

## Толщина комплекса интима-медиа общей сонной артерии и сосудистая жёсткость у лиц молодого возраста с учётом индекса массы тела

Евсевьева М. Е.<sup>1</sup>, Сергеева О. В.<sup>1</sup>, Ерёмин М. В.<sup>2</sup>, Гусева А. В.<sup>1</sup>, Ростовцева М. В.<sup>1</sup>, Звягинцева Е. М.<sup>1</sup>, Русиди А. В.<sup>1</sup>, Фурсова Е. Н.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО "Ставропольский государственный медицинский университет" Минздрава России. Ставрополь; <sup>2</sup>ГБУЗ СК "Ставропольская краевая клиническая больница" Минздрава России. Ставрополь, Россия

**Цель.** Оценка влияния индекса массы тела (ИМТ) у лиц молодого возраста на показатели толщины комплекса интима-медиа (КИМ) сонных артерий, сердечно-лодыжечного васкулярного индекса САВИ, лодыжечно-плечевого индекса (ЛПИ) и некоторых факторов сердечно-сосудистого риска.

**Материал и методы.** В исследование включен 171 молодой человек (75 юношей и 96 девушек) в возрасте 18-25 лет. Все обследованные разделены на 3 группы в зависимости от уровня ИМТ: 1-я группа — недостаточная масса тела (МТ), 2-я группа — нормальная МТ, 3-я группа — избыточная МТ и ожирение. В этих группах юношей и девушек определяли толщину КИМ общей сонной артерии с помощью УЗИ-аппарата "РуСкан 70П" (НПО "Сканер", Россия), показатель САВИ и ЛПИ с помощью Vasera VS-1500 (Fukuda Denshi, Япония), а также уровень артериального давления и основные факторы риска развития сердечно-сосудистых заболеваний.

**Результаты.** Выявлена ассоциация ИМТ с толщиной КИМ слева как среди юношей, так и среди девушек (ANOVA,  $p=0,023$  и  $p_{1-2}=0,049$ ). Показатели ЛПИ слева (ANOVA,  $p=0,006$ ) и САВИ (ANOVA,  $p=0,001$  справа и  $p=0,001$  слева) у девушек достоверно выше в 1-й группе по сравнению со 2-й и 3-й группами. Наибольшие значения систолического артериального давления наблюдаются в группе с избыточной МТ и ожирением по сравнению с группами с нормальной МТ и недостаточной МТ как среди юношей ( $p_{1-3}=0,002$  и  $p_{2-3}=0,015$  справа и  $p_{1-3}=0,002$  и  $p_{2-3}=0,009$  слева), так и среди девушек ( $p_{1-3}=0,024$  и  $p_{2-3}=0,023$ , слева и  $p_{1-2}=0,032$ ,  $p_{1-3}=0,003$  и  $p_{2-3}=0,042$  справа), соответственно.

**Заключение.** Раннее ремоделирование сосудов у молодёжи, ассоциированное с избыточной МТ и ожирением, характеризуется наличием более высоких значений КИМ в сочетании с физиологической адаптацией средней оболочки крупных артерий, в виде меньшей артериальной жесткости в ответ на тренирующее воздействие избыточной МТ/ожирения в этот возрастной период.

**Ключевые слова:** комплекс интима-медиа, сосудистая жесткость, избыточная масса тела, ожирение, лица молодого возраста.

**Отношения и деятельность:** нет.

Поступила 30/12-2024

Рецензия получена 27/02-2025

Принята к публикации 05/05-2025



**Для цитирования:** Евсевьева М. Е., Сергеева О. В., Ерёмин М. В., Гусева А. В., Ростовцева М. В., Звягинцева Е. М., Русиди А. В., Фурсова Е. Н. Толщина комплекса интима-медиа общей сонной артерии и сосудистая жёсткость у лиц молодого возраста с учётом индекса массы тела. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2025;24(8):4320. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4320. EDN: QSCCYL

### Common carotid intima-media thickness and vascular stiffness in young adults taking into account body mass index

Evsevieva M. E.<sup>1</sup>, Sergeeva O. V.<sup>1</sup>, Eremin M. V.<sup>2</sup>, Guseva A. V.<sup>1</sup>, Rostovtseva M. V.<sup>1</sup>, Zvyagintseva E. M.<sup>1</sup>, Rusidi A. V.<sup>1</sup>, Fursova E. N.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Stavropol State Medical University. Stavropol; <sup>2</sup>Stavropol Regional Clinical Hospital. Stavropol, Russia

**Aim.** To assess the influence of body mass index (BMI) in young people on the carotid intima-media thickness (IMT), cardio-ankle vascular index (CAVI), ankle-brachial index (ABI) and some cardiovascular risk factors.

**Material and methods.** The study included 171 young people (75 males and 96 females) aged 18-25 years. All subjects were divided into 3 following groups depending on their BMI level: group 1 — underweight, group 2 — normal weight, group 3 — overweight and obesity. In these

groups, we determined the common carotid IMT using the RuScan 70P ultrasound system (NPO Scanner, Russia), the CAVI and ABI values using the Vasera VS-1500 system (Fukuda Denshi, Japan), as well as blood pressure (BP) and main cardiovascular risk factors.

**Results.** An association between BMI and left carotid IMT was revealed both among young men and among young women (ANOVA,  $p=0,023$  and  $p_{1-2}=0,049$ ). The ABI on the left (ANOVA,  $p=0,006$ ) and

\*Автор, ответственный за переписку (Corresponding author):

e-mail: evsevieva@mail.ru

[Евсевьева М. Е.\* — д.м.н., профессор, заслуженный врач Российской Федерации, руководитель Центра здоровья и антивозрастной медицины, зав. кафедрой факультетской терапии, ORCID: 0000-0001-9579-252X, Сергеева О. В. — к.м.н., доцент кафедры факультетской терапии, ORCID: 0000-0002-5273-5194, Ерёмин М. В. — к.м.н., врач ЛОР-отделения, ORCID: 0000-0002-9971-8930, Гусева А. В. — старший лаборант кафедры факультетской терапии, ORCID: 0009-0007-4912-1638, Ростовцева М. В. — соискатель кафедры факультетской терапии, ORCID: 0000-0002-7508-0696, Звягинцева Е. М. — старший лаборант кафедры факультетской терапии, ORCID: 0009-0007-5947-3901, Русиди А. В. — ассистент кафедры факультетской терапии, ORCID: 0000-0002-3690-3020, Фурсова Е. Н. — ассистент кафедры факультетской терапии, ORCID: 0000-0001-8636-0987].

CAVI (ANOVA,  $p=0,001$  on the right and  $p=0,001$  on the left) in young women were significantly higher in the 1<sup>st</sup> group compared to the 2<sup>nd</sup> and 3<sup>rd</sup> groups. The highest systolic BP is observed in the overweight and obesity group compared to the normal and underweight groups both among young men ( $p_{1-3}=0,002$  and  $p_{2-3}=0,015$  on the right and  $p_{1-3}=0,002$  and  $p_{2-3}=0,009$  on the left) and among young women ( $p_{1-3}=0,024$  and  $p_{2-3}=0,023$  on the left and  $p_{1-2}=0,032$ ,  $p_{1-3}=0,003$  and  $p_{2-3}=0,042$  on the right), respectively.

**Conclusion.** Early vascular remodeling in young people associated with overweight and obesity is characterized by higher IMT values in combination with physiological adaptation of large arterial media in the form of lower arterial stiffness in response to the training effect of overweight/obesity in this age period.

**Keywords:** intima-media thickness, vascular stiffness, overweight, obesity, young adults.

**Relationships and Activities:** none.

Evsevieva M. E.\* ORCID: 0000-0001-9579-252X, Sergeeva O. V. ORCID: 0000-0002-5273-5194, Eremin M. V. ORCID: 0000-0002-9971-

8930, Guseva A. V. ORCID: 0009-0007-4912-1638, Rostovtseva M. V. ORCID: 0000-0002-7508-0696, Zvyagintseva E. M. ORCID: 0009-0007-5947-3901, Rusidi A. V. ORCID: 0000-0002-3690-3020, Fursova E. N. ORCID: 0000-0001-8636-0987.

\*Corresponding author:  
evsevieva@mail.ru

**Received:** 30/12-2024

**Revision Received:** 27/02-2025

**Accepted:** 05/05-2025

**For citation:** Evsevieva M. E., Sergeeva O. V., Eremin M. V., Guseva A. V., Rostovtseva M. V., Zvyagintseva E. M., Rusidi A. V., Fursova E. N. Common carotid intima-media thickness and vascular stiffness in young adults taking into account body mass index. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2025;24(8):4320. doi: 10.15829/1728-8800-2025-4320. EDN: QSCCYL

АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ДАД — диастолическое АД, ИМТ — индекс массы тела, КИМ — комплекс интима-медиа, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, МТ — масса тела, ОСА — общая сонная артерия, СА — сонная(-ые) артерия(-и), САД — систолическое АД, СЖ — сосудистая жесткость, ССЗ — сердечно-сосудистые заболевания, ССР — сердечно-сосудистый риск, ФР — фактор(-ы) риска, ANOVA — analysis of variance, CAVI — cardio-ankle vascular index.

### Ключевые моменты

#### Что известно о предмете исследования?

- Повышенные показатели толщины комплекса интима-медиа общих сонных артерий и сосудистой жесткости обладают предиктивным потенциалом в отношении развития различных сердечно-сосудистых событий.

#### Что добавляют результаты исследования?

- У лиц молодого возраста с избыточной массой тела и ожирением по сравнению с нормовесными сверстниками повышены показатели артериального давления и толщины комплекса интима-медиа общих сонных артерий, но при этом снижен уровень сосудистой жесткости.
- Среди молодежи при избыточной массе тела и ожирении имеют место разнонаправленные изменения различных оболочек крупных артерий.
- Существующую систему молодежной диспансеризации следует оптимизировать в аспекте более широкого и более раннего внедрения комплексного ангиологического скрининга.

### Key messages

#### What is already known about the subject?

- Increased common carotid intima-media thickness and vascular stiffness have a predictive potential for various cardiovascular events.

#### What might this study add?

- In young adults with overweight and obesity, compared to their normal-weight peers, blood pressure and common carotid intima-media thickness are increased, but the level of vascular stiffness is reduced.
- Among young people with overweight and obesity, there are multidirectional changes of large arteries.
- The existing medical examination system for young people should be optimized in terms of wider and earlier implementation of comprehensive angiology screening.

## Введение

Распространенность сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) среди лиц трудоспособного возраста и смертность от них в Российской Федерации и во всем мире остаются на высоком уровне [1, 2]. Внедрение в Российской Федерации современных лечебно-диагностических технологий на базе целой сети профильных сердечно-сосудистых центров не

смогло сильно повлиять на указанные статистические параметры в отличие от показателя качества жизни. Понятно, что системы вторичной и третичной профилактики, нацеленные на уменьшение частоты развития обострений и осложнений в условиях наличия в сосудах гемодинамически значимых атеросклеротических бляшек имеют свои ограничения в аспекте воздействия на патологиче-

ский процесс в сосудистой стенке. Только доклинические превентивные вмешательства способны оказать реальный тормозящий эффект на патогенетический механизм развития атеросклероза [3]. Крайне важно начинать их реализацию как можно раньше. Поэтому следует оптимизировать подходы к первичной профилактике атеросклероза на основе современной доклинической диагностики особенностей раннего сосудистого ремоделирования у лиц молодого возраста.

Показатель толщины комплекса интима-медиа (КИМ) является широко используемым маркером субклинического атеросклероза [4]. Этот показатель отражает преимущественно состояние интимы [5]. Наличие атеросклеротических бляшек в сонных артериях (СА) — это уже общепризнанный прогностический показатель сердечно-сосудистого риска (ССР). Однако для формирования эффективной системы ранней первичной профилактики следует научиться диагностировать особенности сосудистой перестройки на преморбидном этапе развития патологического процесса у лиц молодого возраста с применением показателей, характеризующих ранние изменения в различных структурах артериальной стенки. Считается, что состояние интимы характеризует лодыжечно-плечевой индекс (ЛПИ), отражающий баланс артериального давления (АД) в основных сосудистых бассейнах [6]. Для скрининга молодёжи перспективен также показатель сосудистой жесткости (СЖ) в виде сердечно-лодыжечного васкулярного индекса CAVI (cardio-ankle vascular index), который отражает состояние средней оболочки сосуда — медики [7, 8]. Прогностический потенциал этих показателей в аспекте оценки риска развития сердечно-сосудистых событий в рамках популяционных исследований уже продемонстрирован [9].

Возможное воздействие различных факторов риска (ФР) на такие показатели сосудистого статуса, как толщина КИМ, ЛПИ и СЖ у молодёжи изучено явно недостаточно. Это в полной мере относится и к избыточной массе тела (МТ), и к ожирению [10]. Между тем, благодаря особенностям современного стиля жизни частота этого ФР в популяции за последние годы достигла масштабов эпидемии, которой подвержена не только молодёжь, но даже и дети [11-13]. Данные о влиянии избыточной МТ и ожирения на различные структуры артериальной стенки необходимы для более полной и объективной оценки ССР у лиц молодого возраста, от которой, в свою очередь, будет зависеть эффективность раннего профилактического вмешательства у этой социальной категории.

Поэтому цель настоящего исследования — оценка влияния индекса МТ (ИМТ) у лиц молодого возраста на показатели толщины КИМ СА, индекса CAVI, ЛПИ и некоторых факторов ССР.

## Материал и методы

В исследование включен 171 молодой человек (75 юношей и 96 девушек) в возрасте от 18 до 25 лет. Критерии включения в исследование: возраст 18-25 лет, добровольное информированное согласие на обследование. Критерии невключения: прием лекарственных препаратов, отказ от участия в исследовании, вторичная артериальная гипертензия (АГ), беременность и период лактации, наличие таких заболеваний в анамнезе как хронические некоронарогенные заболевания миокарда, сахарный диабет любого типа, язвенная болезнь желудка и/или двенадцатиперстной кишки и др. Также критерием невключения считалось наличие на момент обследования острых респираторных заболеваний и обострения хронических заболеваний. Исследование проведено с соблюдением этических норм, соответствующих принципам Хельсинкской декларации, и было одобрено локальным этическим комитетом ФГБОУ ВО "Ставропольский государственный медицинский университет" Минздрава России, протокол заседания № 87 от 22.01.2020. Всем обследуемым определяли рост и МТ и рассчитывали ИМТ; затем их разделили на 3 группы с учетом вариантов ИМТ и пола: 1-я группа — недостаточная МТ (28 человек, из них 12 юношей), 2-я группа — нормальная МТ (104 человека, из них 37 юношей), и 3-я группа — избыточная МТ и ожирение (39 человек, из них 26 юношей). Варианты ИМТ выделялись в соответствии с классификацией, используемой Европейской ассоциацией превентивной, предиктивной и персонализированной медицины (ЕРМА): ИМТ <19 кг/м<sup>2</sup> — дефицит МТ у женщин, ИМТ <20 кг/м<sup>2</sup> — дефицит МТ у мужчин, ИМТ >25,0 кг/м<sup>2</sup> — избыточная МТ и ожирение [14, 15]. Показатель КИМ общей СА (ОСА) определяли с помощью ультразвукового сканера "РуСкан 70П" (НПО "Сканер", Россия). Ангиологический скрининг выполнялся на аппарате VaSera VS-1500 (Fukuda Denshi, Япония) с определением CAVI и ЛПИ справа и слева. Обследуемым накладывали 4 сфигмоманжеты на плечи и лодыжки с 2-х сторон, электрокардиографические электроды на запястья и датчик для фонокардиографии во 2-е межреберье слева от грудины. Уровень АД измеряли на аппарате Omron ("Healthcare", Япония). Гипотонию диагностировали при АД <100/60 мм рт.ст., оптимальное и нормальное офисное давление — при АД 100-129/60-84 мм рт.ст., нормальным высоким АД считали значения 130-139/85-89 мм рт.ст., АГ диагностировали при АД ≥140/90 мм рт.ст. [16]. Выполнялось анкетирование по выявлению различных ФР по специализированному опроснику, сформированному сотрудниками университетского центра здоровья. Среди ФР оценивались статус курения, отягощенная наследственность по ССЗ и наличие хронических инфекционно-воспалительных и аллергических заболеваний. Среди последних чаще всего встречались заболевания ЛОР-органов (хронический тонзиллит, синусит) и хронический пиелонефрит. При анкетировании инфекционно-воспалительного фактора учитывались данные из соответствующей медицинской документации и данные анамнеза. Принималось во внимание наличие ССЗ у ближайших родственников в трудоспособном возрасте (женщины до 55 лет, мужчины до 65 лет).

В каждой группе соотносили толщину КИМ на правой ОСА с CAVI-R, ЛПИ справа и АД на правой руке, а КИМ на левой ОСА соотносили с CAVI-L, ЛПИ слева и АД на левой руке.

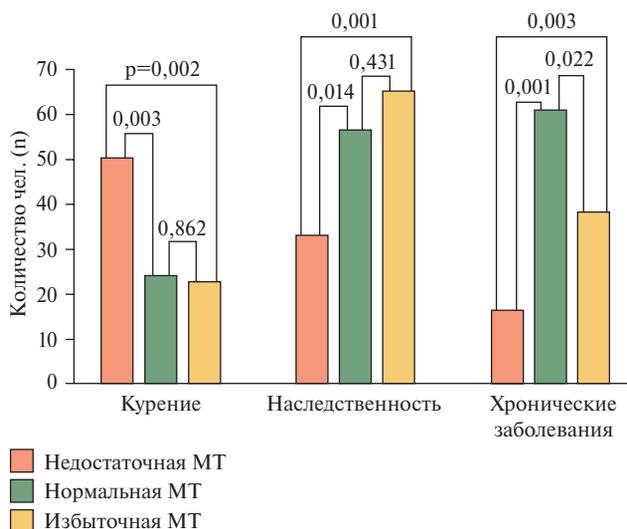


Рис. 1 Некоторые ФР ССЗ у юношей.  
Примечание: МТ — масса тела.

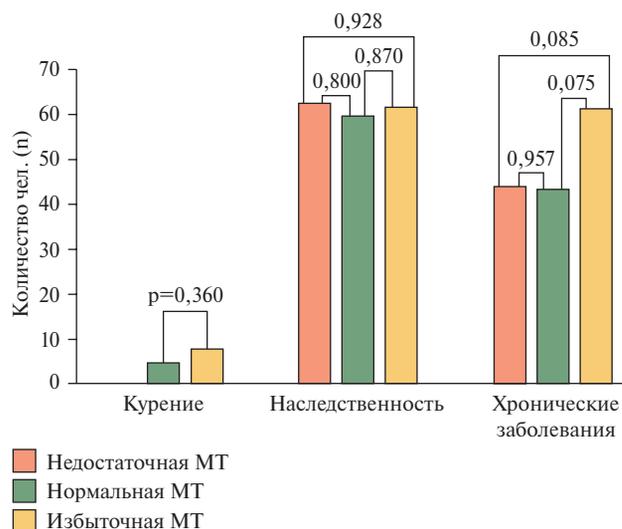


Рис. 2 Некоторые ФР ССЗ у девушек.  
Примечание: МТ — масса тела.

Сбор и формирование базы данных проводились в программе Excel 2019 (Microsoft, США). Статистическая обработка данных осуществлялась при помощи пакета программ SPSS Statistic 26.0 (IBM Statistic, США). Количественные параметры отображены в виде среднего и ошибки среднего ( $M \pm m$ ), качественные же представлены как абсолютные (n) и относительные величины (%). Нормальное распределение данных подтверждено с помощью критериев Колмагорова-Смирнова и Шапиро-Уилка. При оценке количественных показателей в двух группах применяли критерий Стьюдента, а категориальных —  $\chi^2$ . Для сравнения средних значений трех групп использовался дисперсионный анализ с поправкой Бонферрони. С учетом количества степеней свободы критический уровень значимости  $p$  при сравнении трех групп принимался равным 0,017.

## Результаты

Анализ показателей сосудистого статуса лиц молодого возраста с учётом варианта их МТ показывает, что группе юношей с избыточной МТ и ожирением (таблица 1) соответствуют наибольшие значения толщины КИМ, особенно со стороны левой ОСА. Различия между группами достигают достоверного уровня по результатам применения статистической системы ANOVA (analysis of variance) ( $p=0,023$ ), а также при сравнении 3 группы с 1 и 2 группами —  $p_{1-3}=0,007$  и  $p_{2-3}=0,009$ , соответственно. Ассоциации между вариантами МТ и ЛПИ не прослеживается ни слева, ни справа. Наиболее высокие значения САВИ наблюдаются в 1-й группе, а низкие — в 3, хотя различия между этими группами не достигли статистической значимости. Со стороны как систолического АД (САД) с двух сторон, так и диастолического АД (ДАД) справа у юношей средние значения этих показателей среди лиц с избыточной МТ и ожирением выше, чем у лиц с нормальной или недоста-

точной МТ. Различия между группами по первому параметру достоверны по результатам применения однофакторного дисперсионного анализа ( $p=0,02$  справа и  $p=0,03$  слева). При этом со стороны САД у юношей с избыточной МТ и ожирением имеются достоверные различия по сравнению со сверстниками из групп как с недостаточной, так и с нормальной МТ —  $p_{1-3}=0,002$  и  $p_{2-3}=0,015$  справа и —  $p_{1-3}=0,002$  и  $p_{2-3}=0,009$  слева, соответственно. К тому же имеет место некоторое различие уровней АД слева и справа. Частота случаев повышенного АД выше в 3 группе с достижением статистически значимых различий между сравниваемыми группами ( $\chi^2_{1-2}=0,002$ ,  $\chi^2_{1-3}=0,001$  и  $\chi^2_{2-3}=0,03$  справа и  $\chi^2_{1-2}=0,002$ ,  $\chi^2_{1-3}=0,001$  и  $\chi^2_{2-3}=0,03$  слева). Процент курящих (рисунок 1) достоверно выше в группе с недостаточной МТ, чем в группах с нормальной и избыточной МТ ( $\chi^2_{1-2}=0,003$ ,  $\chi^2_{1-3}=0,002$ ). Количество обследованных с отягощенной наследственностью по ССЗ достоверно больше в 3 группе ( $\chi^2_{1-2}=0,014$ ,  $\chi^2_{1-3}=0,001$ ). Частота хронических заболеваний самая высокая в группе с нормальной МТ ( $\chi^2_{1-2}=0,004$ ,  $\chi^2_{1-3}=0,003$ ,  $\chi^2_{2-3}=0,022$ ).

Данные таблицы 2 свидетельствуют, что среди обследованных девушек наибольшие значения показателя КИМ с левой стороны наблюдаются в группе с нормальной МТ. Различия достоверны между 1 и 2 группами ( $p_{1-2}=0,049$ ). ЛПИ слева у девушек достоверно выше в 1 группе, чем во 2 и 3 группах  $p_{1-3}=0,002$  и  $p_{2-3}=0,004$ , соответственно. В рамках анализа по системе ANOVA различия по ЛПИ слева достигают статистически значимого уровня ( $p=0,006$ ). Также наблюдается ассоциация показателя ИМТ и САВИ. Наиболее высоким значениям ИМТ соответствуют самые низкие показатели САВИ справа и слева, достоверно по результатам

Таблица 1

Некоторые гемодинамические показатели и ФР у юношей с учетом МТ (n=75)

Показатель	Недостаточная МТ (n=12)	Нормальная МТ (n=37)	Избыточная МТ/ожирение (n=26)	p/ $\chi^2$	ANOVA
С правой стороны					
КИМ, М±SD	0,468±0,023	0,465±0,012	0,475±0,016	p <sub>1-2</sub> =0,459 p <sub>1-3</sub> =0,397 p <sub>2-3</sub> =0,306	0,878
ЛПИ справа, М±SD	1,054±0,021	1,047±0,013	1,06±0,017	p <sub>1-2</sub> =0,390 p <sub>1-3</sub> =0,385 p <sub>2-3</sub> =0,229	0,750
R-CAVI, М±SD	5,937±0,143	5,721±0,117	5,708±0,111	p <sub>1-2</sub> =0,167 p <sub>1-3</sub> =0,119 p <sub>2-3</sub> =0,469	0,541
САД (мм рт.ст.), М±SD	122±2,090	129±1,96	135±3,05	p <sub>1-2</sub> =0,186 p <sub>1-3</sub> =0,002 p <sub>2-3</sub> =0,015	0,02
ДАД (мм рт.ст.), М±SD	76±2,00	77±1,17	79±1,82	p <sub>1-2</sub> =0,339 p <sub>1-3</sub> =0,069 p <sub>2-3</sub> =0,113	0,512
Уровни АД, n (%)					
— гипотония (n=2)	0	1 (2,7)	1 (3,8)	$\chi^2_{1-2}$ =0,1 $\chi^2_{1-3}$ =0,051 $\chi^2_{2-3}$ =0,666	
— нормотония (n=36)	10 (83,3)	19 (51,4)	7 (26,9)	$\chi^2_{1-2}$ =0,006 $\chi^2_{1-3}$ =0,000 $\chi^2_{2-3}$ =0,006	
— АГ/ПГ (n=37)	2 (16,7)	17 (45,9)	18 (69,2)	$\chi^2_{1-2}$ =0,001 $\chi^2_{1-3}$ =0,001 $\chi^2_{2-3}$ =0,03	
С левой стороны					
КИМ, М±SD	0,422±0,024	0,441±0,014	0,491±0,014	p <sub>1-2</sub> =0,247 p <sub>1-3</sub> =0,007 p <sub>2-3</sub> =0,009	0,023
ЛПИ слева, М±SD	1,037±0,018	1,059±0,015	1,058±0,015	p <sub>1-2</sub> =0,211 p <sub>1-3</sub> =0,197 p <sub>2-3</sub> =0,494	0,669
L-CAVI, М±SD	5,993±0,143	5,829±0,118	5,696±0,103	p <sub>1-2</sub> =0,234 p <sub>1-3</sub> =0,054 p <sub>2-3</sub> =0,211	0,388
САД (мм рт.ст.), М±SD	122±3,06	127±1,74	134±3,16	p <sub>1-2</sub> =0,221 p <sub>1-3</sub> =0,002 p <sub>2-3</sub> =0,009	0,03
ДАД (мм рт.ст.), М±SD	74±2,06	77±1,22	76±1,77	p <sub>1-2</sub> =0,339 p <sub>1-3</sub> =0,069 p <sub>2-3</sub> =0,113	0,512
Уровни АД, n (%)					
— гипотония (n=2)	0	1 (2,7)	1 (3,8)	$\chi^2_{1-2}$ =0,1 $\chi^2_{1-3}$ =0,051 $\chi^2_{2-3}$ =0,666	
— нормотония (n=36)	10 (83,3)	19 (51,4)	7 (26,9)	$\chi^2_{1-2}$ =0,006 $\chi^2_{1-3}$ =0,001 $\chi^2_{2-3}$ =0,006	
— АГ/ПГ (n=37)	2 (16,7)	17 (45,9)	18 (69,2)	$\chi^2_{1-2}$ =0,001 $\chi^2_{1-3}$ =0,001 $\chi^2_{2-3}$ =0,03	

Примечания: АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ДАД — диастолическое АД, КИМ — комплекс интима-медиа, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, МТ — масса тела, ПГ — прегипертензия, САД — систолическое АД, ФР — факторы риска, ANOVA — analysis of variance, CAVI — cardio-ankle vascular index, М±SD — среднее ± стандартное отклонение.

статистической системы ANOVA ( $p=0,001$  справа и  $p=0,001$  слева). При этом справа  $p_{1-2}=0,022$ ,  $p_{1-3}=0,001$  и  $p_{2-3}=0,001$ , а слева  $p_{1-2}=0,031$ ,  $p_{1-3}=0,001$  и  $p_{2-3}=0,001$ , соответственно. Более высокий уровень САД наблюдается среди лиц с избыточной МТ и ожирением. Справа САД достигает значимого уровня различий при сравнении 3 группы с 1 и 2 группами —  $p_{1-3}=0,024$  и  $p_{2-3}=0,023$ , соответственно, с левой стороны значимость различий имеет место между всеми группами —  $p_{1-2}=0,032$ ,  $p_{1-3}=0,003$  и  $p_{2-3}=0,042$ , при применении однофакторного дисперсионного анализа  $p=0,02$  слева. Наибольший уровень абсолютных значений САД отмечается в 3 группе. Частота случаев повышенного АД среди девушек наибольшая среди лиц с избыточной МТ и ожирением, различия достоверны между 1 и 3 группами  $\chi^2_{1-3}=0,048$ . Ассоциаций между ИМТ и другими ФР, представленными на рисунке 2, среди девушек не обнаружено.

## Обсуждение

В аспекте изложенных результатов проведенного нами комплексного изучения показателей сосудистого статуса у молодёжи стоит отметить, что подобный подход к исследованию проблемы раннего сосудистого ремоделирования поддерживается целым рядом авторов. Например, в одном из недавних обзоров [17], посвященных анализу современных источников относительно роли своевременной диагностики субклинического атеросклероза для осуществления ранней профилактики ишемического инсульта, обсуждались такие маркёры сосудистого статуса, как толщина КИМ и ригидность каротидных артерий. Атеросклероз СА, являющийся основной и потенциально предотвратимой причиной развития инсульта, начинается в раннем возрасте и незаметно прогрессирует с годами. В указанном обзоре подчёркивается, что существует хорошо документированная связь между указанными параметрами в молодые годы и цереброваскулярными событиями в последующем периоде жизни. Другие авторы также считают, что КИМ является надежным маркером сосудистого ремоделирования у молодых людей, у которых ещё не происходит образования бляшек или кальцификации артерий [18]. Вместе с тем, полезность измерения толщины КИМ для улучшения моделей оценки ССР продолжает интенсивно обсуждаться. Жесткость артерий также в значительной степени связана с угрозой развития сосудистых событий. Уже доказано, что показатель СЖ повышает ценность существующего подхода к прогнозированию риска, основанного на Фремингемской рискометрической системе [19], это касается лиц с промежуточным ССР.

Относительно влияния МТ на такие показатели ремоделирования, как КИМ и СЖ у лиц молодого возраста, наши результаты противоречат неко-

торым данным литературы по этому вопросу [4, 20]. При этом, однако, часть выполненных разработок согласуется с представленными нами фактами. Например, некоторые авторы целенаправленно изучали вклад ИМТ в изменение толщины КИМ в разные периоды жизни (детство, подростковый и юношеский возраст) [21]. Ими установлено, что кумулятивное воздействие более высоких уровней ИМТ на протяжении указанных возрастных периодов было связано с более высоким уровнем толщины КИМ. Заслуживает внимания ещё одно крупное исследование The EVA-Tyrol Study (The Tyrolean Early Vascular Ageing) [22], которое посвящено изучению влияния основных ФР, включая ожирение, на развитие ранней сосудистой патологии на основе повторных ультразвуковых исследований СА в общей молодёжной популяции. Исследователи делают заключение о том, что изученные факторы позволяют прогнозировать увеличение КИМ уже в подростковом возрасте.

Доказательства связи между ожирением и увеличением толщины КИМ и жесткостью СА у молодых людей получены недавно в ходе популяционного исследования KIGGS (Kinder- und Jugendgesundheitsurvey) [23]. Большинство показателей ожирения на исходном этапе и при последующем наблюдении были положительно связаны как с толщиной КИМ, так и с несколькими параметрами жесткости СА. Иными словами, по влиянию МТ на толщину КИМ наши результаты совпадают с этими данными, в то же время они противоречат данным по СЖ. Вместе с тем, описанное нами у молодых людей её снижение на фоне увеличения МТ, названное нами "молодёжным парадоксом ожирения" [24, 25] согласуется с результатами ряда исследований, ранее выполненных на детском и подростковом контингенте [26, 27]. Их авторы объясняют выявленный феномен физиологической адаптивной реакцией сердечно-сосудистой системы по типу тренирующего эффекта повышенной физической нагрузки, в роли которой выступает повышенная МТ сама по себе. Однако при сравнении данных по СЖ следует учитывать методику, с помощью которой она оценивалась. Большинство из приведённых здесь исследований основаны на ультразвуковой оценке локальной СЖ, в то время как мы использовали интегративный функциональный показатель САVI. Увеличение толщины КИМ при ожирении исследователи склонны объяснять влиянием АГ [28], которая обычно развивается на фоне метаболических нарушений уже в молодом возрасте, и наши данные также подтверждают такую возможность.

Таким образом, собственные результаты и данные современной литературы свидетельствуют о большом диагностическом значении оценки толщины КИМ у лиц молодого возраста для раннего выявления случаев изменений со стороны интимы, а также о роли одновременной оценки СЖ для

Таблица 2

Некоторые гемодинамические показатели и ФР у девушек с учетом МТ (n=96)

Показатель	Недостаточная МТ (n=16)	Нормальная МТ (n=67)	Избыточная МТ/ ожирение (n=13)	p/ $\chi^2$	ANOVA
С правой стороны					
КИМ, М±SD	0,408±0,015	0,409±0,007	0,434±0,015	p <sub>1-2</sub> =0,491 p <sub>1-3</sub> =0,116 p <sub>2-3</sub> =0,076	0,343
ЛПИ справа, М±SD	1,045±0,017	1,056±0,010	1,010±0,021	p <sub>1-2</sub> =0,314 p <sub>1-3</sub> =0,099 p <sub>2-3</sub> =0,033	0,163
R-CAVI, М±SD	5,894±0,159	5,570±0,067	4,892±0,170	p <sub>1-2</sub> =0,022 p <sub>1-3</sub> =0,001 p <sub>2-3</sub> =0,001	0,001
САД (мм рт.ст.), М±SD	114±2,85	117±1,11	122±2,75	p <sub>1-2</sub> =0,159 p <sub>1-3</sub> =0,024 p <sub>2-3</sub> =0,023	0,064
ДАД (мм рт.ст.)	73±1,87	73±0,94	74±1,87	p <sub>1-2</sub> =0,494 p <sub>1-3</sub> =0,335 p <sub>2-3</sub> =0,313	0,882
Уровни АД, n (%)					
— гипотония (n=5)	2 (12,5)	3 (4,5)	0	$\chi^2_{1-2}$ =0,052 $\chi^2_{1-3}$ =0,001 $\chi^2_{2-3}$ =0,034	
— нормотония (n=81)	12 (75)	58 (86,5)	11 (84,6)	$\chi^2_{1-2}$ =0,366 $\chi^2_{1-3}$ =0,447 $\chi^2_{2-3}$ =0,885	
— АГ/ПГ (n=10)	2 (12,5)	6 (9)	2 (15,4)	$\chi^2_{1-2}$ =0,450 $\chi^2_{1-3}$ =0,583 $\chi^2_{2-3}$ =0,195	
С левой стороны					
КИМ слева, М±SD	0,383±0,014	0,411±0,011	0,398±0,015	p <sub>1-2</sub> =0,049 p <sub>1-3</sub> =0,239 p <sub>2-3</sub> =0,237	0,226
ЛПИ слева, М±SD	1,091±0,019	1,063±0,009	1,005±0,020	p <sub>1-2</sub> =0,087 p <sub>1-3</sub> =0,002 p <sub>2-3</sub> =0,004	0,006
L-CAVI, М±SD	5,956±0,144	5,680±0,062	5,038±0,151	p <sub>1-2</sub> =0,031 p <sub>1-3</sub> =0,001 p <sub>2-3</sub> =0,001	0,001
САД (мм рт.ст.), М±SD	111±2,38	116±1,17	120±2,15	p <sub>1-2</sub> =0,032 p <sub>1-3</sub> =0,003 p <sub>2-3</sub> =0,042	0,02
ДАД (мм рт.ст.), М±SD	71±1,94	73±0,85	73±2,14	p <sub>1-2</sub> =0,229 p <sub>1-3</sub> =0,297 p <sub>2-3</sub> =0,483	0,751
Уровни АД, n (%)					
— гипотония (n=5)	2 (12,5)	3 (4,5)	0	$\chi^2_{1-2}$ =0,439 $\chi^2_{1-3}$ =0,1 $\chi^2_{2-3}$ =0,439	
— нормотония (n=81)	13 (81,3)	57 (85,1)	11 (84,6)	$\chi^2_{1-2}$ =0,768 $\chi^2_{1-3}$ =0,797 $\chi^2_{2-3}$ =0,969	
— АГ/ПГ (n=10)	1 (6,2)	7 (10,4)	2 (15,4)	$\chi^2_{1-2}$ =0,303 $\chi^2_{1-3}$ =0,048 $\chi^2_{2-3}$ =0,325	

Примечание: АГ — артериальная гипертензия, АД — артериальное давление, ДАД — диастолическое АД, КИМ — комплекс интима-медиа, ЛПИ — лодыжечно-плечевой индекс, МТ — масса тела, ПГ — прегипертензия, САД — систолическое АД, ФР — факторы риска, ANOVA — analysis of variance, CAVI — cardio-ankle vascular index, М±SD — среднее ± стандартное отклонение.

диагностики отклонений в состоянии меди артериальной стенки на раннем доклиническом этапе развития ССЗ, которые обычно диагностируются слишком поздно.

**Ограничения исследования:** немногочисленность обследованной группы, одномоментный характер исследования.

## Заключение

Более высокие значения толщины КИМ ОСА при избыточной МТ свидетельствуют о раннем remodelировании внутренней сосудистой оболочки и имеют место как у юношей, так и у девушек. Различия заключаются лишь в преимущественной стороне описанного поражения: у первых этот процесс больше выражен слева, а у вторых — справа.

Показатель СЖ типа САVI у молодёжи при избыточной МТ и ожирении демонстрирует с обеих

сторон обратную тенденцию в сторону улучшения эластического потенциала артериальной стенки, что подтверждает наличие физиологической адаптивной реакции в этом возрасте со стороны средней сосудистой оболочки в ответ на воздействие этого ФР. У девушек описанный феномен выражен сильнее.

Показатель ЛПИ, отражающий при меньших значениях поражение преимущественно внутренней оболочки артерий, у юношей не демонстрирует каких-либо ассоциаций с индексом МТ. У девушек же с избыточной МТ и ожирением, напротив, с обеих сторон имеют место наименьшие значения этого показателя.

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

## Литература/References

1. Kakorina EP, Samorodskaya IV, Martsevich SYu. Topical issues of myocardial infarction incidence statistics. Russian Journal of Cardiology. 2024;29(9):5928. (In Russ.) Какорина Е. П., Самородская И. В., Марцевич С. Ю. Актуальные вопросы формирования статистики заболеваемости инфаркта миокарда. Российский кардиологический журнал. 2024;29(9):5928. doi:10.15829/1560-4071-2024-5928.
2. Shlyakhto EV, Zvartau NE, Villevalde SV, et al. Cardiovascular risk management system: prerequisites for developing, organization principles, target groups. Russian Journal of Cardiology. 2019; (11):69-82. (In Russ.) Шляхто Е. В., Звартау Н. Э., Виллевалде С. В. и др. Система управления сердечно-сосудистыми рисками: предпосылки к созданию, принципы организации, целевые группы. Российский кардиологический журнал. 2019;(11):69-82. doi:10.15829/1560-4071-2019-11-69-82.
3. Larina VN, Mkrtychev DS, Kuznetsova VA, et al. Possible Approaches to Primary Prevention of Cardiovascular Diseases. Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2020;16(5):831-41. (In Russ.) Ларина В. Н., Мкртычев Д. С., Кузнецова В. А. и др. Возможные подходы к первичной профилактике сердечно-сосудистых заболеваний. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2020;16(5):831-41. doi:10.20996/1819-6446-2020-10-12.
4. Chiesa ST, Charakida M, Georgiopoulos G, et al. Determinants of Intima-Media Thickness in the Young: The ALSPAC Study. JACC Cardiovasc Imaging. 2021;14(2):468-78. doi:10.1016/j.jcmg.2019.08.026.
5. Bhakta N, Liu Q, Yeo F, et al. Cumulative burden of cardiovascular morbidity in paediatric, adolescent, and young adult survivors of Hodgkin's lymphoma: an analysis from the St Jude Lifetime Cohort Study. Lancet Oncol. 2016;17(9):1325-34. doi:10.1016/S1470-2045(16)30215-7.
6. Trifonova SS, Gaisenok OV, Sidorenko BA. Application of Methods of Assessment of Vascular Wall Stiffness in Clinical Practice: Capabilities of Cardio-Ankle Vascular Index. Kardiologiya. 2015; 55(4):61-6. (In Russ.) Трифонова С. С., Гайсёнок О. В., Сидоренко Б. А. Применение методов оценки жесткости сосудистой стенки в клинической практике: возможности сердечно-лодыжечного сосудистого индекса. Кардиология. 2015;55(4):61-6. doi:10.18565/cardio.2015.4.61-66.
7. Evseyeva ME, Sergeeva OV, Kudryavtseva VD, et al. EVA syndrome and hypertension in young people according to the work of the University Health Center of the StSMU. Arterial Hypertension. 2023;29(5):505-17. (In Russ.) Евсеева М. Е., Сергеева О. В., Кудрявцева В. Д. и др. Синдром EVA и артериальная гипертензия у лиц молодого возраста по данным работы Университетского центра здоровья СтГМУ. Артериальная гипертензия. 2023;29(5):505-17. doi:10.18705/1607-419X-2023-29-5-505-517.
8. Asghari G, Nikparast A, Mahdavi M, et al. Diagnostic performance of different anthropometric indices among Iranian adolescents for intima media thickness in early adulthood: A prospective study and literature review. Front Nutr. 2023;10:1098010. doi:10.3389/fnut.2023.1098010.
9. Yasuharu T, Setoh K, Kawaguchi T, et al. Nagahama study group. Brachial-ankle pulse wave velocity and cardio-ankle vascular index are associated with future cardiovascular events in a general population: The Nagahama Study. J Clin Hypertens (Greenwich). 2021;23(7):1390-8. doi:10.1111/jch.14294.
10. Evseyeva MY, Eremin MV, Rostovtseva MV, et al. Preventive Screening of Young People from the Perspective of Vascular Aging Phenotypes: the Role of Body Weight. Rational Pharmacotherapy in Cardiology. 2022;18(1):42-8. (In Russ.) Евсеева М. Е., Ерёмин М. В., Ростовцева М. В. и др. Профилактический скрининг молодёжи с позиций фенотипов сосудистого старения: роль массы тела. Рациональная Фармакотерапия в Кардиологии. 2022;18(1):42-8. doi:10.20996/1819-6446-2022-02-14.
11. Razina AO, Achkasov EE, Runenko SD. Obesity: the modern approach to the problem. Obesity and metabolism. 2016;13(1):3-8. (In Russ.) Разина А. О., Ачкасов Е. Е., Руненко С. Д. Ожирение: современный взгляд на проблему. Ожирение и метаболизм. 2016;13(1):3-8. doi:10.14341/omet201613-8.
12. Burenkov YuV, Shevtsova VI, Krasnorutskaya ON, et al. Predictors of a metabolically unhealthy obesity. Cardiovascular Therapy and Prevention. 2025;24(2):4212. (In Russ.) Буренков Ю. В., Шевцова В. И., Красноруцкая О. Н. и др. Предикторы формирования метаболически нездорового фенотипа ожирения. Кардиоваскулярная терапия и профилактика. 2025;24(2):4212. doi:10.15829/1728-8800-2025-4212.

13. Vinter DA, Mustafina SV, Rymar OD, et al. Behavioral and social risk factors for metabolically unhealthy obesity: data from a 12-year prospective study in the Russian population. *Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(5):4997. (In Russ.) Винтер Д. А., Мустафина С. В., Рымар О. Д. и др. Вклад поведенческих и социальных факторов риска в развитие метаболически нездорового ожирения по данным двенадцатилетнего проспективного исследования в российской популяции. *Российский кардиологический журнал*. 2022;27(5):4997. doi:10.15829/1560-4071-2022-4997.
14. Golubnitschaja O. Flammer Syndrome in the Global Context — The "U-Shape" of Health Risks. In: Golubnitschaja O., ed. *Flammer Syndrome: From Phenotype to Associated Pathologies, Prediction, Prevention and Personalisation. Advances in Predictive, Preventive and Personalised Medicine*. Switzerland: Springer Nature AG; 2019:1-8. ISBN: 978-3-030-13550-8.
15. Bhaskaran K, Dos-Santos-Silva I, Leon D, et al. Association of BMI with overall and cause-specific mortality: a population-based cohort study of 3·6 million adults in the UK. *Lancet Diabetes Endocrinol*. 2018;6(12):944-53. doi:10.1016/S2213-8587(18)30288-2.
16. Kobalava ZhD, Konradi AO, Nedogoda SV, et al. 2024 Clinical practice guidelines for Hypertension in adults. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(9):6117. (In Russ.) Кобалава Ж. Д., Конради А. О., Недогода С. В. и др. Артериальная гипертензия у взрослых. Клинические рекомендации 2024. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(9):6117. doi:10.15829/1560-4071-2024-6117.
17. Fernández-Alvarez V, Linares Sánchez M, López Alvarez F, et al. Evaluation of Intima-Media Thickness and Arterial Stiffness as Early Ultrasound Biomarkers of Carotid Artery Atherosclerosis. *CardiolTher*. 2022;11(2):231-47. doi:10.1007/s40119-022-00261-x.
18. Averkin NS, Fedorova MG, Latynova IV, et al. The relationship between the individual morphometric parameters of the arterial wall and their dependence on age. News of higher educational institutions. The Volga region. *Medical sciences*. 2020;2(54):99-108. (In Russ.) Аверкин Н. С., Федорова М. Г., Латынова И. В. и др. Взаимосвязь между отдельными морфометрическими параметрами артериальной стенки и их зависимость от возраста. *Известия высших учебных заведений. Поволжский регион. Медицинские науки*. 2020;2(54):99-108. doi:10.21685/2072-3032-2020-2-10.
19. Mitchell GF, Hwang SJ, Vasan RS, et al. Arterial stiffness and cardiovascular events: the Framingham Heart Study. *Circulation*. 2010;121(4):505-11. doi:10.1161/CIRCULATIONAHA.109.886655.
20. Eikås JG, Gerdtts E, Halland H, et al. Arterial Stiffness in Overweight and Obesity: Association with Sex, Age, and Blood Pressure. *High Blood Press Cardiovasc Prev*. 2023;30(5):435-43. doi:10.1007/s40292-023-00593-2.
21. Evans JT, Buscot MJ, Fraser BJ, et al. Life-period associations of body mass index with adult carotid intima-media thickness: The Bogalusa Heart Study and the Cardiovascular Risk in Young Finns Study. *Prev Med*. 2024;189:108128. doi:10.1016/j.ypmed.2024.108128.
22. Kiechl SJ, Staudt A, Stock K, et al. Early Vascular Ageing (EVA) Study Group. Predictors of Carotid Intima-Media Thickness Progression in Adolescents-The EVA-Tyrol Study. *J Am Heart Assoc*. 2021;10(18):e020233. doi:10.1161/JAHA.120.020233.
23. Büschges J, Schaffrath Rosario A, Schienkiewitz A, et al. Vascular aging in the young: New carotid stiffness centiles and association with general and abdominal obesity — The KIGGS cohort. *Atherosclerosis*. 2022;355:60-7. doi:10.1016/j.atherosclerosis.2022.05.003.
24. Evseyeva ME, Sergeeva OV, Rusidi AV, et al. Youth obesity paradox from the perspective of vascular stiffness, blood pressure and metabolic status. *Russian Journal of Cardiology*. 2024;29(5):5739. (In Russ.) Евсевьева М. Е., Сергеева О. В., Русиди А. В. и др. Молодёжный "парадокс ожирения" с позиций сосудистой жёсткости, уровня артериального давления и метаболического статуса. *Российский кардиологический журнал*. 2024;29(5):5739. doi:10.15829/1560-4071-2024-5739.
25. Evseyeva ME, Eremin MV, Rostovtseva MV, et al. Vascular aging phenotypes based on VaSera-screening results in young people with hypertension: Place of connective tissue dysplasia. *Arterial Hypertension*. 2021;27(2):188-205. (In Russ.) Евсевьева М. Е., Ерёмин М. В., Ростовцева М. В. и др. Фенотипы сосудистого старения по данным VaSera-скрининга у молодых людей с наличием артериальной гипертензии. Место дисплазии соединительной ткани. *Артериальная гипертензия*. 2021;27(2):188-205. doi:10.18705/1607-419X-2021-27-2-188-205.
26. Zaikina MP, Kapustina VA, Savel'ev SI. Obesity paradox in patients with cardiovascular diseases and diabetes mellitus type 2 (analytical review). *Health care of the Russian Federation*. 2021;65(2):135-42. (In Russ.) Заикина М. П., Капустина В. А., Савельев С. И. Парадокс ожирения при сердечно-сосудистых заболеваниях и сахарном диабете (аналитический обзор). *Здравоохранение Российской Федерации*. 2021;65(2):135-42. doi:10.47470/0044-197X-2021-65-2-135-142.
27. Charakida M, Jones A, Falaschetti E, et al. Childhood obesity and vascular phenotypes: a population study. *J Am Coll Cardiol*. 2012;60(25):2643-50. doi:10.1016/j.jacc.2012.08.1017.
28. Meng Y, Sharman JE, Koskinen JS, et al. Blood Pressure at Different Life Stages Over the Early Life Course and Intima-Media Thickness. *JAMA Pediatr*. 2024;178(2):133-41. doi:10.1001/jamapediatrics.2023.5351.