

© ЛУКЬЯНЧИК Ю. Д., ЧЕРНЫШЕВА Т. В., МАЛИНИНА Е. И., ГАПОН Л. И., ПЛЮСНИН А. В., ЛЫКАСОВА Е. А., ЯРОСЛАВСКАЯ Е. И.

УДК 616.1

DOI: 10.20333/25000136-2025-5-55-60

Региональные особенности состояния сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов Крайнего Севера и города Тюмени

Ю. Д. Лукьянчик¹, Т. В. Чернышева¹, Е. И. Малинина^{1,2}, Л. И. Гапон¹, А. В. Плюснин¹, Е. А. Лыкасова¹, Е. И. Ярославская¹

¹Тюменский кардиологический научный центр, Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук, Томск 625026, Российская Федерация

²Тюменский государственный медицинский университет, Тюмень 625023, Российская Федерация

Цель исследования. Определить особенности показателей сердечно-сосудистой системы (ССС) у подростков 12-17 лет, занимающихся высокодинамичными видами спорта в зависимости от зоны проживания.

Материал и методы. Проведено обсервационное поперечное исследование 322 юношей 12-17 лет I-II группы здоровья, проживающих на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) и города Тюмени, занимающихся футболом и хоккеем ($n=174$), и не занимающихся спортом ($n=148$). Спектр исследований включал: кардиологический осмотр, стандартную электрокардиографию (ЭКГ), суточное мониторирование ЭКГ, эхокардиографию.

Результаты. Частота сердечных сокращений (ЧСС) у юных спортсменов в период бодрствования была ниже, чем у детей контрольных групп соответствующего региона ($p<0,05$), при этом ЧСС у атлетов Крайнего Севера – выше, чем у тюменских спортсменов ($p<0,05$). Показатель диастолической функции – медиана латеральной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана – у подростков ЯНАО продемонстрировала более низкие значения в сравнении с детьми города Тюмени ($p<0,05$), независимо от уровня физических нагрузок. Большие значения медианы ширины базального отдела правого желудочка (ПЖ) (RVDD_base) выявлены у юных атлетов Крайнего севера в сравнении с не тренирующимися подростками того же региона ($p<0,001$). Медиана систолической площади ПЖ (RVAs) у спортсменов ЯНАО выше, чем в контрольной группе ($p=0,004$), тогда как у атлетов г. Тюмени, наоборот, ниже ($p=0,045$). Определены точки отсечения RVDD_base (более 37,5 мм) у атлетов Крайнего Севера и RVAs (более 9,65 см²) для спортсменов города Тюмени, при превышении которых прогнозируются патологические изменения ССС.

Заключение. Наиболее значимыми факторами риска ремоделирования миокарда у юных футболистов и хоккеистов являются: RVDD_base более 37,5 мм (ЯНАО); увеличение RVAs более 9,65 см² (Тюмень).

Ключевые слова: юные спортсмены, высокодинамичные виды спорта, холтеровское мониторирование ЭКГ, эхокардиография, спортивное ремоделирование, правый желудочек.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Для цитирования: Лукьянчик ЮД, Чернышева ТВ, Малинина ЕИ, Гапон ЛИ, Плюснин АВ, Лыкасова ЕА, Ярославская ЕИ. Региональные особенности состояния сердечно-сосудистой системы у юных спортсменов Крайнего Севера и города Тюмени. Сибирское медицинское обозрение. 2025;(5):55-60. DOI: 10.20333/25000136-2025-5-55-60

Regional features of the cardiovascular system status in young athletes from the Far North and Tyumen

Yu.D. Lukyanchik¹, T.V. Chernysheva¹, E.I. Malinina^{1,2}, L.I. Gapon¹, A. V. Plyusnin¹, E.A. Lykasova¹, E. I. Yaroslavskaya¹

¹Tyumen Cardiology Research Center, Tomsk National Research Medical Center, Russian Academy of Science, Tomsk 625026, Russian Federation

²Tyumen State Medical University, Tyumen 625023, Russian Federation

The aim of the research. To determine the characteristics of the cardiovascular system (CVS) in adolescents aged 12-17 years engaged in highly dynamic sports depending on the area of residence.

Material and methods. An observational cross-sectional study of 322 12-17-year-old boys of health groups I-II was conducted living in the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug (YNAO) and Tyumen, who play football and hockey ($n=174$) and do not play sports ($n=148$). The range of studies included: cardiological examination, standard electrocardiography (ECG), Holter ECG monitoring, echocardiography.

Results. The heart rate in young athletes was lower than in children of the control groups of the corresponding regions ($p<0.05$), while the heart rate in athletes of the Far North was higher than athletes in Tyumen ($p<0.05$). The indicator of diastolic function – the lateral peak mitral annular velocity in children of the YNAO demonstrated lower values compared with children in Tyumen ($p<0.05$), regardless of the level of physical activity. The median of right ventricular basal diameter at end-diastole (RVDD_base) demonstrated high values in young athletes of the Far North compared with non-exercising adolescents in the corresponding region ($p<0.001$). The median of right ventricular end-systolic area (RVAs) in athletes of the YNAO is higher than in the control group ($p=0.001$), whereas it is lower in athletes of Tyumen ($p=0.045$). RVDD_base cut-off points (more than 37.5 mm) were determined for athletes from the Far North and RVAs (more than 9.65 cm²) for athletes from Tyumen, above which pathological changes are predicted in the cardiovascular system.

Conclusion. The most significant risk factors for myocardial remodelling in young football and hockey players are: RVDD_base >37.5 mm (YNAO); increased RVAs >9.65 cm² (Tyumen).

Key words: young athletes, highly dynamic sports, Holter ECG monitoring, echocardiography, exercise-induced remodelling, right ventricle.

Conflict of interest. The authors declare the absence of obvious and potential conflicts of interest associated with the publication of this article.

Citation: Lukyanchik YuD, Chernysheva TV, Malinina EI, Gapon LI, Plyusnin AV, Lykasova EA, Yaroslavskaya EI. Regional features of the cardiovascular system status in young athletes from the Far North and Tyumen. *Siberian Medical Review*. 2025;(5):55-60. DOI: 10.20333/25000136-2025-5-55-60

Введение

Детский и юношеский возраст сопровождается наибольшей физической активностью и занятиями спортом. В США в 2019 году 27 миллионов молодых людей в возрасте от 6 до 18 лет занимались командными видами спорта [1], в Российской Федерации по данным отчёта Министерства Спорта на 2024г. – 23 миллиона детей с 3 до 17 лет. Регулярные физические упражнения могут способствовать как укреплению сердечно-сосудистой системы (ССС), так и являться триггером возникновения критических кардиальных событий у спортсменов, особенно имеющих наследственную или врождённую аномалию сердца, не диагностированную до начала тренировочного процесса [1]. Частота случаев внезапной сердечной смерти (ВСС) значительно варьирует, но самый высокий показатель зарегистрирован у спортсменов в возрасте 12–17 лет (1,17 случаев на 100000 спортсменов в год), занимающихся хоккеем и футболом [2,3,4]. Факторы окружающей среды: экстремальные температуры, влажность, ветер, перепады атмосферного давления оказывают значительное воздействие на ССС атлетов, влияя как на механизмы адаптации, так и на развитие кардиальной патологии [5], что на фоне интенсивных физических нагрузок может приводить к функциональному перенапряжению, снижению выносливости и результативности [6, 7]. Сравнительная оценка показателей гемодинамики больших когорт юных спортсменов разных климатических зон позволяет выделить региональные нормы и патологические отклонения для персонализации программ медицинского наблюдения атлетов в зависимости от географических особенностей, используя стандартные диагностические методы обследования.

Цель. Определить особенности показателей сердечно-сосудистой системы у подростков 12–17 лет, занимающихся высокодинамичными видами спорта в зависимости от зоны проживания.

Материал и методы

Проведено обсервационное поперечное исследование 322 юношей 12–17 лет I-II группы здоровья, проживающих на территории Ямало-Ненецкого автономного округа (ЯНАО) и города Тюмени. Характеристика группы исследования (174): дети, занимающиеся высокодинамичными видами спорта – футбол или хоккей на 3-4 этапе спортивной подготовки. Распределение по группам проводилось с учётом места проживания: ЯНАО (86) и г. Тюмень (88). Группы контроля составили 148 подростков того же возраста и соматического статуса, не занимающихся спортом, проживающих на территории ЯНАО (74) и г. Тюмень (74).

Спектр исследований включал: кардиологический осмотр, стандартную электрокардиографию (ЭКГ), холтеровское мониторирование ЭКГ (ХМ-ЭКГ), эхокардиографию (ЭхоКГ).

Оценка распределения количественных данных осуществлялась с помощью теста Колмогорова-Смирнова с поправкой Лиллиефорса. Для описательной статистики использовались непараметрические показатели: медиана и квартили (первый и третий) в формате Me [Q1; Q3] при отсутствии нормального распределения; среднее и стандартное отклонение $M \pm SD$ при нормальном распределении. Для выявления различий между анализируемыми показателями при нормальном распределении использовался t-критерий Стьюдента, при отсутствии нормального распределения – непараметрический U-тест Манна-Уитни с коррекцией значения p на множественные сравнения (поправка Бонферрони), а ранговую корреляцию взаимосвязей между переменными определяли с помощью коэффициента Спирмена. Для оценки диагностической значимости отдельных параметров проведён ROC-анализ с определением точек отсечения. Критический уровень значимости (p) был установлен на уровне 0,05. Математическая обработка материала проведена с использованием статистического пакета Statistica 12, IBM SPSS Statistics 26.

Исследование было выполнено в соответствии со стандартами надлежащей клинической практики (Good Clinical Practice) и принципами Хельсинской Декларации.

Исследование и форма информированного согласия одобрена Комитетом по биомедицинской этике Тюменского кардиологического научного центра, филиала Томского национального медицинского исследовательского центра РАН, протокол №163 от 6.11.2020 г. Получено добровольное информированное согласие подростков и законных представителей. Конфликт интересов не заявляется. Работа проведена в рамках выполнения Государственного задания Министерства науки и высшего образования РФ 122020300112-4

Результаты и обсуждение

При объективном осмотре уровень систолического артериального давления (САД) и диастолического артериального давления (ДАД) выше у юных спортсменов г. Тюмени в сравнении с тренирующимися подростками, проживающими в условиях Крайнего Севера (табл. 1). Между контрольными группами различия в уровне АД отсутствуют. При оценке частоты сердечных сокращений (ЧСС) у атлетов значения

были ниже, чем у контрольных групп соответствующего региона (табл. 1). При сравнении ЧСС у подростков ЯНАО и г. Тюмени показатели были выше у детей, проживающих в северных регионах, независимо от занятий спортом.

При анализе данных стандартной ЭКГ брадикардия <2 перцентиля у юных спортсменов города Тюмени встречалась в 3,3 раза чаще, чем у атлетов Крайнего Севера (19,3% и 5,8%, соответственно) при $p=0,011$; тогда как в контрольных группах брадикардия <2 перцентиля встречалась только у 4,1% детей, проживающих в арктической зоне.

При интерпретации ХМ-ЭКГ более низкие значения медианы ЧСС в дневные часы регистрируются у детей, занимающихся спортом в сравнении с контрольными группами ($p<0,05$) (табл. 2).

При анализе ЭхоКГ (табл. 3) в исследуемых группах размеры полостей сердца не превышали нормативных значений (по Z-score). Во всех группах исследования не зафиксировано нарушений систолической и диастолической функции левого желудочка (ЛЖ). При сравнительном анализе индекса массы миокарда ЛЖ (ИММЛЖ) выявлено превалирование показателей у спортсменов Крайнего Севера и Тюмени в 1,2 раза в сравнении с контрольными группами тех же регионов при $p<0,001$.

Медиана ширины базального отдела правого желудочка (ПЖ) (RVDd_base) продемонстрировала большие значения у юных атлетов ЯНАО в сравнении с не тренирующимися подростками того же региона (табл. 3). Медиана систолической площади ПЖ (RVAs) у спортсменов ЯНАО выше, чем в контроль-

Особенности кардиологического осмотра подростков 12-17 лет

Таблица 1

Features of cardiological examination in adolescents aged 12-17 years

Table 1

Параметры	1 группа спортсмены $M \pm SD$		2 группа контрольная $M \pm SD$		p
	ЯНАО $N=86$	Тюмень $N=88$	ЯНАО $N=74$	Тюмень $N=74$	
	1	2	3	4	
САД	101,42±11,34	106,71±9,24	102,84±9,80	105,05±8,26	$p_{1,2}=0,006$ $p_{3,4}=0,543$ $p_{1,3}=1,000$ $p_{2,4}=0,813$
ДАД	62,55±5,11	64,93±6,74	66,25±7,42	63,90±6,63	$p_{1,2}=0,042$ $p_{3,4}=0,201$ $p_{1,3}=0,003$ $p_{2,4}=1,000$
ЧСС	67,18±9,17	61,83±9,03	74,64±8,55	70,81±8,23	$p_{1,2}<0,001$ $p_{3,4}=0,039$ $p_{1,3}=0,001$ $p_{2,4}=0,001$

Частота сердечных сокращений у детей 12-17 лет в исследуемых группах по данным суточного мониторирования ЭКГ

Таблица 2

Heart rates among children aged 12-17 years in the study groups by Holter ECG monitoring

Table 2

Параметры, уд/мин	1 группа – спортсмены $Me [Q1, Q3]$		2 группа – контрольная, $Me [Q1, Q3]$		p
	ЯНАО $N=86$	Тюмень $N=88$	ЯНАО $N=74$	Тюмень $N=74$	
	1	2	3	4	
ЧСС сред. дневная	84 [78; 91]	76 [69; 85]	93 [83; 100]	92 [85; 95]	$p_{1,2}=0,021$ $p_{3,4}=1,000$ $p_{1,3}=0,004$ $p_{2,4}=0,004$
ЧСС сред. ночная	60 [55; 64]	56 [51; 63]	65 [59; 70]	68 [61; 72]	$p_{1,2}=0,660$ $p_{3,4}=1,000$ $p_{1,3}=0,090$ $p_{2,4}=0,004$

ной группе ($p=0,004$), тогда как у атлетов г. Тюмени, наоборот, ниже ($p=0,045$) (табл. 3).

У четверых юных атлетов ЯНАО при инструментальном обследовании (ХМ-ЭКГ, ЭхоКГ) выявлены патологические изменения: эксцентрическая гипертрофия миокарда ЛЖ, брадикардия до 30 ударов в минуту, удлинение QT корригированного среднесуточного более 460 мс. Определены пороговые значения RVD_{base} – 37,5 мм (AUC= 0,802 ± 0,093 с 95% ДИ: 0,619-0,984 при $p=0,042$), при превышении которого прогнозируется высокий риск вышеуказанных изменений ССС у спортсменов. Чувствительность и специфичность метода составили 75 % и 73,2 %, соответственно (рис. 1).

У четырех юных атлетов Тюмени обнаружены: брадикардия до 31-33 ударов в минуту по ХМ-ЭКГ, признаки концентрического ремоделирования миокарда ЛЖ. Определены пороговые значения RVAs – 9,65 см² (AUC= 0,865±0,052 с 95% ДИ: 0,763-0,966 при $p=0,015$), при превышении которого прогнозируется высокий риск вышеуказанных изменений ССС у

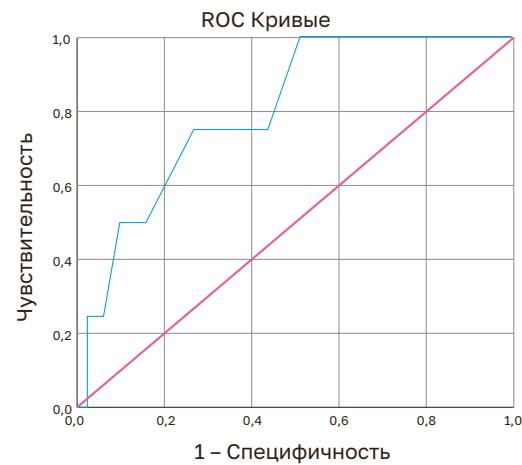


Рисунок 1. Результаты ROC-анализа для определения порогового значения ширины базального отдела правого желудочка.

Figure 1. Results of ROC analysis for determining the threshold value of right ventricular basal diameter at end-diastole.

Таблица 3

Основные эхокардиографические показатели детей в исследуемых группах

Table 3

Main echocardiographic parameters in children from the study groups

Параметры	1 группа спортсмены Me [Q1,Q3]		2 группа контрольная Me [Q1,Q3]		p
	ЯНАО N=86	Тюмень N=88	ЯНАО N=74	Тюмень N=74	
	1	2	3	4	
Конечно-диастолический размер ЛЖ, мм	46 [44; 49]	46 [42;50]	45 [42;48]	44 [42; 47]	$p_{1,2}=1,000$ $p_{3,4}=0,015$ $p_{1,3}=0,246$ $p_{2,4}=0,015$
Индекс массы миокарда ЛЖ, г/м ²	31,31 [28,70;36,61]	31,73 [28,81;34,30]	25,82 [22,25; 28,07]	26,52 [23,54; 31,62]	$p_{1,2}=0,57$ $p_{3,4}=0,114$ $p_{1,3}<0,001$ $p_{2,4}<0,001$
Относительная толщина стенки ЛЖ	0,33 [0,32; 0,36]	0,33 [0,31;0,38]	0,33 [0,31;0,37]	0,35 [0,33; 0,38]	$p_{1,2}=0,435$ $p_{3,4}=0,204$ $p_{1,3}=0,100$ $p_{2,4}=0,576$
Фракция выброса, %	71 [69; 73]	70 [66;74]	68,5 [65; 74]	70 [66; 74]	$p_{1,2}=1,000$ $p_{3,4}=0,540$ $p_{1,3}=0,291$ $p_{2,4}=1,000$
диастолическая площадь ПЖ, см ²	13,5 [11,7; 15,6]	12,9 [10,8;15,1]	11,9 [9,1; 15,1]	13,2 [11,9; 14,8]	$p_{1,2}=0,249$ $p_{3,4}=0,081$ $p_{1,3}=0,006$ $p_{2,4}=1,000$
систолическая площадь ПЖ, см ²	8,1 [7,0;9,4]	7,6 [6,3;9,1]	6,6 [4,8; 8,5]	8,3 [7,2;10,1]	$p_{1,2}=0,342$ $p_{3,4}=0,004$ $p_{1,3}=0,004$ $p_{2,4}=0,045$
Ширина базального отдела ПЖ, мм	35 [32; 38]	34 [32; 37]	32 [30; 36]	33 [30;36]	$p_{1,2}=0,303$ $p_{3,4}=1,000$ $p_{1,3}<0,001$ $p_{2,4}=0,135$
Скорость движения ФК МК в латеральную, см/с	11[14;15]	18[16;19]	14[14;14]	18 [17;19]	$p_{1,2}=0,004$ $p_{3,4}=0,004$ $p_{1,3}=1,000$ $p_{2,4}=1,000$

спортсменов. Чувствительность и специфичность метода составили 75% и 80,8%, соответственно (рис. 2).

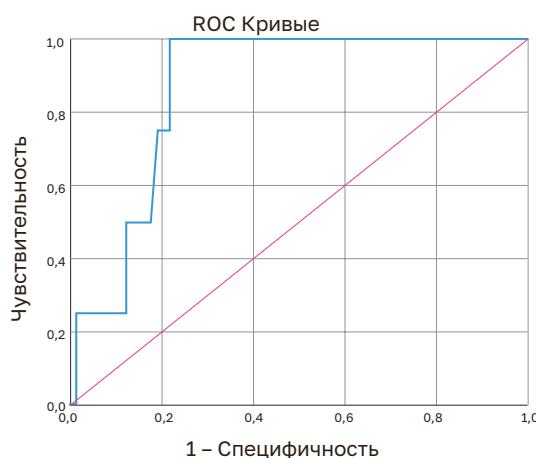


Рисунок 2. Результаты ROC-анализа для определения порогового значения систолической площади правого желудочка.

Figure 2. Results of ROC analysis for determining the threshold value of right ventricular end-systolic area.

Общеизвестный факт, что физиологической реакцией на занятия высокодинамичными видами спорта является снижение ЧСС и АД, умеренное увеличение ИММЛЖ [8], что мы и наблюдаем в обеих группах исследования. Снижение АД у спортсменов Крайнего Севера может быть связано с адаптацией регуляторных систем организма к физической активности в экстремальных условиях [9].

Медиана латеральной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (e' later) у подростков Крайнего Севера, независимо от уровня физической активности, продемонстрировала более низкие значения в сравнении с детьми города Тюмени, что может быть связано с более медленной релаксацией ЛЖ, ростом его жёсткости и микроциркуляторными изменениями на Севере [10,11,12,13].

Известно, что у высокотренированных атлетов, особенно тех, кто занимается видами спорта на выносливость, ранней морффункциональной перестройке подвержен ПЖ: возможна его дилатация, снижение систолической функции ПЖ и повышение уровня сердечных биомаркеров как признак перетренированности и/или патологического ремоделирования [14,15,16]. Выраженность и степень этих изменений крайне вариабельны. Механизмы, лежащие в их основе, определяются сложным взаимодействием факторов окружающей среды и полигенетических факторов [14,15,16]. Согласно данным нашего исследования, ключевыми показателями ПЖ, требующими динамического контроля, являются: RVDd_{base} – у северных атлетов, RVAs – у тюменских спортсменов.

Заключение

У юных спортсменов 12-17 лет, проживающих в условиях Крайнего Севера в сравнении с Тюменскими атлетами выявлены: более низкие значения САД ($p=0,006$), ДАД ($p=0,042$) и латеральной скорости движения фиброзного кольца митрального клапана (e' later) ($p=0,004$) при более высоких показателях ЧСС в период бодрствования ($p=0,021$). Факторами риска ремоделирования миокарда можно рассматривать значение RVDd_{base} >37,5 мм у атлетов ЯНАО и RVAs >9,65 см² у спортсменов г. Тюмень, что диктует необходимость включения данных показателей в стандартный протокол эхокардиографии для подростков, активно занимающихся спортом.

Литература / References

1. McKay CD, Cumming SP, Blake T. Youth sport: Friend or Foe? *Best Practice & Research: Clinical Rheumatology*. 2019;33(1):141-157. DOI: 10.1016/j.berh.2019.01.017
2. MacLachlan H, Drezner JA. Cardiac evaluation of young athletes: Time for a risk-based approach? *Clinical Cardiology*. 2020; 43(8):906-914. DOI: 10.1002/clc.23364
3. Finocchiaro G, Westaby J, Sheppard MN, Papadakis M, Sharma S. Sudden Cardiac Death in Young Athletes: JACC State-of-the-Art Review. *Journal of the American College of Cardiology*. 2024;83(2):350-370. DOI:1016/j.jacc.2023.10.032
4. Landry CH, Allan KS, Connelly KA, Cunningham K, Morrison LJ, Dorian P. Sudden Cardiac Arrest during Participation in Competitive Sports. *The New England Journal of Medicine*. 2017;377(20):1943-1953. DOI: 10.1056/NEJMoa1615710
5. Maron BJ, Doerer JJ, Haas TS, Tierney DM, Mueller FO. Sudden deaths in young competitive athletes: analysis of 1866 deaths in the United States, 1980-2006. *Circulation*. 2009;119(8):1085-92. DOI: 10.1161/CIRCULATIONAHA.108.804617
6. Segreti A, Celesti M, Guerra E, Crispino SP, Vespasiano F, Buzzelli L, Fossati C, Papalia R, Pigozzi F, Grigioni F. Effects of Environmental Conditions on Athlete's Cardiovascular System. *Journal of Clinical Medicine*. 2024;13(16):4961. DOI: 10.3390/jcm13164961
7. Mukataeva Z, Dinmukhamedova A, Kabieva S, Baidalinova B, Khamzina S, Zekenova L, Aizman R. Comparative characteristics of developing morphofunctional features of schoolchildren from different climatic and geographical regions. *Journal of Pediatric Endocrinology and Metabolism*. 2022;36(2):158-166. DOI: 10.1515/jpem-2022-0474
8. Palermi S, Cavarretta E, D'Ascenzi F, Castelletti S, Ricci F, Vecchiato M, Serio A, Cavigli L, Bossone E, Limongelli G, Biffi A, Monda E, La Gerche A, Baggish A, D'Andrea A. Athlete's Heart: A Cardiovascular Step-By-Step Multimodality Approach. *Reviews in Cardiovascular Medicine*. 2023;24(5):151. DOI: 10.31083/j.rcm2405151
9. Масько ЕВ, Мосягин ИГ, Бойко ИМ. Динамика показателей вариабельности сердечного ритма и артериального давления у легкоатлетов и лыжников под влиянием тренировочной нагрузки. *Экология человека*. 2023;30(12):929-938. [Masko EV, Mosyagin IG, Boyko IM. Effects of training load on heart rate variability and blood pressure in track and field athletes and skiers. *Ekologiya Cheloveka (Human Ecology)*. 2023; 30(12): 929-938. (In Russian)] DOI: 10.17816/humecos630456
10. Butz T, van Buuren F, Mellwig KP, Langer C, Oldenburg O, Treusch KA, Meissner A, Plehn G, Trappe HJ, Horstkotte D, Faber L. Echocardiographic tissue Doppler imaging analysis of the systolic and early diastolic velocities of the mitral annulus motion in hypertrophic cardiomyopathy and in top-level athletes. *Ultraschall in der Medizin*. 2012;33(5):455-62. DOI: 1055/s-0029-1246069
11. Dalen H, Letnes JM, Hoydal MA, Wisloff U. Diastolic function and dysfunction in athletes. *European Heart Journal: Cardiovascular Imaging*. 2024;25(11):1537-1545. DOI:1093/ehjci/jeae155

12. Сергейчик ОИ, Ярославская ЕИ, Плюснин АВ. Влияние факторов внешней среды на риск сердечно-сосудистых заболеваний населения Арктики. *Журнал медико-биологических исследований*. 2022;10(1):64-72. [Sergeychik OI, Yaroslavskaya EI, Plyusnin AV. Impact of environmental factors on the risk of cardiovascular disease in the population of the Arctic. *Journal of Medical and Biological Research*. 2022;10(1):64-72. (In Russian)] DOI: 10.37482/2687-1491-Z091
13. Villalobos Lizardi JC, Baranger J, Nguyen MB, Asnacios A, Mamil A, Lumens J, Mertens L, Friedberg MK, Simmons CA, Pernot M, Villemain O. A guide for assessment of myocardial stiffness in health and disease. *Nature Cardiovascular Research*. 2022;1(1):8-22. DOI:1038/s44161-021-00007-3
14. Sanz-de la Garza M, Carro A, Caselli S. How to interpret right ventricular remodeling in athletes. *Clinical Cardiology*. 2020;43(8):843-851. DOI: 1002/clc.23350
15. Mitchell A, Janssens K, D'ambrosio P, Van Puyvelde T, Rowe S, Willems R, Heidbuchel H, Claessen G, La Gerche A. Clinical overlap between healthy athletes and athletes with arrhythmogenic right ventricular cardiomyopathy. *European Heart Journal*. 2024; 45(Supplement_1). DOI: 10.1093/euroheartj/ehae666.3001hae666.3001
16. De Buck F, Vanhees L, Droogne W, Van Cleemput J, Claus P, Heidbuchel H. Exercise-induced right ventricular dysfunction is associated with ventricular arrhythmias in endurance athletes. *European Heart Journal*. 2015;36(30):1998-2010. DOI: 1093/euroheartj/ehv202

Сведения об авторах

Лукьянчик Юлия Дмитриевна, младший научный сотрудник отделения артериальной гипертонии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии; врач детский кардиолог детского консультативного отделения, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: lukyanchik.yulia@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-1892-0150

Чернышева Татьяна Викторовна, к.м.н., зав. детским консультативным отделением, врач-детский кардиолог высшей категории, врач функциональной диагностики, врач-педиатр высшей категории, засл. врач РФ, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: chernyshevaTV@infarkta.net, http://orcid.org/0000-0003-0137-3282

Малинина Елена Игоревна, к.м.н., научный сотрудник отделения артериальной гипертонии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: malininael@mail.ru, http://orcid.org/0000-0001-9987-4899

Гапон Людмила Ивановна, д.м.н., проф., зав. научным отделом клинической кардиологии, научный руководитель отделения артериальной гипертонии, врач-кардиолог высшей категории, засл. деятель науки РФ, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: gapon@infarkta.net, http://orcid.org/0000-0001-9987-4899

Плюснин Аркадий Владиславович, врач ультразвуковой диагностики высшей категории, заведующий отделением функциональной диагностики, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: plusninav@infarkta.net, http://orcid.org/0000-0002-3620-0659

Лукьянчик Юлия Дмитриевна, младший научный сотрудник отделения артериальной гипертонии и коронарной недостаточности научного отдела клинической кардиологии; врач детский кардиолог детского консультативного отделения, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: plusninav@infarkta.net, http://orcid.org/0000-0003-3082-0192

Лыкасова Елена Александровна, к.м.н., врач отделения функциональной диагностики высшей категории, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: lykasova@infarkta.net, http://orcid.org/0009-0004-1487-9412

Ярославская Елена Ильинична, д.м.н., ведущий научный сотрудник, врач ультразвуковой диагностики, заведующая лабораторией инструментальной диагностики, Тюменский кардиологический научный центр – филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Томский национальный исследовательский медицинский центр Российской академии наук»; адрес: Российская Федерация, 625026, г. Тюмень, ул. Мельникайте, д. 111; тел.: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: yaroslavskaya@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-1436-8853

Author information

Yuliya D. Lukyanchik, research assistant department at the arterial hypertension and coronary insufficiency department in the scientific department of clinical cardiology; children cardiologist, Tyumen Cardiology Research Center - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Address: 111, Melnikaita St., Tyumen, Russian Federation 625026. Phone: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: lukyanchik.yulia@yandex.ru, http://orcid.org/0000-0002-1892-0150

Tatyana V. Chernysheva, Cand. Med. Sci., Ass. Prof., Head of pediatric consultative department, children cardiologist, Honorary doctor of Russian Federation, Tyumen Cardiology Research Center - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Address: 111, Melnikaita St., Tyumen, Russian Federation 625026. Phone: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: chernyshevaTV@infarkta.net, http://orcid.org/0000-0003-0137-3282

Elena I. Malinina, Cand. Med. Sci., Assistant Professor, research fellow at the arterial hypertension and coronary insufficiency department in the scientific department of clinical cardiology, Tyumen Cardiology Research Center - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Address: 111, Melnikaita St., Tyumen, Russian Federation 625026. Phone: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: malininael@mail.ru, http://orcid.org/0000-0001-9987-4899

Lyudmila I. Gapon, Dr. Med. Sci., Professor, Chair of scientific department of clinical cardiology, scientific supervisor at the arterial hypertension department in Tyumen cardiological research center, cardiologist, Honored scientist of Russian Federation, Tyumen Cardiology Research Center - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Address: 111, Melnikaita St., Tyumen, Russian Federation 625026; Phone: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: gapon@infarkta.net, http://orcid.org/0000-0002-3620-0659

Plusnin Arkady Vladislavovich, doctor of ultrasound diagnostics of the highest category, Head of the Department of functional diagnostics, Tyumen Cardiology Research Center - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Address: 111, Melnikaita St., Tyumen, Russian Federation 625026; Phone: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: plusninav@infarkta.net, http://orcid.org/0000-0003-3082-0192

Elena A. Lykasova, Cand. of Med. Sci., doctor of the functional diagnostics department, Tyumen Cardiology Research Center - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Address: 111, Melnikaita St., Tyumen, Russian Federation 625026. Phone: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: lykasova@infarkta.net, http://orcid.org/0009-0004-1487-9412

Elena I. Yaroslavskaya, Dr. Med. Sci., leading researcher, ultrasound diagnostics doctor, Head of the Laboratory of Instrumental Diagnostics, Tyumen Cardiology Research Center - branch of the Federal State Budgetary Scientific Institution Tomsk National Research Medical Center of the Russian Academy of Sciences; Address: 111, Melnikaita St., Tyumen, Russian Federation 625026; Phone: +7 (345)2681414, доб. 1306; e-mail: yaroslavskaya@gmail.com, http://orcid.org/0000-0003-1436-8853

Дата поступления: 24.06.2025

Дата рецензирования: 07.09.2025

Принято к публикации: 07.10.2025

Received 24 June 2025

Revision Received 07 September 2025

Accepted 07 October 2025