менопаузы; 3-ю группу – 55 женщин в периоде постменопаузы. Проводилось анкетирование всех женщин, клиническое обследование, определение антропометрических данных, измерение каротидно-феморальной скорости пульсовой волны (кфСПВ), определение артериальной ригидности методом объёмной сфигмографии, суточное мониторирование артериального давления (СМАД) с оценкой жёсткости аорты и характеристик центральной пульсовой волны.

Результаты: по данным СМАД у 38 (34,8%) женщин была выявлена АГ: 15 (27,8%) женщин во 2-й группе и 23 (41,8%) женщин в 3-й группе. Корреляционный анализ выявил наиболее значимые корреляции наличия АГ ($R=0,45-0,71$; $p<0,01$) с показателями центрального аортального давления

(ЦАД), индексом двойного произведения (ИДП) и среднесуточной аортальной скоростью пульсовой волны в аорте (PWVao) независимо от состояния репродуктивной функции. Для женщин репродуктивного возраста с АГ более значим амбулаторный индекс ригидности сосудов (AASI: $R=0,36$; $p=0,01$), в то время как в менопаузальном периоде – индекс ригидности артерий (ASI: $R=0,33$; $p=0,01$). В ходе корреляционного анализа не получены достоверные корреляции кфСПВ и сердечно-лодыжечного сосудистого индекса (CAVI) с наличием АГ у женщин 2-й и 3-й группы. Взаимосвязь кфСПВ с наличием АГ у женщин подтверждена при дисперсионном анализе ($p=0,007$).

Заключение: ЦАД, кфСПВ, AASI, ASI, PWVao – прямые и косвенные показатели артериальной ригидности – взаимосвязаны с наличием АГ у женщин репродуктивного и менопаузального возраста. В связи с этим данные показатели являются потенциальными маркерами поражения органов-мишеней при АГ.

Ключевые слова: артериальная жёсткость, артериальная гипертензия, женщины, скорость пульсовой волны, менопауза, сердечно-лодыжечный сосудистый индекс.

Вклад авторов. Все авторы соответствуют критериям авторства ICMJE, принимая участие в подготовке статьи, наборе материала и его обработке.

Информация о конфликте интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Финансирование статьи. Работа выполнена без задействования грантов и финансовой поддержки от общественных, некоммерческих и коммерческих организаций.

Информация и соблюдение этических норм. Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики и принципами Хельсинкской Декларации. Исследование получило одобрение Межвузовского комитета по этике (протокол №01-18 от 25.01.2018). До включения в исследование у всех участников было получено письменное информированное согласие.

✉ IVOLGADOC@YANDEX.RU

Для цитирования: Иванова О.С., Майчук Е.Ю., Воеводина И.В., Макарова И.А., Акатова Е.В., Завьялова А.И., Николин О.П. Артериальная гипертензия и сосудистая жёсткость у женщин различных возрастных групп и репродуктивного статуса. Евразийский кардиологический журнал. 2023;(3):62-67. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2023-3-62-67>

Рукопись получена: 31.03.2023 | Рецензия получена: 06.04.2023 | Принята к публикации: 13.06.2023

© Иванова О.С., Майчук Е.Ю., Воеводина И.В., Макарова И.А., Акатова Е.В., Завьялова А.И., Николин О.П., 2023

Данная статья распространяется на условиях «открытого доступа», в соответствии с лицензией CC BY-NC-SA 4.0 («Attribution-NonCommercial-ShareAlike») / «Атрибуция-Некоммерчески-Сохранение Условий» 4.0), которая разрешает неограниченное некоммерческое использование, распространение и воспроизведение на любом носителе при условии указания автора и источника. Чтобы ознакомиться с полными условиями данной лицензии на русском языке, посетите сайт: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/deed.ru>



*Olga S. Ivanova, Elena Y. Maychuk, Irina V. Voevodina, Irina A. Makarova
Evgenia V. Akatova, Alla I. Zavyalova, Olesya P. Nikolin

ARTERIAL HYPERTENSION AND STIFFNESS IN WOMEN OF DIFFERENT AGE GROUPS AND REPRODUCTIVE STATUS

A.I. YEVDOKIMOV MOSCOW STATE UNIVERSITY OF MEDICINE AND DENTISTRY,
DELEGATSKAYA ST., 20, P. 1, MOSCOW 127473, RUSSIAN FEDERATION

*Corresponding author: Olga S. Ivanova, Cand. of Sci. (Med.), Assistant of the Department of Hospital Therapy No. 1, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow 127473, Russian Federation, ivolgadoc@yandex.ru, ORCID: 0000-0002-1266-9305, SPIN: 8726-3309

Elena Y. Maychuk, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Hospital Therapy No. 1, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow 127473, Russian Federation, ORCID: 0000-0002-0866-785X, SPIN: 5532-7898

Irina V. Voevodina, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Hospital Therapy No. 1, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow 127473, Russian Federation, ORCID: 0000-0003-2368-0582, SPIN: 2778-8885

Irina A. Makarova, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Hospital Therapy No. 1, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow 127473, Russian Federation, ORCID: 0009-0006-1893-7426, SPIN: 2709-7171

Evgenia V. Akatova, Dr. of Sci. (Med.), Professor of the Department of Hospital Therapy No. 1, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow 127473, Russian Federation, ORCID: 0009-0006-1219-1272, SPIN: 6806-0901

Alla I. Zavyalova, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor of the Department of Hospital Therapy No. 1, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow 127473, Russian Federation, ORCID: 0009-0001-1727-4388, SPIN: 4883-7130

Olesya P. Nikolin, Cand. of Sci. (Med.), Associate Professor, Department of Hospital Therapy No. 1, A.I. Yevdokimov Moscow State University of Medicine and Dentistry, Delegatskaya St., 20, p. 1, Moscow 127473, Russian Federation, ORCID: 0009-0009-9719-6081, SPIN: 9958-9093

SUMMARY

Objective: study of the relationship between arterial hypertension and arterial stiffness in women to identify potential markers of target organ damage and therapeutic targets of antihypertensive therapy.

Materials and methods: the study involved 161 women who were divided into three groups depending on age and reproductive function. Group 1 consisted of 52 women aged 18 to 30; group 2 – 54 women aged 31 years before menopause; 3rd group – 55 women in the postmenopausal period. All women were questioned, clinical examination, determination of anthropometric data, measurement of carotid-femoral pulse wave velocity, determination of arterial stiffness by volumetric sphygmography, 24-hour blood pressure monitoring with assessment of aortic stiffness and characteristics of the central pulse wave.

Results: 24-hour blood pressure monitoring revealed arterial hypertension in 38 (34,8%) women: 15 (27,8%) women in the 2nd group and 23 (41,8%) women in the 3rd group. Correlation analysis revealed the most significant correlations between the presence of arterial hypertension ($R=0,45-0,71$; $p<<0,01$) with central aortic pressure, double product index and average daily aortic pulse wave

velocity in the aorta (PWVao), regardless of the state reproductive function. For women of reproductive age with arterial hypertension, the ambulatory vascular stiffness index (AASI: $R=0,36$; $p=0,01$) is more significant, while in the menopausal period, the arterial stiffness index (ASI: $R=0,33$; $p=0,01$). Correlation analysis did not reveal significant relationships between carotid-femoral pulse wave velocity and cardio-ankle vascular index (CAVI) with arterial hypertension in women of the 2nd and 3rd groups. The relationship between carotid-femoral pulse wave velocity and arterial hypertension in women was confirmed by analysis of variance ($p=0,007$).

Conclusion: Central aortic pressure, carotid-femoral pulse wave velocity, AASI, ASI, PWVao – direct and indirect indicators of arterial stiffness – are interconnected with the presence of arterial hypertension in women of reproductive and menopausal age. In this regard, these indicators are potential markers of target organ damage in arterial hypertension.

Key words: arterial stiffness, arterial hypertension, women, pulse wave velocity, menopause, cardio-ankle vascular index.

Authors' contributions. All authors meet the ICMJE criteria for authorship, participated in the preparation of the article, the collection of material and its processing.

Conflict of Interest. All authors declare that there is no potential conflict of interest requiring disclosure in this article.

Funding for the article. The work was carried out without the involvement of grants and financial support from public, non-profit and commercial

organizations.

Information about ethics. The study was performed in accordance with the standards of good clinical practice and the principles of the Declaration of Helsinki. The study was approved by the Interuniversity Ethics Committee (protocol No. 01-18 dated January 25, 2018). Written informed consent was obtained from all participants prior to enrollment in the study.

✉ IVOLGADOC@YANDEX.RU

For citation: Olga S. Ivanova, Elena Y. Maychuk, Irina V. Voevodina, Irina A. Makarova, Evgenia V. Akatova, Alla I. Zavyalova, Olesya P. Nikolin. Arterial hypertension and stiffness in women of different age groups and reproductive status. Eurasian heart journal. 2023;(3):62-67 (In Russ.). <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2023-3-62-67>

Received: 31.03.2023 | Revision Received: 06.04.2023 | Accepted: 13.06.2023

© Olga S. Ivanova, Elena Y. Maychuk, Irina V. Voevodina, Irina A. Makarova, Evgenia V. Akatova, Alla I. Zavyalova, Olesya P. Nikolin, 2023

This is an open access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International (CC BY-NC-SA 4.0) License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original author and source are credited.

ВВЕДЕНИЕ

АГ является главным фактором риска развития ишемической болезни сердца, хронической сердечной недостаточности, хронической болезни почек и цереброваскулярных заболеваний. Риск развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) прямо пропорционален степени АГ и поражению органов-мишеней. Одним из критериев поражения органов-мишеней является артериальная жёсткость, которая общепринято оценивается в эластичной аорте. Главной функцией аорты является демпфирующая функция, обеспечивающая «сглаживание» ударной волны за счёт преобразования кинетической энергии систолического выброса в потенциальную энергию растяжения стенки аорты. Таким образом, эластичность аортальной стенки обеспечивает протекцию нежному микроциркуляторному руслу органов-мишеней АГ.

Риск развития ССЗ увеличивается с возрастом – доказана прямая связь между риском сердечно-сосудистых событий и АГ во всех возрастных группах. При этом для более молодых пациентов большее значение имеет диастолическое артериальное давление (ДАД), которое с возрастом снижается пропорционально увеличению жёсткости сосудистой стенки и повышению уровня и патологической значимости систолического артериального давления (САД). Интегральным и удобным для оценки показателем влияния АД на риск ССЗ является пульсовое артериальное давление (ПАД), коррелирующее с индексом аугментации, характеризующим прирост САД за счёт наложения отражённых волн при увеличении ригидности аорты. Увеличение САД характеризует рост постнагрузки на левый желудочек (ЛЖ), следствием чего является гипертрофия миокарда ЛЖ и увеличение его потребности в кислороде, что происходит на фоне гипоперфузии коронарных артерий в связи со снижением ДАД. В большинстве возрастов сердечно-сосудистый риск для мужчин выше, чем для женщин. Равновесие достигается лишь при достижении женщинами периода постменопаузы. Развитию ССЗ в периоде постменопаузы посвящены крупные многоцентровые исследования: Healthy Women Study (HWS), Study of Women's Health across the Nation (SWAN), the Nurses' Health Study (NHS), Framingham Heart Study. Результаты данных исследований согласованно свидетельствуют об активации развития АГ и атерогенеза на фоне дефицита эстрогенов, приводящего к формированию метаболического менопаузального синдрома, эндотелиальной дисфункции и активации ренин-ангиотензин-альдостероновой системы [1]. Эндотелиальная дисфункция лежит в основе патогенеза гестационной АГ, преэклампсии и предрасполагает женщин к метаболическим нарушениям, АГ и ускоренному повреждению органов-мишеней в будущем [2]. АГ диагностируется у 8% женщин репродуктивного возраста, что чаще всего обусловлено гиперактивностью симпатической нервной систе-

мы в данный период жизни женщины [3] и гиперкинетическим типом гемодинамики.

На сегодняшний день АГ остаётся ведущим фактором риска ССЗ [4], увеличивая показатели заболеваемости и смертности по кардиологическим причинам. Изучение взаимосвязи АГ и жёсткости сосудистой стенки позволяет учёным идентифицировать возможные патофизиологические основы поражения органов-мишеней при АГ. Исследование артериальной жёсткости является простым неинвазивным методом оценки ССЗ. Разработаны и внедрены в практику такие показатели как кфСПВ, AASI, ASI, индекс аугментации (Ai) [5]. Измеренная в аорте кфСПВ признана золотым стандартом определения артериальной жёсткости и внедрена в алгоритм исследования пациентов с АГ в последних рекомендациях ESC/ESH [6]. Однако диагностическая ценность кфСПВ ограничивается зависимостью данного показателя от уровня артериального давления (АД) у пациента во время исследования и конституциональных особенностей. Всё это привело к необходимости разработки новых методов и индексов жёсткости сосудистой стенки, одним из которых является CAVI, основанный на индексе жёсткости β , имеющем линейную зависимость от уровня АД [7]. Также разработаны методы измерения среднесуточных показателей для более точной и независимой оценки артериальной жёсткости [8].

Помимо диагностических целей и стратификации рисков показатели артериальной ригидности могут и должны быть использованы в качестве терапевтической мишени в клинической практике. В связи с этим необходимо определение достоверных корреляций показателей сосудистой жёсткости с патологическим фактором.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 161 женщина, которые были разделены на три группы в зависимости от возраста и репродуктивной функции. 1-ю группу составили 52 женщины в возрасте от 18 до 30 лет; 2-ю группу – 54 женщины от 31 года до наступления менопаузы; 3-ю группу – 55 женщин в периоде постменопаузы. В группы 1 и 2 включались женщины с сохранённой репродуктивной функцией. Критерием отбора являлось наличие одного и более фактора риска ССЗ и отсутствие медикаментозной терапии на момент обследования. До начала обследования все участницы дали письменное информированное согласие на участие в исследовании. Исследование получило одобрение Межвузовского комитета по этике (протокол №01-18 от 25.01.2018).

Всем участницам исследования проводилось анкетирование, клиническое обследование, определение антропометрических данных, измерение кфСПВ, определение артериальной ригидности методом объёмной сфигмографии, СМАД с оценкой показателей жёсткости аорты, центрального давления в аорте и характеристик центральной пульсовой волны.

Таблица 1. Офисное артериальное давление в группах 2 и 3
Table 1. Office blood pressure in groups 2 and 3

Категория АД	САД (мм рт. ст.)	ДАД (мм рт. ст.)	группа 2 абс. (%) n=54	группа 3 абс. (%) n=55
Оптимальное	<120	<90	13 (24,1)	11 (20)
Нормальное	120-129	80-84	7 (13,0)	8 (14,5)
Высокое нормальное	130-139	85-89	10 (18,5)	10 (18,2)
АГ 1 степени	140-159	90-99	20 (37,0)	21 (38,2)
АГ 2 степени	160-179	100-109	4 (7,4)	4 (7,3)
АГ 3 степени	≥180	≥110	0	1 (1,8)

Измерение кфСПВ проводилось на отрезке от сонной до бедренной артерии неинвазивным доплеровским методом при помощи ультразвукового доплеровского аппарата Pulse Trace PWV (Micro Medical, Великобритания).

Проводилось исследование артериальной ригидности методом объёмной сфигмографии с использованием сфигмоманометра и сфигмографа VaSera VS-1500N (Fukuda Denshi, Япония), позволяющего получить интегральный независимый от уровня АД показатель сосудистой жёсткости CAVI [9,10].

Среднесуточная СПВ, ЦАД и другие показатели сосудистой жёсткости оценивались с помощью системы суточного мониторинга артериального давления с осциллометрическим методом BPLab® с использованием технологии Vasotens (ООО «Петр Телегин», г. Нижний Новгород).

Методы статистической обработки данных: расчет меры связи – ранговый корреляционный анализ Спирмена (R) и проверка его значимости; дисперсионный анализ ANOVA. Статистическая обработка выполнена с помощью статистического пакета Statistica for Windows 10.0.

РЕЗУЛЬТАТЫ

По данным офисного измерения АД была выявлена АГ у 24 (44,4%) женщин 2-й группы и 26 (47,3%) женщин 3-й группы в соответствии с классификацией офисных значений АД [11] (табл. 1.). Среди женщин до 30 лет АГ при офисном измерении АД не зафиксирована.

В соответствии с рекомендованными критериями по данным СМАД у 38 (34,8%) женщин была выявлена АГ: 15 (27,8%) женщин во 2-й группе и 23 (41,8%) женщины в 3-й группе. Аналогично офисным показателям в 1-й группе по данным СМАД АГ не диагностирована.

В связи с известной зависимостью сосудистой жёсткости от АД проведен анализ взаимосвязи комплекса показателей артериальной ригидности с наличием АГ у женщин с сохраненной репродуктивной функцией и менопаузального возраста (табл. 2.).

Ожидаемыми являются полученные прямые корреляции наличия АГ с уровнем центрального и периферического АД в обеих группах и ИДП, который прямо пропорционален уровню САД. Необходимо обратить внимание на более сильные взаимосвязи, полученные в 3-й группе, а также значимость показателей утренней динамики в периоде менопаузы. В отличие от среднесуточной скорости пульсовой волны в аорте (PWVao), по данным корреляционного анализа кфСПВ (группа 2: $p=0,2$; группа 3: $p=0,06$) и CAVI (группа 2: $p=0,8$; группа 3: $p=0,6$) не имеют достоверной взаимосвязи с наличием АГ.

В связи с этим для уточнения полученных данных был проведен дисперсионный анализ всех исследуемых показателей среди женщин 2-й и 3-й групп с наличием и без АГ. В таблице 3 представлены те показатели, которые имеют достоверное различие в данных группах, а следовательно зависят от наличия АГ. Результаты дисперсионного анализа подтвердили данные корреляционного анализа, за исключением полученного до-

Таблица 2. Взаимосвязь наличия артериальной гипертензии с показателями артериальной ригидности и суточной динамики ЦАД у женщин в группах 2 и 3

Table 2. Correlation between the presence of arterial hypertension and arterial stiffness and daily dynamics of central aortic pressure in women in groups 2 and 3

группа 2 n=15			группа 3 n=23		
Показатели	R	p	Показатели	R	p
САД _{ао}	0,69	<<0,01	САД _{ао}	0,71	<<0,01
ДАД _{ао}	0,66	<<0,01	ДАД _{ао}	0,68	<<0,01
ПАД _{ао}	0,31	0,03	ПАД _{ао}	0,44	<<0,01
ПАД	0,29	0,03	ПАД	0,41	<<0,01
PWV _{ао}	0,46	<<0,01	PWV _{ао}	0,45	<<0,01
ИДП день	0,51	<<0,01	ИДП день	0,54	<<0,01
ИДП ночь	0,50	<<0,01	ИДП ночь	0,47	<<0,01
(dp/dt) _{max}	0,35	0,01	(dp/dt) _{max}	0,39	<<0,01
CAV _{lao}	0,31	0,02	ABI	-0,31	0,02
AASI	0,36	0,01	ASI	0,33	0,01
			ВУП ДАД	0,44	<<0,01
			СУП ДАД	0,35	0,02
кфСПВ	0,31	0,2	кфСПВ	0,32	0,06
CAVI	0,16	0,8	CAVI	0,21	0,6

Примечание/Note: R – коэффициент корреляции Спирмена (Spearman correlation coefficient); p – уровень достоверности (the level of confidence);

ABI – лодыжечно-плечевой индекс (ankle-brachial index); AASI – амбулаторный индекс ригидности сосудов (ambulatory arterial stiffness index); PWV_{ао} – среднесуточная скорость пульсовой волны в аорте (average daily aortic pulse wave velocity); RWTT – время распространения отраженной волны (reflected wave transit time); (dp/dt)_{max} – максимальная скорость нарастания артериального давления в аорте (the maximum rate of rise of blood pressure in the aorta); CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index); CAV_{lao} – среднесуточный сердечно-лодыжечный сосудистый индекс в аорте (average daily aortic cardio-ankle vascular index); ASI – индекс ригидности артерий (arterial stiffness index); кфСПВ – каротидно-фemorальная скорость пульсовой волны (cfPWV – carotid-femoral pulse wave velocity); ИДП – индекс двойного произведения (DPI – double product index); ПАД – пульсовое АД (PBP – pulse blood pressure); САД_{ао} – систолическое АД в аорте (SBP_{ао} – systolic blood pressure in the aorta); ДАД_{ао} – диастолическое АД в аорте (DBP_{ао} – diastolic blood pressure in the aorta).

стоверно более высокого уровня кфСПВ у женщин с наличием АГ. При этом также в исследуемой нами когорте не выявлена зависимость CAVI от наличия АГ ($p=0,16$), что соответствует многочисленным литературным данным [7,9].

ОБСУЖДЕНИЕ

Несомненна взаимосвязь сосудистой жёсткости с наличием АГ и взаимное потенцирование этих двух процессов. В последние годы активно изучаются механизмы формирования и определяются показатели артериальной ригидности, наиболее подверженные влиянию АГ, в различных когортах [12]. В соответствии с литературными данными в проведенном исследовании выявлена корреляция наличия АГ с PWVao у женщин старше 30 лет, но не получено свойственное женщинам-гипертоникам увеличение аугментации [13]. При этом особенностью центральной гемодинамики у женщин является физиологически более ранний возврат отражённой волны в аорту, что обусловлено анатомическими особенностями строения сосудистой системы. Основными показателями, характеризующими распространение отражённой волны, являются индекс аугментации и время распространения отражённой волны (RWTT). У женщин более короткое сосудистое русло, меньший диаметр и протяжённость аорты [14], в связи с чем достоверно выше показатели ЦАД, что согласуется с полученными результатами у женщин с АГ. AASI является мерой динамического соотношения диастолического и систолического артериального давления в течение дня и по литературным данным ассоциирован с риском сердечно-сосудистых событий у гипертоников. Проведенный дисперсионный анализ подтвердил значимость AASI для женщин с наличием АГ, а результаты корреляционного

анализа показали его большую специфичность для женщин репродуктивного возраста в отличие от индекса ригидности артерий ASI. Положительная корреляция ASI с наличием АГ была получена только у женщин менопаузального возраста. Отсутствие достоверных взаимосвязей кфСПВ и CAVI с наличием АГ, вероятно, обусловлено низкими значениями АД в группах: преобладание АГ 1 степени.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ЦАД, кфСПВ, AASI, ASI, PWVao – прямые и косвенные показатели артериальной ригидности – взаимосвязаны с наличием АГ у женщин репродуктивного и менопаузального возраста. В связи с этим данные показатели являются потенциальными маркерами поражения органов-мишеней при АГ, что требует дальнейшего изучения. Наиболее приемлемыми методами выявления поражения органов-мишеней у женщин, страдающих артериальной гипертензией, являются СМАД с определением среднесуточных показателей артериальной ригидности и ультразвуковой доплеровский метод, позволяющий получить кфСПВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ/ REFERENCES:

1. Stachenfeld, NS. Hormonal changes during menopause and the impact on fluid regulation. *Reproductive Sciences*. 2014;21(5):555-561. <https://doi.org/10.1177/1933719113518992>
2. Candela J., Wang R., White C. Microvascular Endothelial Dysfunction in Obesity Is Driven by Macrophage-Dependent Hydrogen Sulfide Depletion. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*. 2017;37(5):889-899. <https://doi.org/10.1161/ATVBAHA.117.309138>
3. Bateman BT., Shaw KM., Kuklina EV. et al. Hypertension in Women of Reproductive Age in the United States: NHANES 1999-2008. *PLoS One*. 2012;7(4):1-7. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0036171>

Таблица 3. Показатели артериальной ригидности и суточной динамики ЦАД у женщин 2-й и 3-й групп с наличием и без артериальной гипертензии

Table 3. Indicators of arterial stiffness and daily dynamics of central aortic pressure in women of the 2nd and 3rd groups with and without arterial hypertension

Показатель	АГ (n=38)	Без АГ (n=71)	Дисперсионный анализ ANOVA p
кфСПВ	13,1±4,9	10,7±3,7	0,007
PWVao	10,1±1	8,4±1,4	<<0,001
ASI	151,4±21,2	133,7±15,3	<<0,001
AASI	0,27±0,18	0,4±0,23	0,005
CAVlao	21,4±4,1	18,1±5,8	0,006
RWTT	123,5±9,3	128,6±11,9	0,03
(dp/dt)max	581,5±157	485,7±97,4	0,0002
ПАД	51,3±10,1	41,6±6,2	<<0,001
САДao	128,6±8,8	108,4±7,1	<<0,001
ДАДao	89,7±6	76±5,8	<<0,001
ПАДao	51±9,7	41,9±5,8	<<0,001
ИДП	113,4±16,7	91,9±15,2	<<0,001
CAVI	7,3±1,2	7,04±0,95	0,16

Примечание/Note: p – уровень достоверности (the level of confidence);

ABI – лодыжечно-плечевой индекс (ankle-brachial index); AASI – амбулаторный индекс ригидности сосудов (ambulatory arterial stiffness index); PWVao – среднесуточная скорость пульсовой волны в аорте (average daily aortic pulse wave velocity); RWTT – время распространения отражённой волны (reflected wave transit time); (dp/dt)max – максимальная скорость нарастания артериального давления в аорте (the maximum rate of rise of blood pressure in the aorta); CAVI – сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (cardio-ankle vascular index); CAVlao – среднесуточный сердечно-лодыжечный сосудистый индекс в аорте (average daily aortic cardio-ankle vascular index); ASI – индекс ригидности артерий (arterial stiffness index); кфСПВ – каротидно-фemorальная скорость пульсовой волны (cfPWV – carotid-femoral pulse wave velocity); ИДП – индекс двойного произведения (DPI – double product index); ПАД – пульсовое АД (PBP – pulse blood pressure); САДao – систолическое АД в аорте (SBPao – systolic blood pressure in the aorta); ДАДao – диастолическое АД в аорте (DBPao – diastolic blood pressure in the aorta).

4. Mozaffarian D, Benjamin EJ, Go AS, et al. Heart disease and stroke statistics 2016 update: a report from the American Heart Association. *Circulation*. 2016;133(4):e38–360. <https://doi.org/10.1161/CIR.0000000000000350>
5. Loefer LR, Meyer ML, Poon AK, et al. Prediabetes and diabetes are associated with arterial stiffness in older adults: the ARIC study. *Am J Hypertens*. 2016;29:1038–45. <https://doi.org/10.1093/ajh/hpw036>
6. Williams B, Mancia G, Spiering W, et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension. *Eur Heart J*. 2018;39(33):3021–3104. <https://doi.org/10.1093/eurheartj/ehy339>
7. Hayashi K., Handa H., Nagasawa S. et al. Stiffness and elastic behavior of human intracranial and extracranial arteries. *Journal of Biomechanics*. 1980;13(2):175–84. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(80\)90191-8](https://doi.org/10.1016/0021-9290(80)90191-8)
8. Mitchell GF., Hwang SJ., Larson MG. et al. Transfer function-derived central pressure and cardiovascular disease events: the Framingham Heart Study. *Journal of Hypertension*. 2016;34(8):1528–1534. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000000968>
9. Fortier C., Desjardins MP., Agharazii M. Aortic-Brachial Pulse Wave Velocity Ratio: A Measure of Arterial Stiffness Gradient Not Affected by Mean Arterial Pressure. *Pulse (Basel)*. 2018;5(1–4):117–124. <https://doi.org/10.1159/000480092>
10. Takahashi K., Yamamoto T., Tsuda S. et al. Coefficients in the CAVI Equation and the Comparison Between CAVI With and Without the Coefficients Using Clinical Data. *Journal of Atherosclerosis and Thrombosis*. 2019;26(5):465–475. <https://doi.org/10.5551/jat.44834>
11. Williams B., Mancia G., Spiering W. et al. 2018 ESC/ESH Guidelines for the management of arterial hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension: The Task Force for the management of arterial hypertension of the European Society of Cardiology and the European Society of Hypertension. *Journal of Hypertension*. 2018;36(10):1953–2041. <https://doi.org/10.1097/HJH.0000000000001940>
12. Safar ME., Asmar R., Benetos A. et al. Interaction between hypertension and arterial stiffness. *Hypertension*. 2018;72(4):796–805. <https://doi.org/10.1161/HYPERTENSIONAHA.118.11212>
13. de Mendonça GS., de Souza DF., de Alvarenga Cunha Brunelli AC. et al. Arterial stiffness in elderly patients with normotension and hypertension in Brazil. *American Journal of Hypertension*. 2018;20(9):1285–1293. <https://doi.org/10.1111/jch.13358>
14. Подзолков В.И., Брагина А.Е. Эссенциальная артериальная гипертония у женщин или женская артериальная гипертония? Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2012;11(1):79–84. [Podzolkov V.I., Bragina A.E. Essencial'naya arterial'naya gipertenziya u zhenshchin ili zhenskaya arterial'naya gipertenziya? Cardiovascular Therapy and Prevention. 2012;11(1):79–84. (In Russ.)]