

Особенности жесткости артерий у детей дошкольного возраста

А.Е. Носов, О.Ю. Устинова

Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения Роспотребнадзора
614045, г. Пермь, ул. Монастырская, 82

Резюме

Прогностическая значимость жесткости артериальной системы у детей в настоящее время активно изучается. Цель исследования – выявить особенности артериальной жесткости и разработать критерии повышенной и пониженной (супернормальной) жесткости артерий у детей дошкольного возраста. **Материал и методы.** Обследованы 24 ребенка дошкольного возраста (10 мальчиков и 14 девочек) в возрасте $62,3 \pm 11,5$ мес. Каротидно-фemorальную скорость пульсовой волны (кфСПВ) определяли методом сфигмографии (кфСПВс) и с использованием доплерометрии (кфСПВд). За время распространения пульсовой волны (t) принимали разность между временем от вершины зубца R на ЭКГ до начала доплеровского сигнала на общей бедренной артерии и временем от вершины зубца R до начала доплеровского сигнала на общей сонной артерии. Длину артериального русла (L) измеряли рулеткой между точками локации сигнала и умножали на 0,8. **Результаты.** Значения кфСПВс и кфСПВд составили 4,40 [4,10; 4,60] м/с (медиана [нижний квартиль; верхний квартиль]) и 4,03 [3,81; 4,23] м/с соответственно ($p = 0,015$). Установлена прямая корреляция между кфСПВс и кфСПВд ($r = 0,536$; $p = 0,008$). Оба показателя прямо связаны с уровнем диастолического артериального давления. Определены границы референсных интервалов повышенной и пониженной жесткости артерий в данной возрастной группе (более 4,89 м/с по кфСПВс и более 4,88 м/с по кфСПВд). **Заключение.** Сфигмографический и доплерографический методы регистрации показывают сопоставимые значения кфСПВ и могут использоваться для оценки артериальной жесткости у детей дошкольного возраста.

Ключевые слова: дети дошкольного возраста, артериальная жесткость, сфигмография, доплерография, скорость пульсовой волны.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Автор для переписки. Носов А.Е., e-mail: nosov@fcrisk.ru

Для цитирования. Носов А.Е., Устинова О.Ю. Особенности жесткости артерий у детей дошкольного возраста. *Сиб. науч. мед. ж.* 2025;45(2):192–197. doi: 10.18699/SSMJ20250222

Features of arterial stiffness in preschool children

A.E. Nosov, O.Yu. Ustinova

Federal Scientific Center for Medical and Preventive Technologies for Public Health Risk Management of Rospotrebnadzor
614045, Perm, Monastyrskaya st., 82

Abstract

The prognostic significance of arterial stiffness in children is currently being actively studied. The aim of the study was to identify the characteristics of arterial stiffness and develop criteria for increased and decreased (supernormal) arterial stiffness in preschool children. **Material and methods.** Twenty-four preschool children (10 boys and 14 girls) aged 62.3 ± 11.5 months were examined. Carotid-femoral pulse wave velocity (cfPWV) was determined by sphygmography (cfPWVs) and using Doppler ultrasound (cfPWVd). The difference between the time from the apex of the R wave on the ECG to the onset of the Doppler signal on the common femoral artery and the time from the apex of the R wave to the onset of the Doppler signal on the common carotid artery was taken as the pulse wave propagation time (t). The length of the arterial bed (L) was measured with a tape measure between the signal location points and multiplied by 0.8. **Results.** The values of cfPWVs and cfPWVd were 4.40 [4.10; 4.60] (median [lower quartile; upper quartile])

and 4.03 [3.81; 4.23] m/s, respectively ($p = 0.015$). The direct correlation between cfPWVs and cfPWVd ($r = 0.536$; $p = 0.008$) was established. Both indicators are directly related to the level of diastolic blood pressure. The boundaries of reference intervals for increased and decreased arterial stiffness in this age group were determined (more than 4.89 m/s for cfPWVs and more than 4.88 m/s for cfPWVd). **Conclusions.** Sphygmographic and Doppler ultrasound methods of registration show comparable values of cfPWV and can be used to assess arterial stiffness in preschool children.

Key words: preschool children, arterial stiffness, sphygmography, Doppler ultrasound, pulse wave velocity.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

Correspondence author. Nosov A.E., e-mail: nosov@ferisk.ru

Citation. Nosov A.E., Ustinova O.Yu. Features of arterial stiffness in preschool children. *Sibirskij nauchnyj medicinskij zhurnal = Siberian Scientific Medical Journal*. 2025;45(2):192–197. [In Russian]. doi: 10.18699/SSMJ20250222

Введение

Проблема изучения прогностической значимости повышенной жесткости артериальной системы сохраняет свою актуальность до настоящего времени [1–3]. Артериальную жесткость (АЖ) принято рассматривать как результирующий показатель при воздействии на сосудистую стенку множества традиционных факторов риска, при этом основным критерием АЖ, вошедшим в клинические рекомендации, является каротидно-феморальная скорость пульсовой волны (кфСПВ) [4, 5]. В связи с этим приобретает актуальность концепция раннего сосудистого старения (early vascular aging, EVA), которая определяется как увеличение АЖ относительно референсного уровня для соответствующего возраста и пола и ассоциируется с повышенным сердечно-сосудистым риском [6–8]. В противоположность EVA описывается феномен замедленного старения сосудов (supernormal vascular aging, SUPERNOVA). Понимание механизмов этого явления поможет улучшить прогноз сердечно-сосудистых событий [9]. Проблеме оценки АЖ у детей уделяется все больше внимания, появляются данные о ее диагностической и прогностической значимости при ряде патологических состояний [10]. В то же время данные об АЖ и ее детерминантах у детей дошкольного возраста немногочисленны.

Цель исследования – выявить особенности АЖ и разработать критерии повышенной и пониженной (супернормальной) АЖ у детей дошкольного возраста.

Материал и методы

В поперечном исследовании обследованы 24 ребенка (10 мальчиков и 14 девочек) в возрасте от 3 лет и 8 месяцев до 6 лет и 10 месяцев ($62,3 \pm 11,5$ мес.). Их рост составил $112,8 \pm 7,9$ см, масса тела – $19,3 \pm 2,9$ кг, индекс массы тела (ИМТ) –

$15,1 \pm 1,3$ кг/м². Критерии включения: возраст от 3 до 7 лет, критерии исключения: индекс массы тела больше или меньше 2Z, наличие порока сердца, хронических заболеваний почек, сахарного диабета, системных заболеваний соединительной ткани в анамнезе.

Сфигмография выполнялась на сфигмографе BPLab angio (ООО «Петр Телегин», Россия). Исследование проводилось лежа на спине с расслабленными конечностями, использовались четыре манжеты 16–24 см на плечи и голени. В автоматическом режиме определялись систолическое (САД), диастолическое артериальное давление (ДАД), частота сердечных сокращений (ЧСС), рассчитывалась кфСПВ (кфСПВс). Пульсовое артериальное давление (ПАД) рассчитывалось по формуле: $ПАД = САД - ДАД$.

Допплерометрическое исследование кфСПВ (кфСПВд) проводилось с использованием ультразвукового сканера Vivid IQ (GE HealthCare, США) и линейного датчика 12L–RS (4–13 МГц). Регистрировались доплеровские сигналы с общей сонной и общей бедренной артерии с синхронизацией с электрокардиографическим каналом. За время распространения пульсовой волны (t) принимали разность между временем от вершины зубца R на ЭКГ до начала доплеровского сигнала на общей бедренной артерии и временем от вершины зубца R до начала доплеровского сигнала на общей сонной артерии. Каждый временной интервал измерялся 5 раз с расчетом среднего арифметического значения. Длину артериального русла (L) определяли с помощью гибкой рулетки как расстояние между точками локализации доплеровского сигнала (за точку локализации принимали середину от длины линейного датчика), величину кфСПВд рассчитывали по формуле:

$$\text{кфСПВд} = (L \times 0,8) / t [11].$$

Статистическая обработка проводилась с помощью программы SPSS v.23. Нормальность рас-

пределения для возраста и антропометрических данных оценивали по тесту Шапиро – Уилка, данные представлены в виде среднего арифметического значения и стандартного отклонения ($M \pm SD$). Распределение переменной кфСПВ отличалось от нормального, значения представлены в виде медианы и границ интерквартильного размаха ($Me [Q1; Q3]$), для оценки различий использовали критерий Манна – Уитни. При анализе связи количественных признаков использовали корреляцию Спирмена и линейную однофакторную регрессию. Референсные границы распределения кфСПВ в исследованной когорте определяли путем расчета 5-го (P5) и 95-го перцентиля (P95): при значениях меньше P5 и больше P95 АЖ считали соответственно супернормальной или повышенной [7, 9]. Критический уровень значимости нулевой статистической гипотезы (p) принимали равным 0,05.

Исследование одобрено этическим комитетом ФБУН «ФНЦ медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» (протокол № 1 от 06.02.2020). Получено информированное добровольное согласие законных представителей детей.

Результаты

Величина кфСПВс у мальчиков и девочек составила 4,45 [4,10; 4,68] и 4,40 [4,20; 4,50] м/с соответственно ($p = 0,738$), кфСПВд – 4,14 [3,86; 4,28] и 3,95 [3,81; 4,15] м/с соответственно ($p = 0,403$). Учитывая, что гендерных различий по кфСПВ не выявлено по обоим методам исследо-

вания, далее все расчеты производили без разделения по полу. Значение кфСПВ, полученное путем сфигмометрии статистически значимо выше такового, установленного на основании доплеровского исследования – 4,40 [4,10; 4,60] и 4,03 [3,81; 4,23] м/с соответственно ($p = 0,039$).

Выявлена прямая корреляция между кфСПВс и кфСПВд ($r = 0,536$; $p = 0,008$). Результаты линейного регрессионного анализа зависимости кфСПВс и кфСПВд от возраста, антропометрических характеристик и АД показали, что оба параметра статистически значимо прямо связаны с уровнем ДАД (таблица). Кроме того, установлена прямая связь кфСПВс с ростом детей. Ассоциаций с возрастом, весом, ИМТ, САД и ПАД не выявлено.

Значения интервалов для градации повышенной и пониженной АЖ были следующими: P5, P5–P25, P25–P75, P75–P95 и P95 для кфСПВс – 3,71, 3,71–4,10, 4,10–4,60, 4,60–4,89, 4,89 м/с соответственно, для кфСПВд – 3,69, 3,69–3,81, 3,81–4,23, 4,23–4,88, 4,88 м/с соответственно.

Обсуждение

В популяции лиц старше 18 лет достаточно четко определена прогностическая значимость АЖ и влияющие на нее факторы. Увеличение АЖ ассоциируется с наличием артериальной гипертензии, сахарного диабета, курения, дислипидемии, хронической болезни почек и, соответственно, с ухудшением прогноза в отношении развития сердечно-сосудистых событий и смертности [5,

Связь кфСПВ с возрастом, антропометрическими данными и АД

Association of cfPWV with age, anthropometric data and blood pressure

Регрессионная модель	R^2	SEE	F	e	B (95 % ДИ)	p
кфСПВс – возраст	0,095	0,39	2,22	3,61	0,012 [–0,005; 0,028]	0,151
кфСПВс – рост	0,178	0,38	4,54	1,77	0,023 [0,001; 0,045]	0,045
кфСПВс – масса тела	0,033	0,41	0,73	3,82	0,026 [–0,038; 0,091]	0,404
кфСПВс – ИМТ	0,064	0,40	1,42	5,24	–0,059 [–0,162; 0,044]	0,244
кфСПВс – САД	0,017	0,41	0,37	3,89	0,004 [–0,010; 0,019]	0,549
кфСПВс – ДАД	0,430	0,31	15,9	2,02	0,037 [0,018; 0,056]	0,001
кфСПВс – ПАД	0,079	0,39	1,79	4,77	–0,10 [–0,027; 0,006]	0,194
кфСПВд – возраст	<0,0001	0,39	0,004	4,13	0 [–0,15; 0,15]	0,950
кфСПВд – рост	0,001	0,39	0,031	4,30	–0,002 [–0,023; 0,02]	0,862
кфСПВд – масса тела	<0,0001	0,39	0,01	4,05	0,003 [–0,055; 0,061]	0,923
кфСПВд – ИМТ	0,004	0,39	0,082	3,89	0,014 [–0,085; 0,113]	0,777
кфСПВд – САД	0,117	0,37	2,77	2,98	0,011 [–0,003; 0,024]	0,110
кфСПВд – ДАД	0,303	0,33	9,15	2,24	0,029 [0,009; 0,05]	0,006
кфСПВд – ПАД	0,001	0,39	0,015	4,05	0,001 [–0,015; 0,015]	0,902

Примечание. R^2 – коэффициент детерминации; SEE – стандартная ошибка оценки; F – критерий Фишера; e – константа; B – коэффициент регрессионного уравнения; 95 % ДИ – 95%-й доверительный интервал.

12]. Для диагностики повышения АЖ рекомендованным к клиническому применению в соответствии с рекомендациями Американской ассоциации сердца и группы Российских экспертов по ее оценке в клинической практике является метод определения кфСПВ (класс рекомендаций I, уровень доказательности A), который также указан в Российских клинических рекомендациях [5]. В то же время аппаратура для измерения кфСПВ, с помощью которой и были получены основные эпидемиологические данные для оценки ее клинической роли, преимущественно зарубежного производства и мало доступна организациям практического здравоохранения в России. В последние годы появляются отечественные приборы (сфигмографы), которые позволяют измерять кфСПВ (в основном не напрямую, а с помощью оценки передаточной функции от плечелодыжечной СПВ). В качестве альтернативы сфигмографии предложен способ определения кфСПВ доплерографическим методом, который предполагает прямое измерение данного показателя [11].

Вопросы диагностики, интерпретации и клинического использования АЖ у детей до настоящего времени недостаточно разработаны, в то же время новая концепция сосудистого старения EVA может обозначить особенности ранних сосудистых изменений у детей дошкольного возраста, когда только начинают формироваться процессы атеросклероза и атеросклероза [13]. В целом у детей используются те же методы определения СПВ, что и у взрослых, при этом больших эпидемиологических исследований по данной проблеме немного. G.S. Reusz et al., обследовав 1008 здоровых детей и подростков от 6 до 20 лет, показали, что СПВ у мальчиков прогрессивно увеличивается с возрастом от $4,348 \pm 0,127$ до $5,713 \pm 0,149$ м/с, а у девочек – от $4,269 \pm 0,123$ до $5,685 \pm 0,140$ м/с. Авторы привели центильное распределение СПВ по полу, возрасту и весу, выявили статистически значимую корреляцию между СПВ и возрастом, ростом, массой тела, САД, ДАД и средним АД, а также предложена формула расчета идеальной СПВ у здорового ребенка [14]:

$$\text{СПВ} = 0,049 \times \text{возраст} + 0,008 \times \text{рост} + 0,024 \times \text{среднее АД} + 1,129.$$

D.C. Fischer et al. представили сходное исследование, где получили значения кфСПВ у детей и подростков от 6 до 18 лет, которые составили в младшей возрастной группе у мальчиков $4,086 \pm 0,084$ м/с, у девочек $4,041 \pm 0,084$ м/с, а в старшей возрастной группе – $5,424 \pm 0,089$ и $4,841 \pm 0,098$ м/с соответственно [15]. D. Thurn et al., обследовав 1003 здоровых детей в возрасте 6–18 лет ($11,6 \pm 3$ года), получили значение СПВ

от $4,3 \pm 0,4$ м/с в группе 6–9 лет до $5,3 \pm 0,5$ м/с в группе 15–18 лет и выявили гендерные различия начиная с возраста 9 лет (со статистически значимым преобладанием у мальчиков) [16].

Влияние антропометрических и метаболических факторов риска на СПВ изучено в работе M.S. Mihuta et al. у 60 детей в возрасте от 6 до 18 лет. Авторы выявили статистически значимое повышение СПВ в группе детей с ожирением относительно лиц с нормальным весом ($4,7 \pm 0,45$ и $4,4 \pm 0,3$ м/с соответственно, $p < 0,01$), корреляцию СПВ с индексом массы тела, массой тела и ростом ($r = 0,59$, $r = 0,68$ и $r = 0,50$ при $p < 0,01$), но без гендерных различий по СПВ. Кроме того, авторами изучены связи метаболических показателей (липидный профиль, содержание глюкозы) и СПВ. У детей с нормальной массой тела выявлена только обратная корреляция между содержанием холестерина липопротеинов высокой плотности и СПВ ($r = 0,42$, $p = 0,03$), а при избыточном весе – прямая корреляция СПВ с уровнем холестерина липопротеинов низкой плотности ($r = 0,4$, $p = 0,03$), триглицеридов ($r = 0,48$, $p < 0,01$), холестерина, не связанного с липопротеинами высокой плотности ($r = 0,38$, $p = 0,03$). В целом в данном исследовании в когорте лиц с нормальной массой тела младше 12 лет СПВ составила 4,2 м/с [17].

Критерии оценки раннего сосудистого старения (EVA) по значениям СПВ в настоящее время окончательно не регламентированы. Верхнюю референсную границу распределения предлагается определять разными способами: значение СПВ рекомендуется считать соответствующим EVA при превышении либо границы $+2SD$, либо P95 выборки, либо референсных значений, определенных при массовых обследованиях [7, 9].

В нашем исследовании на когорте детей в возрасте от 3 лет и 8 мес. до 6 лет и 10 мес. показано, что величина кфСПВ, рассчитанная путем сфигмометрии, на 0,37 м/с больше, чем при доплеровском исследовании, при этом между результатами данных методов расчета обнаружена статистически значимая корреляция. Установлена связь значений кфСПВ у детей с уровнем ДАД, но не с САД, ПАД и возрастом. Полученные в исследовании значения кфСПВ сопоставимы с данными литературы. Отсутствие корреляции с возрастом и большинством антропометрических параметров можно объяснить низкой вариабельностью кфСПВ в пределах данной возрастной группы, а заметный прирост АЖ следует ожидать у более старших детей. В настоящей работе определены границы референсных интервалов раннего сосудистого старения в данной возрастной группе (более 4,89 м/с по кфСПВс и более 4,88 м/с по

кфСПВд), которые могут быть использованы для дальнейшего динамического наблюдения за детьми с целью раннего выявления факторов сердечно-сосудистого риска. На основании результатов исследования считаем, что для определения АЖ у детей данного возраста возможно применение обоих методов расчета артериальной жесткости, так как расчетные референсные границы выборки позволяют одинаково эффективно выявлять у детей феномен EVA, а различия между медианами результатов, полученных при их использовании, не превышают 9 %.

Ограничение исследования

В исследование включены дети от 3 лет и 8 мес. до 6 лет и 10 мес., поэтому полученные результаты могут быть экстраполированы только на данную возрастную категорию.

Список литературы / References

1. Дружилова О.Ю., Дружилов М.А., Кузнецова Т.Ю. Прогностическое значение показателей артериальной жесткости при оценке кардиометаболического риска у пациентов с ожирением. *Рос. кардиол. ж.* 2018;23(5):15–20. doi: 10.15829/1560-4071-2018-5-15-20
2. Druzhilova O.Yu., Druzhilov M.A., Kuznetsova T.Yu. Predictive significance of arterial stiffness parameters in evaluation of cardiometabolic risk in obesity patients. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2018;23(5):15–20. [In Russian]. doi: 10.15829/1560-4071-2018-5-15-20
3. Вернер В.А., Мельник М.В., Князева С.А. Сердечно-лодыжечный сосудистый индекс в диагностике, определении степени тяжести и риска поражения магистральных сосудов у пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями и сахарным диабетом 2-го типа. *Терапевт. арх.* 2021;93(1):87–93. doi: 10.26442/00403660.2021.01.200599
4. Verner V.A., Mel'nik M.V., Knjazeva S.A. Cardio-ankle vascular index (CAVI) in diagnostics, risk and severity evaluation of magistral vessels lesion in patients with cardio-vascular diseases and type 2 diabetes. *Terapevticheskiy arkhiv = Therapeutic Archive*. 2021;93(1):87–93. [In Russian]. doi: 10.26442/00403660.2021.01.200599
5. Фомина Е.С., Никифоров В.С. Артериальная жесткость и сосудистое старение: последствия артериальной гипертензии. *Арх. внутр. мед.* 2021;11(3):196–202. doi: 10.20514/2226-6704-2021-11-3-196-202
6. Fomina E.S., Nikiforov V.S. Arterial stiffness and vascular aging: effects of hypertension. *Arkhiv vnutrenney meditsiny = Archive of Internal Medicine*. 2021;11(3):196–202. [In Russian]. doi: 10.20514/2226-6704-2021-11-3-196-202
7. Кавешников В.С., Трубачева И.А., Серебрякова В.Н. Анализ факторов, связанных с артериальной жесткостью, в общей популяции трудоспособного возраста. *Рос. кардиол. ж.* 2022;27(5):5002. doi: 10.15829/1560-4071-2022-5002
8. Kaveshnikov V.S., Trubacheva I.A., Serebryakova V.N. Analysis of factors associated with arterial stiffness in the general working-age population. *Rossiyskiy kardiologicheskii zhurnal = Russian Journal of Cardiology*. 2022;27(5):5002. [In Russian]. doi: 10.15829/1560-4071-2022-5002
9. Васюк Ю.А., Иванова С.В., Школьник Е.Л., Котовская Ю.В., Милиагин В.А., Олейников В.Э., Орлова Я.А., Сумин А.Н., Баранов А.А., Бойцов С.А., ... Скибицкий В.В. Согласованное мнение российских экспертов по оценке артериальной жесткости в клинической практике. *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика*. 2016;15(2):4–19. doi: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19
10. Vasyuk Yu.A., Ivanova S.V., Shkolnik E.L., Kotovskaya Yu.V., Milyagin V.A., Oleynikov V.E., Orlova Ya.A., Sumin A.N., Baranov A.A., Boytsov S.A., ... Skibitsky V.V. Consensus of Russian experts on the evaluation of arterial stiffness in clinical practice. *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2016;15(2):4–19. [In Russian]. doi: 10.15829/1728-8800-2016-2-4-19
11. Рудой М.Д. Распространенность синдрома раннего сосудистого старения у мужчин, работающих в условиях воздействия шума. *Арх. внутр. мед.* 2024;14(1):72–80. doi: 10.20514/2226-6704-2024-14-1-72
12. Rudoi M.D. Prevalence of early vascular aging syndrome in men working under noise exposure. *Arkhiv vnutrenney meditsiny = Archive of Internal Medicine*. 2024;14(1):72–80. [In Russian]. doi: 10.20514/2226-6704-2024-14-1-72
13. Cunha P.G., Boutouyrie P., Nilsson P.M., Laurent S. Early Vascular Ageing (EVA): definitions and clinical applicability. *Curr. Hypertens. Rev.* 2017;13(1):8–15. doi: 10.2174/1573402113666170413094319
14. Bruno R.M., Nilsson P.M., Engström G., Wadström B.N., Empana G.P., Boutouyrie P., Laurent S. Early and supernormal vascular aging: clinical characteristics and association with incident cardiovascular events. *Hypertension*. 2020;76(5):1616–1624. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.120.14971
15. Laurent S., Boutouyrie P., Cunha P.G., Lacolley P., Nilsson P.M. Concept of extremes in vascular aging. *Hypertension*. 2019;74(2):218–228. doi: 10.1161/HYPERTENSIONAHA.119.12655
16. Ahmadizar F., Voortman T. Arterial stiffness in childhood: A predictor for later cardiovascular disease? *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2018;25(1):100–102. doi: 10.1177/2047487317743046
17. Chirinos J.A., Segers P., Hughes T., Townsend R. Large-artery stiffness in health and

- disease: JACC state-of-the-art review. *J. Am. Coll. Cardiol.* 2019;74(9):1237–1263. doi: 10.1016/j.jacc.2019.07.012
12. Заирова А.Р., Рогоза А.Н., Ощепкова Е.В., Яровая Е.Б., Куценко В.А., Шальнова С.А., Трубачева И.А., Кавешников В.С., Серебрякова В.Н., Бойцов С.А. Значение показателя артериальной жесткости «сердечно-лодыжечный сосудистый индекс – CAVI» для прогноза сердечно-сосудистых событий в популяционной выборке взрослого городского населения (по материалам исследования ЭССЕ-РФ, Томск). *Кардиоваскуляр. терапия и профилактика.* 2021;20(5):202–213. doi: 10.15829/1728-8800-2021-2967
- Zairova A.R., Rogoza A.N., Oshchepkova E.V., Yarovaya E.B., Kutsenko V.A., Shalnova S.A., Trubacheva I.A., Kaveshnikov V.S., Serebryakova V.N., Boytsov S.A. Contribution of cardio-ankle vascular index to prediction of cardiovascular events in the adult urban population: data from the ESSE-RF study (Toms). *Kardiovaskulyarnaya terapiya i profilaktika = Cardiovascular Therapy and Prevention.* 2021;20(5):202–213. [In Russian]. doi: 10.15829/1728-8800-2021-2967
13. Savant J.D., Furth S.L., Meyers K.E. Arterial stiffness in children: pediatric measurement and considerations. *Pulse (Basel).* 2015;2(1-4):69–80. doi: 10.1159/000374095
14. Reusz G.S., Csepke O., Temmar M., Kis E., Cherif A.B., Thaleb A., Fekete A., Szabó A.J., Benetos A., Salvi P. Reference values of pulse wave velocity in healthy children and teenagers. *Hypertension.* 2010;56(2):217–224. doi: 10.1161/HYPERTENSION.110.152686
15. Fischer D.C., Schreiver C., Heimhalt M., Noerenberg A., Haffner D. Pediatric reference values of carotid-femoral pulse wave velocity determined with an oscillometric device. *J. Hypertens.* 2012;30(11):2159–2167. doi: 10.1097/HJH.0b013e3283582217
16. Thurn D., Doyon A., Sözeri B., Bayazit A.K., Canpolat N., Duzova A., Querfeld U., Schmidt B.M., Schaefer F., Wühl E., Melk A. Aortic pulse wave velocity in healthy children and adolescents: reference values for the vicorder device and modifying factors. *Am. J. Hypertens.* 2015;28(12):1480–1488. doi: 10.1093/ajh/hpv048
17. Mihuta M.S., Stoian D., Borlea A., Roi C.M., Velea-Barta O.A., Mozos I., Paul C. Evaluating the arterial stiffness as a useful tool in the management of obese children. *Children (Basel).* 2023;10(2):183. doi: 10.3390/children10020183

Сведения об авторах:

Носов Александр Евгеньевич, к.м.н., ORCID: 0000-0003-0539-569X, e-mail: nosov@fcrisk.ru
Устинова Ольга Юрьевна, д.м.н., ORCID: 0000-0002-9916-5491, e-mail: ustinova@fcrisk.ru

Information about the authors:

Alexandr E. Nosov, candidate of medical sciences, ORCID: 0000-0003-0539-569X, e-mail: nosov@fcrisk.ru
Olga Yu. Ustinova, doctor of medical sciences, ORCID: 0000-0002-9916-5491, e-mail: ustinova@fcrisk.ru

Поступила в редакцию 23.11.2024
После доработки 13.01.2025
После повторной доработки 12.03.2025
Принята к публикации 13.03.2025

Received 23.11.2024
Revision received 13.01.2025
Second revision received 12.03.2025
Accepted 13.03.2025