



## Анализ факторов, связанных с артериальной жесткостью, в общей популяции трудоспособного возраста

Кавешников В. С., Трубачева И. А., Серебрякова В. Н.

**Цель.** Изучить ассоциацию классических, поведенческих, социальных факторов риска (ФР) сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) с сердечно-лодыжечным сосудистым индексом (СЛСИ) у взрослого неорганизованного населения.

**Материал и методы.** Объект исследования — 1365 человек (59% — женщины) из репрезентативной выборки 25-64 лет (ЭССЕ-РФ), которым проведен стандартный кардиологический скрининг, объемная сфигмография (VaSera-1500) и получены пригодные для анализа результаты. Все респонденты подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. В анализ включали блоки классических, социальных и поведенческих ФР ССЗ. Для выявления ассоциаций использовали линейную модель. Вероятность ошибки <5% считали статистически значимой.

**Результаты.** С более высокими значениями СЛСИ ассоциировались — возраст, пол, систолическое артериальное давление (САД), триглицериды, с более низкими — индекс массы тела (ИМТ), соответственно. После 45 лет все большее значение имела прямая ассоциация с частотой сердечных сокращений (ЧСС), после 50 лет — с сахарным диабетом (СД) и приемом бета-блокаторов, при этом связь СД и СЛСИ наблюдалась только среди лиц, не принимающих ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ). Прямая ассоциация выявлена с высокочувствительным С-реактивным белком (вСРБ) у мужчин, обратная — с приемом диуретиков у женщин, соответственно. Малоподвижный тип трудовой деятельности в сочетании с перенесенным бронхитом или с отягощенной наследственностью по ССЗ показали прямую, а достаточный уровень интенсивной физической активности (ФА) — обратную связь с исследуемым показателем, но только среди лиц с достатком ниже среднего.

**Заключение.** Согласно полученным данным, кроме возраста и пола значительный вклад в формирование показателей СЛСИ в обследованной популяции вносили следующие ФР — ИМТ, САД, триглицериды, СД, ЧСС, прием бета-блокаторов, диуретиков, иАПФ; вСРБ, ФА. Показана неблагоприятная роль приема бета-блокаторов, высокой ЧСС, СД, низкой ФА на работе, хронической патологии легких, наследственной отягощенности, а также протективная роль приема иАПФ, диуретиков и интенсивной ФА в отношении артериальной жесткости у населения трудоспособного возраста. Для прояснения природы ряда ассоциаций нужны дополнительные исследования. Полученные результаты могут способствовать изучению роли СЛСИ в стратификации риска и дальнейшему развитию методических подходов к профилактике ССЗ.

**Ключевые слова:** популяционное исследование, артериальная жесткость, жесткость сосудов, факторы риска, ассоциации.

**Отношения и деятельность:** нет.

**Благодарности.** Авторы признательны всем участникам исследования ЭССЕ-РФ (Томск) за их неоценимый вклад в сбор данных, использованных в данной статье. Отдельную благодарность авторы выражают д.б.н., профессору А. Н. Рогозе (Москва) за консультирование по методике объемной сфигмографии, д.м.н. Ю. В. Жернаковой (Москва) за координацию исследования ЭССЕ-РФ, к.м.н. А. А. Бродской (Томск) за выполнение объемной сфигмографии, Т. И. Коткиной (Москва) за определение вСРБ и некоторых параметров липидного профиля в рамках исследования ЭССЕ-РФ.

НИИ кардиологии, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск, Россия.

Кавешников В. С.\* — к.м.н., с.н.с. отделения популяционной кардиологии, ORCID: 0000-0002-0211-4525, Трубачева И. А. — д.м.н., зам. директора по научно-организационной работе, руководитель отделения популяционной кардиологии, ORCID: 0000-0003-1063-7382, Серебрякова В. Н. — к.м.н., руководитель лаборатории регистров сердечно-сосудистых заболеваний, высокотехнологичных вмешательств и телемедицины, ORCID: 0000-0002-9265-708X.

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):  
kave@ngs.ru

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, АЖ — артериальная жесткость, ББ — бета-блокаторы, вСРБ — высокочувствительный С-реактивный белок, иАПФ — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, ИМТ — индекс массы тела, САД — систолическое артериальное давление, СД — сахарный диабет, СЛСИ — сердечно-лодыжечный сосудистый индекс, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ССР — сердечно-сосудистый риск, ФА — физическая активность, ФР — факторы риска, ЧСС — частота сердечных сокращений.

Рукопись получена 11.04.2022

Рецензия получена 21.04.2022

Принята к публикации 30.04.2022



**Для цитирования:** Кавешников В. С., Трубачева И. А., Серебрякова В. Н. Анализ факторов, связанных с артериальной жесткостью в общей популяции трудоспособного возраста. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(5):5002. doi:10.15829/1560-4071-2022-5002. EDN IEPFNA

## Analysis of factors associated with arterial stiffness in the general working-age population

Kaveshnikov V. S., Trubacheva I. A., Serebryakova V. N.

**Aim.** To examine associations of cardio-ankle vascular index (CAVI) with classical, behavioral and social risk factors (RFs) of cardiovascular disease (CVD) in adult population.

**Material and methods.** The study included 1365 people (women, 59%) from a representative sample aged 25-64 years (ESSE-RF), who underwent standard cardiology screening and volume sphygmography (VaSera-1500). All respondents signed an informed consent to participate in the study. The analysis included blocks of classical, social and behavioral risk factors for CVD. A linear model was used to identify associations. An error rate of <5% was considered significant.

**Results.** Age, sex, systolic blood pressure (SBP), triglycerides were associated with higher CAVI values, and body mass index (BMI) was associated with lower values, respectively. After 45 years, a direct association with heart rate (HR) became increasingly important, while after 50 years — with diabetes and the intake of beta-blockers, while the association between diabetes and CAVI was observed only among individuals not taking angiotensin-converting enzyme (ACE) inhibitors. A direct association was found with high-sensitivity C-reactive protein (hsCRP) in men, and an inverse association with diuretics in women, respectively. A sedentary work in combination with a history of bronchitis or with positive family history for CVD showed a direct relationship, while a sufficient physical activity (PA) showed an

inverse relationship with the studied indicator, but only among people with below-average income.

**Conclusion.** According to the data obtained, in addition to age and sex, the following risk factors made a significant contribution to CAVI parameters in the examined population: BMI, SBP, triglycerides, diabetes, HR, intake of beta-blockers, diuretics, ACE inhibitors; hsCRP, PA. The unfavorable role of beta-blockers, high HR, diabetes, sedentary work, chronic lung pathology, hereditary burden, as well as the protective role of ACE inhibitors, diuretics and intense PA in relation to arterial stiffness in the working-age population has been shown. Additional studies are needed to determine the nature of a number of associations. The results obtained may contribute to the study of CAVI role in risk stratification and further development of methodological approaches to CVD prevention.

**Keywords:** population study, arterial stiffness, vascular stiffness, risk factors, associations.

**Relationships and Activities:** none.

**Acknowledgments.** The authors are grateful to all participants of the ESSAY-RF study (Tomsk) for their invaluable contribution to the collection of data used in this article. The authors express special gratitude to the Doctor of Biological

Sciences, Professor A. N. Rogoza (Moscow) for consulting on the methodology of volumetric sphygmography, Doctor of Medical Sciences Yu. V. Zhernakova (Moscow) for coordinating the study of the ESSAY-RF, Ph.D. A. A. Brodskaya (Tomsk) for performing volumetric sphygmography, T. I. Kotkina (Moscow) for the determination of the hsCRP and some parameters of the lipid profile in the framework of the ESSE-RF study.

Cardiology Research Institute, Tomsk National Research Medical Center, Tomsk, Russia.

Kaveshnikov V.S.\* ORCID: 0000-0002-0211-4525, Trubacheva I.A. ORCID: 0000-0003-1063-7382, Serebryakova V.N. ORCID: 0000-0002-9265-708X.

\*Corresponding author: kave@ngs.ru

**Received:** 11.04.2022 **Revision Received:** 21.04.2022 **Accepted:** 30.04.2022

**For citation:** Kaveshnikov V.S., Trubacheva I.A., Serebryakova V.N. Analysis of factors associated with arterial stiffness in the general working-age population. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(5):5002. doi:10.15829/1560-4071-2022-5002. EDN IEPFNA

Сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) остаются ведущей причиной смертности населения в трудоспособном возрасте и наносят значительный ущерб народному хозяйству РФ. Одним из подходов к решению данной проблемы является предупреждение ССЗ путем раннего выявления и коррекции факторов риска (ФР) [1]. Под действием ФР с возрастом развиваются патологические изменения в сосудах, лежащие в основе ССЗ. При подверженности одним и тем же ФР индивидуальные последствия для сердечно-сосудистого здоровья могут быть разные. В такой ситуации инструментальная оценка состояния сосудов может повлиять на стратификацию сердечно-сосудистого риска (ССР) и дальнейшее лечение. К примеру, если изменения в сосудах “опережают” уровень ССР, то лечение целесообразно начать в более раннем возрасте и коррекцию ФР проводить более строго. Без учета данного аспекта возможности первичной профилактики ССЗ в ряде случаев могут быть упущены, несмотря на лечение, предпринятое в более позднем возрасте [2].

Артериальная жесткость (АЖ) — показатель состояния артерий, тесно связанный с понятием “сосудистый возраст” и “раннее сосудистое старение”, мощный предиктор ССР, кардиальной и общей смертности [2, 3]. Полагают, что АЖ наиболее точно отражает степень возрастных изменений в артериях (артериосклероз) [2]. Золотым стандартом определения АЖ считается каротидно-фemorальная скорость распространения пульсовой волны, определенная с помощью апplanationной тонометрии. Вместе с тем внимание исследователей привлекает метод объемной сфигмографии, позволяющий оценивать АЖ по сердечно-лodyжечному сосудистому индексу (СЛСИ, англ. CAVI). Данный показатель отражает жесткость аорты и магистральных артерий нижних конечностей, мало зависит от уровня артериально-

го давления (АД) в момент измерения, показывает, таким образом, “истинную АЖ” [4]. СЛСИ дает возможность выявить раннее повреждение сосудов, в т.ч. среди лиц с артериальной гипертензией (АГ), сахарным диабетом (СД), дислипидемией, и может быть полезен для оценки сосудистого здоровья при массовых обследованиях населения [5].

Продолжает изучаться возможность практического использования СЛСИ для стратификации ССР. В настоящее время нет однозначного мнения по ряду вопросов, в частности — влияние каких факторов кроме АГ и возраста отражает данный показатель [2]. Сообщается о взаимосвязи СЛСИ с отдельными ФР — возрастом, полом, АД, показателями массы тела, липидного и углеводного обмена [5-12]. Данных о характере взаимоотношений между ФР и СЛСИ в популяции РФ недостаточно. Цель данной работы — изучить связь классических, поведенческих и социальных ФР ССЗ с СЛСИ у взрослого неорганизованного населения трудоспособного возраста.

### Материал и методы

Проанализированы данные 1365 респондентов из репрезентативной выборки неорганизованного населения 25-64 лет, сформированной в рамках исследования ЭССЕ-РФ [13], которым проведен стандартный кардиологический скрининг, объемная сфигмография и получены пригодные для анализа результаты. Все обследованные подписывали добровольное информированное согласие на участие в исследовании. Измерение СЛСИ осуществляли аппаратом VaSera-1500 (Fukuda Denshi) в соответствии с методикой, опубликованной ранее [4]. Анализируемая выборка была взвешена по половозрастному составу обследованной популяции, не включала случаи с значениями лodyжечно-плечевого индекса <0,9 (2,5%).

Таблица 1

Сравнительная характеристика обследованной выборки

Фактор	Мужчины (n=560)	Женщины (n=805)	p
Возраст, лет, m(se)*	45,2 (0,49)	47,2 (0,41)	0,001
Пол, %	41,5	58,5	-
Сердечно-лodgeжечный сосудистый индекс, m(se)	7,39 (0,06)	7,06 (0,05)	<0,001
Высшее образование, %	53,1	50,8	0,408
Малоподвижный тип трудовой деятельности, %	41,4	42,1	0,796
Достаточный уровень интенсивной ФА, %	23,5	16,7	0,002
Сердечно-сосудистые заболевания, %	12,1	11,2	0,602
Сахарный диабет, %	4,5	7,3	0,035
Бронхит в анамнезе, %	15,7	14,9	0,653
Заболевания почек в анамнезе, %	14,5	23,5	<0,001
Регулярное курение, %	41,2	14,3	<0,001
Бета-блокаторы, %	7,0	11,0	0,012
Ингибиторы АПФ, %	13,5	18,1	0,021
Диуретики, %	7,9	11,5	0,026
Статины, %	3,0	3,1	0,893
Систолическое АД, мм рт.ст.	137,3 (0,82)	130,1 (0,70)	<0,001
Индекс массы тела	27,4 (0,19)	28,0 (0,23)	0,030
Общий холестерин, ммоль/л	5,6 (0,05)	5,8 (0,04)	0,001
Глюкоза, ммоль/л	5,6 (0,06)	5,5 (0,05)	0,098

Примечание: \* — m(se), среднее (стандартная ошибка среднего).

Сокращения: АД — артериальное давление, АПФ — ангиотензинпревращающий фермент, ФА — физическая активность.

В ассоциативный анализ включали возраст, пол, образование, семейное положение, количество детей, уровень достатка, тип жилища, профессию; наличие АГ, инфаркта миокарда, инсульта, СД у ближайших родственников; наличие в анамнезе заболеваний почек, ревматоидного артрита, бронхита, бронхиальной астмы; ССЗ, СД, наличие и количество компонентов метаболического синдрома по критериям IDF; уровень физической активности (ФА), курение, потребление алкоголя, избыточное потребление соли; визит к врачу за прошедший год; скорость клубочковой фильтрации, индекс массы тела (ИМТ), систолическое, диастолическое и пульсовое АД, частоту сердечных сокращений (ЧСС); прием бета-блокаторов (ББ), диуретиков, ингибиторов ангиотензинпревращающего фермента (иАПФ), антагонистов кальциевых каналов, статинов; показатели липидного профиля, высокочувствительный С-реактивный белок (вчСРБ), глюкозу.

Курящими считали лиц, выкуривающих хотя бы одну сигарету/папиросу в сутки или бросивших курить <1 года назад. Границей умеренного и чрезмерного потребления алкоголя считали 168 г этанола в нед. для мужчин и 84 г для женщин. Избыточным потреблением соли считали привычку досаливать пищу. Интенсивную ФА определяли как нагрузку не <20-30 мин, вызывающую появление пота или легкой одышки. Достаточной считали 3-5 эпизодов в нед. [14]. Скорость клубочковой фильтрации опре-

деляли по формуле “СКД-ЕPI”. Наличие заболеваний в анамнезе определяли как положительный ответ на вопрос: “Говорил ли Вам когда-нибудь врач, что у Вас имеются/имелись следующие болезни”. В качестве ССЗ учитывали стенокардию напряжения, инфаркт миокарда, мозговой инсульт. Уровень достатка определяли как шкалу от 1 до 5, ранжирующую ответы от “не хватает даже на самое необходимое” до “способны покупать такие вещи, как дом, квартиру, дорогой автомобиль”, соответственно.

Статистический анализ осуществляли в программах SPSS (13) и R (2.15). Сравнение частот проводили методом хи-квадрат и точным тестом Фишера. Для сравнения количественных показателей применяли t-test Стьюдента и критерий Манна-Уитни. Для анализа взаимосвязей использовали линейную регрессионную модель. Переменные пол, возраст, уровень достатка вводились в модель в качестве ковариант. Вероятность ошибки <5% считали статистически значимой.

**Результаты**

Характеристика обследованной выборки представлена в таблице 1. По сравнению с мужчинами женщины были в среднем на 2 года старше, чаще страдали СД, заболеваниями почек, чаще принимали ББ, иАПФ, диуретики, имели более высокий ИМТ и уровень общего холестерина. У мужчин отмечался более высокий уровень СЛСИ, систолического АД

Таблица 2

## Факторы, ассоциированные с СЛСИ по данным многофакторного анализа

Фактор	Коэффициент	t-критерий	p
Возраст	0,073	25,4	<0,001
Мужской пол	0,391	7,16	<0,001
Уровень достатка	-0,031	-1,13	0,257
Индекс массы тела	-0,056	-7,63	<0,001
Систолическое АД/10*	0,083	5,11	<0,001
Триглицериды	0,103	3,30	0,001
<b>Сахарный диабет</b>			
Возраст 50 лет	0,093	0,57	0,569
Возраст 55 лет	0,352	2,70	0,007
Возраст 60 лет	0,611	4,32	<0,001
Не принимают иАПФ	0,030	0,15	0,885
Принимают иАПФ	-0,733	-2,33	0,020
<b>Частота сердечных сокращений/10*</b>			
Возраст 40 лет	0,018	0,60	0,549
Возраст 50 лет	0,076	2,60	0,009
Возраст 60 лет	0,133	3,26	0,001
<b>Малоподвижный тип трудовой деятельности</b>			
Не было инсульта у ближайших родственников	0,048	0,81	0,418
Был инсульт у ближайших родственников	0,374	3,12	0,002
Нет бронхита в анамнезе	0,054	0,92	0,358
Есть бронхит в анамнезе	0,408	2,98	0,003
<b>Бета-блокаторы</b>			
Возраст 50 лет	0,083	0,74	0,457
Возраст 55 лет	0,243	2,43	0,015
Возраст 60 лет	0,403	3,33	0,001
<b>иАПФ</b>			
Нет сахарного диабета	0,139	1,63	0,102
Есть сахарный диабет	-0,624	-2,25	0,025
<b>Диуретики</b>			
Мужчины	0,082	0,47	0,638
Женщины	-0,306	-2,28	0,023
<b>вчСРБ (log)</b>			
Мужчины	0,087	2,58	0,010
Женщины	-0,011	-0,32	0,748
<b>Достаточный уровень интенсивной ФА</b>			
Достаток ниже среднего	-0,269	-2,18	0,029
Средний достаток	-0,092	-1,36	0,175
Достаток выше среднего	0,060	0,62	0,534

**Примечание:** \* — показан эффект увеличения показателя на 10 единиц.

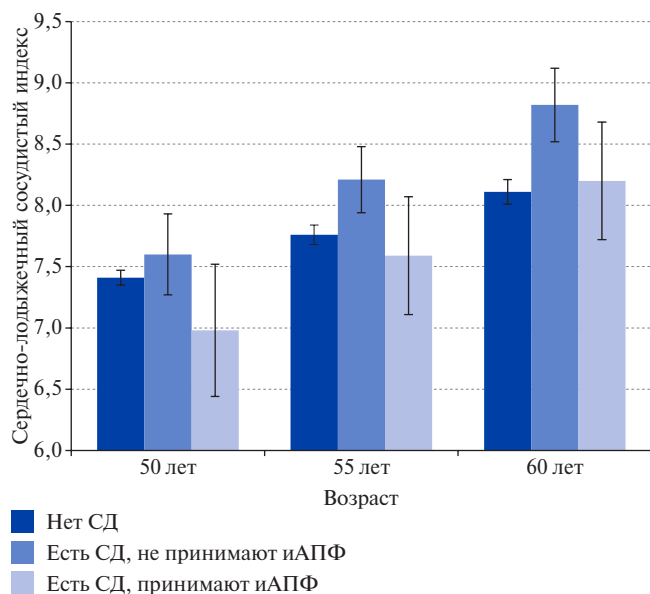
**Сокращения:** АД — артериальное давление, вчСРБ — высокочувствительный С-реактивный белок, иАПФ — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, ФА — физическая активность.

(САД), был выше процент курящих и лиц с достаточным уровнем интенсивной ФА.

Для выяснения факторов, взаимосвязанных с уровнем СЛСИ, пошаговым методом построена линейная регрессионная модель ( $F=56,97$ ;  $df=25$ ;  $p<0,001$ ;  $R^2=0,50$ ) с включением значимых взаимодействий: возраста — с СД, ББ и ЧСС; пола — с диуретиками и вчСРБ; иАПФ с СД; низкой ФА на работе — с бронхитом в анамнезе и перенесенным инсультом у ближайших родственников; достаточным

уровнем интенсивной ФА — с уровнем достатка. В таблице 2 представлены результаты регрессионного анализа.

Ведущие ассоциации отмечались для четырех факторов — возраста, ИМТ, мужского пола и САД, вместе объясняющих 92% вариации СЛСИ в рамках модели. Обращает на себя внимание обратный характер связи с ИМТ. Выявлена умеренная ассоциация исследуемого показателя с триглицеридами. После 45 лет все большее значение приобрета-



**Рис. 1.** Значения СЛСИ в зависимости от возраста, наличия СД и приема иАПФ по данным регрессионного анализа ( $m \pm 95\%$  доверительный интервал).  
**Сокращения:** иАПФ — ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента, СД — сахарный диабет.

ла ассоциация с ЧСС, после 50 лет — с СД и приемом ББ, при этом связь СД и СЛСИ наблюдалась только среди лиц, не принимающих иАПФ (рис. 1). Выявлена прямая ассоциация с исследуемым показателем в СРБ у мужчин и обратная ассоциация — приема диуретиков у женщин, соответственно. Малоподвижный тип трудовой деятельности (“работаю в основном сидя”) был прямо связан с СЛСИ только среди лиц с перенесенным бронхитом, а также при наличии у ближайших родственников инсульта в анамнезе. Обратная ассоциация с исследуемым показателем отмечалась у респондентов с достаточным уровнем интенсивной ФА, но только среди лиц с достатком ниже среднего (табл. 2).

### Обсуждение

Измерение СЛСИ дает возможность выявления раннего повреждения сосудов, что может иметь важное значение для определения градиента лечебно-профилактического вмешательства, особенно среди лиц с промежуточным ССР [2]. Ассоциативный анализ СЛСИ позволяет выделить факторы, потенциально влияющие на распределение данного показателя в популяции. В данном исследовании анализировался широкий круг социально-демографических, поведенческих и медицинских факторов. Основными детерминантами СЛСИ были — возраст, ИМТ, пол и САД. Ведущая роль возраста в формировании исследуемого показателя не вызывает сомнений [4, 5, 8, 10-12]. Одним из важных, но трудно измеряемых параметров является длительность воздействия ФР. Полагают, что возраст является в данном

аспекте наиболее близким аппроксиматором, что во многом объясняет его доминирующую роль.

Данные литературы о взаимоотношениях ИМТ и СЛСИ противоречивы. Об отрицательной взаимосвязи между ИМТ и СЛСИ кроме нашей работы сообщается в популяционных исследованиях [8, 9]. Nagayama D, et al. объясняют данный феномен с точки зрения концепции метаболически здорового ожирения. Авторы предполагают, что накопление жировой ткани само по себе может приводить к пропорциональному снижению АЖ среди лиц без ожирения, а также с метаболически-здоровым ожирением. С другой стороны, на АЖ в большей мере влияет висцеральный жир, измеряемый объемом талии, в то время как ИМТ вбирает в себя также и подкожные жировые отложения. На текущий момент взаимоотношения между избыточным весом и АЖ недостаточно изучены, и в данном направлении нужны дальнейшие исследования [8].

Согласно полученным данным, СЛСИ был выше у мужчин, чем у женщин на протяжении всего возрастного континуума. О влиянии мужского пола сообщается в работах [8-10]. Разница между полами объясняется различиями в распространенности основных ФР ССЗ [13]. Полагают, что после возраста АГ является основным фактором, приводящим к росту АЖ. Продемонстрирована умеренная ассоциация САД с СЛСИ в обследованной популяции, что подтверждает данные других исследований [4, 5, 8, 9, 11, 12]. Ни диастолическое, ни пульсовое АД не отобразились в рассматриваемую модель: по силе взаимосвязи данные показатели уступали САД.

Важная роль метаболических ФР в развитии АЖ отмечается во многих работах [5-9]. Выявлена умеренная ассоциация триглицеридов с СЛСИ, что подтверждает результаты исследований [5, 15, 16] и опровергает данные работы [17]. Связь с исследуемым показателем общего холестерина [9, 16], липопротеидов высокой плотности [8] полученные данные не подтверждают. Участвуют ли триглицериды в патогенезе атеросклероза или отражают степень инсулинрезистентности, не принимая прямого участия — остается дискуссионным вопросом [16].

Выявлена прямая ассоциация СД с исследуемым показателем, что подтверждает данные работ [7, 9]. По нашим данным СД ассоциировался с более высокими значениями СЛСИ только после 50 лет и только среди лиц, не принимающих иАПФ. Сообщается о положительном влиянии данного класса препаратов как на уровень АД, так и на показатели АЖ [18]. При приеме иАПФ у больных СД отмечалось увеличение активности брадикинина, снижение оксидативного стресса, повышение биодоступности оксида азота, снижение отложения коллагена в стенке сосуда [19].

Данные литературы о характере ассоциации между приемом ББ и АЖ нельзя назвать однозначными.

В обследованной популяции установлена прямая связь между приемом ББ и СЛСИ в возрасте после 50 лет, что контрастирует с данными ряда исследований, в которых сообщается как о положительном, так и об отсутствии влияния данного класса препаратов на показатели АЖ. Отмечается, что по влиянию на АЖ ББ уступают другим классам гипотензивных препаратов [18]. ББ могут оказывать неблагоприятное влияние на липидный и углеводный обмены [20]. Полученные данные свидетельствуют о возможности неблагоприятного влияния данного класса препаратов на показатели СЛСИ. С учетом широкой вовлеченности в развитие АЖ метаболического кластера ФР, прием ББ может способствовать развитию АЖ путем усугубления метаболических расстройств. Выраженность такого эффекта с большой долей вероятности зависит от поколения ББ, и современные препараты могут быть более безопасными в данном отношении [18, 20].

Выявлена прямая ассоциация между ЧСС и СЛСИ, которая сохраняла свою актуальность при поправке на уровень САД. Эпидемиологические исследования демонстрируют неоднозначные результаты по данной ассоциации: в половине исследований сообщается о независимой корреляции ЧСС и АЖ, в других работах данная связь объясняется преимущественно вариацией уровня АД [21]. Нужны дальнейшие исследования, которые позволят более детально рассмотреть природу выявленной ассоциации.

Установлена ассоциация ФА и СЛСИ в обследованной популяции. Анализировалось влияние ФА в двух аспектах — ФА на работе и в свободное время. Установлено, что с СЛСИ был ассоциирован малоподвижный тип трудовой деятельности. Однако ассоциация наблюдалась только при наличии у респондента перенесенного бронхита и при наличии у ближайших родственников инсульта в анамнезе. Достаточный уровень интенсивной ФА ассоциировался с более низкими значениями СЛСИ, но только среди лиц с уровнем достатка ниже среднего. Хроническая патология легких, недостаточная ФА, а также отсутствие интенсивной ФА — известные детерминанты АЖ [2]. Наличие перенесенного инсульта у ближайших родственников является показателем отягощенной наследственности по ССЗ. С этой точки зрения выявленная ассоциация свидетельствует о потенциальной вовлеченности в развитие АЖ как наследственного, так и поведенческого ФР [2]. Полученные данные подчеркивают важность для сосудистого здоровья борьбы с гиподинамией, как на производстве, так и в свободное время.

Об ассоциации вчСРБ и СЛСИ сообщалось в работах [2, 5]. Полагают, что кроме АГ существенное влияние на АЖ оказывает хроническое воспаление малой активности [2]. Обратная ассоциация между приемом диуретиков и СЛСИ у женщин, по видимому, объясняется гипотензивным эффектом

данного класса препаратов [18]. Женщины принимали диуретики чаще мужчин, что может отчасти объяснить гендерную специфику выявленной ассоциации.

Полученные данные не подтверждают ряд предположений относительно связи с исследуемым показателем метаболического синдрома, количества его действующих компонентов, а также некоторых других факторов, что не опровергает их значимость для развития АЖ, а скорее свидетельствует об отсутствии независимого вклада в формирование популяционных показателей СЛСИ в контексте выявленных закономерностей. В частности, отдельные метаболические факторы лучше объясняли вариацию СЛСИ, чем метаболический синдром, определенный по критериям IDF.

**Ограничения исследования.** В качестве ограничений данного исследования следует признать одномоментный поперечный дизайн, не дающий полного представления о причинно-следственных отношениях. Высказанные в данной статье предположения носят вероятностный характер. Актуальность выявленных закономерностей нуждается в уточнении в дальнейших, в т.ч. проспективных, исследованиях.

### Заключение

Согласно полученным данным кроме возраста и пола значительный вклад в формирование показателей СЛСИ в обследованной популяции вносили следующие ФР — ИМТ, САД, триглицериды, СД, ЧСС, прием ББ, диуретиков, иАПФ; вчСРБ, ФА. Показана неблагоприятная роль приема ББ, высокой ЧСС, СД, низкой ФА на работе, хронической патологии легких, наследственной отягощенности, а также протективная роль приема иАПФ, диуретиков и интенсивной ФА в отношении АЖ у населения трудоспособного возраста. Для прояснения природы ряда ассоциаций нужны дополнительные исследования. Полученные результаты могут способствовать изучению роли СЛСИ в стратификации риска и дальнейшему развитию методических подходов к профилактике ССЗ.

**Благодарности.** Авторы признательны всем участникам исследования ЭССЕ-РФ (Томск) за их неоценимый вклад в сбор данных, использованных в данной статье. Отдельную благодарность авторы выражают д.б.н., профессору А. Н. Рогозе (Москва) за консультирование по методике объемной сфигмографии, д.м.н. Ю. В. Жернаковой (Москва) за координацию исследования ЭССЕ-РФ, к.м.н. А. А. Бродской (Томск) за выполнение объемной сфигмографии, Т. И. Коткиной (Москва) за определение вчСРБ и некоторых параметров липидного профиля в рамках исследования ЭССЕ-РФ.

**Отношения и деятельность:** все авторы заявляют об отсутствии потенциального конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

**Литература/References**

1. Kontsevaya AV, Drapkina OM, Balanova YA, et al. Economic burden of cardiovascular diseases in the Russian Federation in 2016. *Rational Pharmacotherapy in Cardiology*. 2018;14(2):156-66. (In Russ.) Концевая А.В., Драпкина О.М., Баланова Ю.А. и др. Экономический ущерб сердечно-сосудистых заболеваний в Российской Федерации в 2016 году. *Рациональная фармакотерапия в кардиологии*. 2018;14(2):156-66. doi:10.20996/1819-6446-201814-2-156-166.
2. Laurent S, Boutouyrie P, Cunha PG, et al. Concept of Extremes in Vascular Aging. *Hypertension*. 2019;74(2):218-28. doi:10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.12655.
3. Laurent S, Boutouyrie P. The structural factor of hypertension: large and small artery alterations. *Circ. Res.* 2015;116(6):1007-21. doi:10.1161/CIRCRESAHA.116.303596.
4. Rogoza AN, Zairova AR, Zhernakova YuV, et al. The state of the vascular wall in adult population of Tomsk in the framework of the project ESSE-RF. *Systemic Hypertensions*. 2014;11(4):42-8. (In Russ.) Рогоза А.Н., Заирова А.Р., Жернакова Ю.В. и др. Состояние сосудистой стенки в популяции взрослого населения на примере жителей Томска, по данным исследования ЭССЕ-РФ. *Системные гипертензии*. 2014;11(4):42-8.
5. Liu H, Hong Y, Wu X, et al. Evaluation of cardio-ankle vascular index and influencing factors in natural population of She minority in China. *Intern. Med. Open. J.* 2016;1(1):6-10. doi:10.17140/IMOJ-1-102.
6. Zairova AR, Rogoza AN, Dobrovolsky AB, et al. Arterial stiffness and vascular aging in relation to coalogical cvd risk factors, parameters of lipid and carbohydrate metabolism in adult population of Tomsk in the framework of the project ESSE-RF. *Kardiologicheskii Vestnik*. 2018;13(1):5-15. (In Russ.) Заирова А.Р., Рогоза А.Н., Добровольский А.Б. и др. Артериальная жесткость и "сосудистое старение" во взаимосвязи с коагулогическими факторами риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, показателями липидного и углеводного обмена в популяции взрослого населения Томска по данным исследования ЭССЕ-РФ. *Кардиологический вестник*. 2018;13(1):5-15. doi:10.17116/Cardiobulletin20181315-15.
7. Sumin AN, Bezdenezhnykh NA, Fedorova NV, et al. The relationship of visceral obesity and cardio-ankle vascular index with impaired glucose metabolism according to the ESSE-RF study in West Siberian region. *Clinical medicine*. 2018;96(2):137-46. (In Russ.) Сумин А.Н., Безденежных Н.А., Федорова Н.В. и др. Взаимосвязь висцерального ожирения и сердечно-лодыжечного сосудистого индекса с нарушениями углеводного обмена по данным исследования ЭССЕ-РФ в регионе Западной Сибири. *Клиническая медицина*. 2018;96(2):137-46. doi:10.18821/0023-2149-2018-96-2-137-46.
8. Nagayama D, Imamura H, Sato Y, et al. Inverse relationship of cardioankle vascular index with BMI in healthy Japanese subjects: a cross-sectional study. *Vasc. Health. Risk Manag.* 2017;13:1-9. doi:10.2147/VHRM.S119646.
9. Elosua-Bayes M, Marti-Lluch R, Garcia-Gil MDM, et al. Association of Classic Cardiovascular Risk Factors and Lifestyles With the Cardio-ankle Vascular Index in a General Mediterranean Population. *Rev. Esp. Cardiol. (Engl. Ed)*. 2018;71(6):458-65. doi:10.1016/j.rec.2017.09.011.
10. Nam SH, Kang SG, Lee YA, et al. Association of Metabolic Syndrome with the Cardioankle Vascular Index in Asymptomatic Korean Population. *J. Diabetes. Res.* 2015;2015:328585. doi:10.1155/2015/328585.
11. Erina AM, Boyarinova MA, Moguchaya EV, et al. Markers of vascular damage depending on the blood pressure level: data of the population study ESSE-RF. *Russian Journal of Cardiology*. 2020;25(6):3652. (In Russ.) Ерина А.М., Бояринова М.А., Могучая Е.В. и др. Маркеры поражения сосудов в зависимости от уровня артериального давления в популяционной выборке (по материалам ЭССЕ-РФ). *Российский кардиологический журнал*. 2020;25(6):3652. doi:10.15829/1560-4071-2020-3652.
12. Alieva AS, Boyarinova MA, Orlov AV, et al. Comparative analysis of diagnostic methods for subclinical vessels lesion (under the cohort of epidemiological study ESSE-RF). *Russian Journal of Cardiology*. 2016;21(6):20-6. (In Russ.) Алиева А.С., Бояринова М.А., Орлов А.В. и др. Сравнительный анализ методов диагностики субклинического поражения сосудов (на примере выборки эпидемиологического исследования ЭССЕ-РФ). *Российский кардиологический журнал*. 2016;21(6):20-6. doi:10.15829/1560-4071-2016-6-20-26.
13. Chazova IE, Trubacheva IA, Zhernakova YuV, et al. The prevalence of arterial hypertension as a risk factor of cardiovascular diseases in one of the cities in Siberian federal district. *Systemic Hypertensions*. 2013;10(4):30-7. (In Russ.) Чазова И.Е., Трубочева И.А., Жернакова Ю.В. и др. Распространенность артериальной гипертонии как фактора риска сердечно-сосудистых заболеваний в крупном городе Сибирского федерального округа. *Системные гипертензии*. 2013;10(4):30-7.
14. Balanova luA, Kontsevaia AV, Shal'nova SA, et al. Prevalence of behavioral risk factors for cardiovascular disease in the Russian population: results of the ESSE-RF epidemiological study. *The Russian Journal of Preventive Medicine and Public Health*. 2014;17(5):42-52. (In Russ.) Баланова Ю.А., Концевая А.В., Шальнова С.А. и др. Распространенность поведенческих факторов риска сердечно-сосудистых заболеваний в Российской популяции по результатам исследования ЭССЕ-РФ. *Профилактическая медицина*. 2014;17(5):42-52.
15. Pavlovskia I, Kunzova S, Jakubik J, et al. Associations between high triglycerides and arterial stiffness in a population-based sample: Kardiovize Brno 2030 study. *Lipids. Health. Dis.* 2020;19(1):170. doi:10.1186/s12944-020-01345-0.
16. Nagayama D, Watanabe Y, Saiki A, et al. Lipid Parameters are Independently Associated with Cardio-Ankle Vascular Index (CAVI) in Healthy Japanese Subjects. *J. Atheroscler. Thromb.* 2018;25(7):621-33. doi:10.5551/jat.42291.
17. Topouchian J, Labat C, Gautier S, et al. Effects of metabolic syndrome on arterial function in different age groups: the Advanced Approach to Arterial Stiffness study. *J. Hypertens.* 2018;36(4):824-33. doi:10.1097/HJH.0000000000001631.
18. Dudenbostel T, Glasser SP. Effects of antihypertensive drugs on arterial stiffness. *Cardiol. Rev.* 2012;20(5):259-63. doi:10.1097/CRD.0b013e31825d0a44.
19. Lunder M, Janic M, Sabovic M. Treating Arterial Ageing in Patients with Diabetes: From Mechanisms to Effective Drugs. *Int. J. Mol. Sci.* 2021;22(6):2796. doi:10.3390/ijms22062796.
20. Marketou M, Gupta Y, Jain S. Differential Metabolic Effects of Beta-Blockers: an Updated Systematic Review of Nebivolol. *Curr. Hypertens. Rep.* 2017;19(3):22. doi:10.1007/s11906-017-0716-3.
21. Tan I, Butlin M, Spronck B, et al. Effect of Heart Rate on Arterial Stiffness as Assessed by Pulse Wave Velocity. *Curr. Hypertens. Rev.* 2018;14(2):107-22. doi:10.2174/1573402113666170724100418.