

ЗАВИСИМОСТЬ ОСНОВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ ОТ ИНДЕКСА МАССЫ ТЕЛА У ПОДРОСТКОВ МАГАДАНСКОЙ ОБЛАСТИ

О. О. Алешина [✉], А. А. Суханова, И. В. Аверьянова

Научно-исследовательский центр «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук, Магадан, Россия

Выявленные в подростковом возрасте избыточная масса тела и ожирение с большой вероятностью будут обнаружены и во взрослом возрасте, что повышает риск развития сердечно-сосудистых заболеваний. Целью исследования было изучить особенности показателей сердечно-сосудистой системы мальчиков-подростков с учетом величины индекса массы тела (ИМТ). Для этого были обследованы 208 подростков мужского пола в возрасте 15–16 лет. Оценка основных показателей физического развития и сердечно-сосудистой системы проведена стандартными методами. Выполнен расчет ИМТ, на основе которого выделены три группы: подростки с дефицитом массы тела, подростки с нормальной и избыточной массой тела. Установлено, что дефицит массы тела имел место у 23% обследованных, 62% имели нормальную массу тела, избыточная масса тела отмечена у 15% подростков. Выявлено, что от группы подростков с дефицитом массы тела к группе с избыточной массой тела наблюдается рост напряжения в работе сердечно-сосудистой системы (4, 16 и 37% соответственно), что подтверждают результаты корреляционного анализа. Результаты исследования свидетельствуют о менее эффективном режиме функционирования сердечно-сосудистой системы у подростков с избыточной массой тела по сравнению с другими обследованными группами. Полученные данные можно использовать для разработки рекомендаций по коррекции избыточной массы тела в группе лиц подросткового периода онтогенеза как целевой группе по укреплению здоровья и проведению профилактических мероприятий.

Ключевые слова: подростки мужского пола, индекс массы тела, сердечно-сосудистая система, Север

Финансирование: работа выполнена за счет бюджетного финансирования НИЦ «Арктика» ДВО РАН в рамках темы «Изучение межсистемных и внутрисистемных механизмов реакций в формировании функциональных адаптивных резервов организма человека «северного типа» на разных этапах онтогенеза лиц, проживающих в дискомфортных и экстремальных условиях, с определением интегральных информативных индексов здоровья» (регистрационный номер АААА-А21-121010690002-2).

Вклад авторов: О. О. Алешина, А. А. Суханова — сбор данных, обзор литературы, написание текста рукописи; И. В. Аверьянова — разработка концепции и планирование научной работы, интерпретация полученных данных.

Соблюдение этических стандартов: исследование проведено в соответствии с этическими принципами проведения медицинских исследований с участием человека в качестве субъекта, закрепленными в Хельсинской декларации (2013 г.); протокол исследования был одобрен этическим комитетом Федерального государственного бюджетного учреждения науки Научно-исследовательского центра «Арктика» Дальневосточного отделения Российской академии наук (заключение № 002/021 от 26 ноября 2021 г.).

✉ **Для корреспонденции:** Ольга Олеговна Алешина
пр. Карла Маркса, д. 24, г. Магадан, 685000, Россия; oalesina597@gmail.com

Статья получена: 18.09.2023 **Статья принята к печати:** 08.07.2023 **Опубликована онлайн:** 28.11.2023

DOI: 10.24075/rbh.2023.080

RELATIONSHIP BETWEEN MAJOR CARDIOVASCULAR SYSTEM PARAMETERS AND BODY MASS INDEX IN ADOLESCENTS OF MAGADAN REGION

Alyoshina OO [✉], Suhanova AA, Averyanova IV

"Arctic" Research Center, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences, Magadan, Russia

Excess weight and obesity detected in adolescence are likely to be detected in adulthood, which increases the risk of cardiovascular disorders. The study was aimed to assess the features of cardiovascular system parameters in adolescent males considering their body mass index (BMI). For this purpose a total of 208 adolescent males aged 15–16 were surveyed. The major indicators of physical development and cardiovascular system function were evaluated by standard method. BMI was calculated, based on which three groups were distinguished: underweight adolescents, adolescents with normal and excess body weight. It was found that 23% of subjects were underweight, 62% had normal body weight, and excess body weight was reported in 15% of adolescents. It has been shown that the growth of strain on the cardiovascular system from the group of underweight adolescents to the group with excess weight is observed (4, 16, and 37%, respectively), which is confirmed by the correlation analysis results. The findings suggest the less effective cardiovascular system functioning mode in overweight adolescents compared to other assessed groups. The data obtained can be used to develop the guidelines on managing excess body weight in the group of individuals being through the adolescent ontogeny period as a target group for health promotion and applying preventive measures.

Keywords: male adolescents, body mass index, cardiovascular system, North

Funding: the study was conducted at the expense of budget financing of the "Arctic" Research Center, Far Eastern Branch RAS, under the theme "Study of Intersystem and Intrasystem Response Mechanisms in Formation of the "Northern Type" Human Body Functional Adaptive Reserves at Different Ontogeny Stages in Individuals Living in Uncomfortable and Extreme Environment Involving Determination of Integral Informative Health Indices" (ID АААА-А21-121010690002-2).

Author contribution: Khorosheva IV — study concept and design, data acquisition and processing, manuscript writing and editing.

Compliance with ethical standards: the study was performed in accordance with the ethical principles for medical research involving human subjects enshrined in the Declaration of Helsinki (2013); the study protocol was approved by the Ethics Committee of the "Arctic" Research Center, Far Eastern Branch, Russian Academy of Sciences (report № 002/021 of 26 November 2021).

✉ **Correspondence should be addressed:** Olga O. Alyoshina
pr. Karla Marksa, 24, Magadan, 685000, Russia; oalesina597@gmail.com

Received: 18.09.2023 **Accepted:** 08.07.2023 **Published online:** 28.11.2023

DOI: 10.24075/rbh.2023.080

Антропометрия является одним из методов, наиболее широко используемых для оценки состава тела при эпидемиологических обследованиях, благодаря простоте применения, низкой стоимости и высокой достоверности по сравнению с другими методами оценки морфологии человека [1]. Показатели физического развития, полученные в ходе антропометрических исследований, позволяют оценить уровень развития и здоровья подростка [2, 3]. Необходимо отметить, что хорошими предикторами здоровья на всех этапах жизни также являются состояние и выносливость сердечно-сосудистой системы, проявляющиеся обратно пропорциональной зависимостью от таких морфологических показателей, как индекс массы тела (ИМТ), окружность талии, масса тела (МТ), процент жира в организме, а также толщина кожных складок [4–7].

ИМТ — это обобщенный непосредственный индикатор гармоничности тела человека, а также косвенный показатель рационального характера питания и здоровья в целом, основанный на соотношении МТ и его длины. Его расчет необходим для выявления избыточной МТ и ожирения, являющихся важными факторами риска развития ряда кардиометаболических заболеваний [8, 9].

Следует отметить, что подростковое ожирение тесно связано с множеством сопутствующих заболеваний [10], в особенности таких, как сердечно-сосудистые и метаболические нарушения [11, 12]. Имеют место указания на то, что увеличение МТ, являющееся многофакторным процессом, отражается в том числе на росте и развитии детского организма, а также на психоэмоциональном состоянии [13]. Исходя из этого, тщательный мониторинг МТ и ИМТ на протяжении детского и подросткового периодов онтогенеза может представлять собой не только способ выявления избыточного веса и ожирения, но также простой и действенный метод предотвращения связанных с ними заболеваний, в том числе снижения риска развития сердечно-сосудистых заболеваний во взрослом возрасте [9]. Особенно важной эта тема становится в связи с распространением ожирения в этой возрастной группе в последнее десятилетие [14]. Так, согласно глобальному прогнозу, к 2025 г. избыточную МТ и ожирение будут иметь 268 и 124 млн детей и подростков [15]. Стоит отметить, что за выраженным ростом распространенности данной патологии среди подростков в XX в. последовал подъем заболеваемости артериальной гипертензией (АГ) и предгипертензией [16].

Исходя из вышесказанного целью нашего исследования было оценить и проанализировать основные характеристики сердечно-сосудистой системы в группе подростков-северян мужского пола с учетом величины ИМТ.

ПАЦИЕНТЫ И МЕТОДЫ

Обследованы 208 подростков мужского пола в возрасте 15–16 лет из числа европеоидов, живущих в сопоставимых условиях и являющихся постоянными жителями Магаданской области. Критерии включения в исследование: возраст 15–16 лет, наличие информированного согласия, 1–2 группа здоровья. Критерии исключения: наличие в анамнезе хронических заболеваний, несоответствие возрастному диапазону, отсутствие информированного согласия. Исследования проводили в осенне-зимний период 2022 г.

У обследуемых определяли базовые соматометрические характеристики: длину тела (см) и МТ (кг), на основе которых рассчитывали ИМТ (кг/м²) по формуле:

$$\text{ИМТ} = \text{МТ}/\text{ДТ}^2,$$

где ДТ — длина тела (см), МТ — масса тела (кг). Дифференциацию подростков по ИМТ проводили с учетом перцентильных диапазонов в соответствии с рекомендациями Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ) [17].

Обследуемая выборка была разделена на три группы согласно критериям ВОЗ: 1-я группа — подростки с недостаточной МТ ($n = 48$, 23%), средний возраст которых составил $16,2 \pm 0,0$ лет; 2-я группа — обследуемые с нормальной МТ ($n = 128$, 62%), средний возраст группы $16,2 \pm 0,1$ лет; в 3-ю группу вошли подростки с избыточной МТ ($n = 32$, 15%), средний возраст которых составил $16,2 \pm 0,1$ лет.

С помощью тонометра Nissei DS-1862 (Nissei; Япония) трижды измеряли показатели систолического (САД, мм рт. ст.) и диастолического (ДАД, мм рт. ст.) артериального давления, частоты сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин) с вычислением среднего значения. На основе полученных данных выполнен расчет следующих показателей: двойное произведение (ДП, усл. ед.), ударный объем крови (УО, мл), минутный объем кровообращения (МОК, мл/мин), общее периферическое сосудистое сопротивление (ОПСС, $\text{дин} \cdot \text{с} \cdot \text{см}^{-5}$) [18].

Полученные результаты подвергли статистической обработке с применением пакета прикладных программ Statistica 7.0 (StatSoft; США). Проверку на нормальность распределения измеренных переменных осуществляли на основе теста Шапиро–Уилка. Результаты обработки параметрическими методами представлены в виде среднего значения (M) и ошибки среднего арифметического ($\pm m$). Размер выборки предварительно не рассчитывали. Статистическую значимость различий определяли с помощью t -критерия Стьюдента. Критический уровень значимости (p) принимали равным 0,05.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В таблице представлены основные показатели сердечно-сосудистой системы, а также их расчетные индексы у подростков-северян в зависимости от величины ИМТ. Полученные результаты указывают на то, что дефицит МТ выявлен у 23% обследуемых, нормальную МТ имеют 62% подростков, у 15% отмечено наличие избыточной МТ. По показателю длины тела анализируемые группы значимо не различаются, что свидетельствует о сопоставимости выборок.

Из приведенных данных видно, что мальчики-подростки с избыточной МТ характеризуются значимо более высокими значениями САД, ЧСС, УО и МОК, а также ДП на фоне отсутствия значимых межгрупповых различий по показателю ОПСС. В группе лиц с нормальной МТ выявлены оптимальные характеристики сердечно-сосудистой системы, проявляющиеся в наиболее низких значениях показателей ЧСС и ДАД. У подростков, имеющих дефицит МТ, отмечены значимо более низкие значения показателей САД, ДП, УО и МОК, при этом стоит отметить, что различия по показателям ДАД и ЧСС между группами с дефицитом и нормальной МТ не выявлены. При дифференциации анализируемых групп по доле лиц с высоким нормальным артериальным давлением (ВНАД) и АГ по САД и САД установлено, что такие нарушения сердечно-сосудистой системы наиболее часто встречаются среди подростков с избыточной МТ.

Таблица. Основные показатели сердечно-сосудистой системы подростков-северян в зависимости от ИМТ и уровни значимости различий ($M \pm m$)

Изучаемые показатели	Анализируемые группы			Уровни значимости различий		
	Дефицит МТ (1)	Нормальная МТ (2)	Избыток МТ (3)	1–2	2–3	1–3
Длина тела, см	179,6 ± 0,7	179,0 ± 0,8	178,0 ± 0,7	$p = 0,58$	$p = 0,35$	$p = 0,11$
МТ, кг	55,6 ± 0,5	65,4 ± 0,8	86,9 ± 1,3	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
ИМТ, кг/м ²	17,2 ± 0,1	20,3 ± 0,8	27,4 ± 0,4	$p < 0,001$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
САД, мм рт.ст.	114,9 ± 1,4	118,3 ± 1,1	123,6 ± 1,1	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
ДАД, мм рт.ст.	70,4 ± 0,7	68,4 ± 0,9	71,3 ± 0,8	$p = 0,08$	$p < 0,05$	$p = 0,39$
ЧСС, уд./мин	71,0 ± 1,0	70,8 ± 1,3	75,6 ± 1,1	$p = 0,91$	$p < 0,01$	$p < 0,01$
ДП, усл.ед.	81,6 ± 1,4	83,7 ± 1,6	93,7 ± 1,8	$p < 0,05$	$p < 0,001$	$p < 0,001$
УО, мл	71,3 ± 0,7	75,2 ± 0,9	74,6 ± 0,8	$p < 0,001$	$p = 0,62$	$p < 0,01$
МОК, мл/мин	5025,8 ± 58,0	5286,5 ± 93,5	5654,3 ± 112,1	$p < 0,05$	$p < 0,01$	$p < 0,001$
ОПСС, дин · с · см ⁻⁵	1433,0 ± 18,9	1403,7 ± 31,4	1372,6 ± 31,6	$p = 0,42$	$p = 0,48$	$p = 0,11$

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Полученные в ходе исследования данные свидетельствуют о том, что наименьшие значения САД характерны для мальчиков-подростков, имеющих дефицит МТ, с ростом соответствующего показателя в каждой последующей группе. Наиболее низкие значения ДАД отмечены в группе с нормальной МТ, а наибольшее значение этого показателя — у лиц с избыточной МТ. Известно, что избыточная МТ и ожирение, выявленные в раннем детстве, с большой вероятностью будут обнаружены как в подростковом, так и во взрослом возрасте [19, 20], что повышает риск возникновения сердечно-сосудистых заболеваний [21], диабета 2-го типа и заболеваний опорно-двигательного аппарата [22].

При дифференциации анализируемых групп по показателю АД [23] доли лиц с ВНАД и АГ при дефиците МТ по САД составили 0% и 4%, по ДАД аналогичных отклонений выявлено не было. Среди подростков с нормальной МТ лица с ВНАД по САД не выявлены, доля лиц с ВНАД по ДАД составила 5%, АГ по САД отмечена у 8% подростков, АГ по ДАД — у 3%. Среди подростков с избыточной МТ ВНАД по САД отмечено у 6%, в этой группе отмечена самая большая доля обследуемых с АГ (25% по САД, 6% по ДАД).

В связи с высоким уровнем распространенности артериальная гипертония, как и ожирение, получила название неинфекционной пандемии [24]. Частота встречаемости лиц с ВНАД и АГ в сумме по САД и ДАД была нами интерпретирована как напряжение в деятельности сердечно-сосудистой системы и составила в 4% группе подростков с дефицитом МТ, 16% в группе

с МТ, соответствующей нормативному диапазону, 37% в выборке, характеризующейся избытком МТ.

УО отражает количество крови, выбрасываемое желудочками при каждом сокращении, и зависит от функционального состояния организма [25]. Как показывают результаты этого исследования, наиболее высокие средние величины УО характерны для лиц с нормальной МТ, наиболее низкие значения выявлены среди лиц с дефицитом МТ.

МОК является наиболее значимым параметром, определяющим кровоток, его адекватные значения свидетельствуют об оптимальном снабжении тканей и органов кислородом, что, в свою очередь, эквивалентно здоровью сердечно-сосудистой системы [26]. Наиболее высокие значения МОК, который косвенно является интегральным показателем энергообмена, характерны для подростков с избыточной МТ. В этой группе высокие показатели МОК обусловлены значимо более высокими ЧСС и УО, наблюдаемыми на фоне значимо более высоких значений САД, относительно других анализируемых групп. Повышенные значения указанных показателей отражают неэкономный и энергозатратный уровень функционирования сердечно-сосудистой системы [27]. Наиболее низкие показатели МОК характерны для подростков с недостаточной МТ.

Показатель ОПСС является стационарным компонентом сердечно-сосудистой системы, который обеспечивает противодействие постоянному кровотоку и является регулятором градиента давления между венозной и артериальной системами [28, 29]. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии межгрупповых различий по данному показателю.

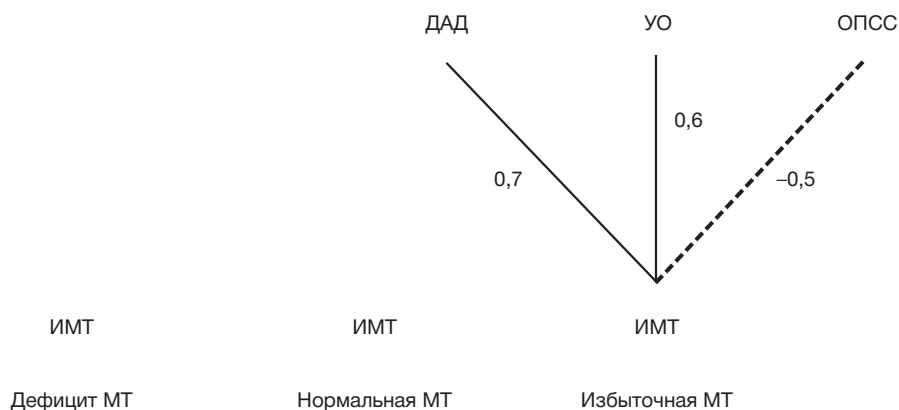


Рис. Корреляционный анализ связи индекса массы тела с основными характеристиками сердечно-сосудистой системы

ДП характеризует функциональный статус сердечно-сосудистой системы и отражает процессы ее механической деятельности. Следует отметить, что ДП ≥ 100 усл. ед. свидетельствует о повышенной энергетике сердца [30]. Среди подростков, характеризующихся избыточной МТ, выявлено значение данного показателя, приближающееся к верхнему пределу нормативного диапазона, что отражает повышенную потребность миокарда в кислороде. При этом в группе лиц с дефицитом МТ выявлены значимо более низкие значения ДП, что свидетельствует о более экономичном и эффективном режиме функционирования сердечно-сосудистой системы в этой группе.

Таким образом, все обследуемые выборки характеризуются показателями сердечно-сосудистой системы, соответствующими нормативным диапазонам для этих характеристик, но при этом для лиц с избыточной МТ характерно напряжение в работе системы, которое проявляется в значимо более высоких значениях САД, ЧСС, МОК. О напряжении в работе сердечно-сосудистой системы также свидетельствуют результаты корреляционного анализа, которые представлены на рисунке.

Данные, полученные в результате корреляционного анализа, показали, что в группе подростков с дефицитом МТ и МТ, соответствующей нормативному диапазону, ИМТ не влияет на характеристики сердечно-сосудистой

системы. У лиц с избыточной МТ выявлено наличие корреляционных связей, где с повышением ИМТ возрастают значения ДАД и УО, при этом отмечена слабая отрицательная корреляция ИМТ и ОПСС.

ВЫВОДЫ

Таким образом, на основании данных, полученных в результате исследования, в группе подростков с избыточной МТ отмечено напряжение в работе сердечно-сосудистой системы. Выявлен рост напряжения в деятельности сердечно-сосудистой системы, который составил 4% в группе подростков с дефицитом МТ, 16% в группе с МТ, соответствующей нормативному диапазону, 37% в выборке, характеризующейся избытком МТ. Показано, что у подростков с избыточной МТ имеет место менее эффективный режим функционирования сердечно-сосудистой системы, о чем свидетельствуют значимо более высокие показатели САД, ЧСС, УО и МОК, наблюдаемые на фоне усиления процессов механической деятельности сердца, что в полной мере сопоставимо с результатами корреляционного анализа. Полученные результаты можно использовать для формирования рекомендаций, направленных на коррекцию избыточной МТ в группе лиц подросткового периода ожирения как целевой группе по укреплению здоровья и проведения профилактических мероприятий.

Литература

- Rice E, Mashford-Pringle A, Maclean T, Belmore D. Needing indigenous biometrics for health in Canada. *Preventive Medicine Reports*. 2023; (31): 102115. DOI:10.1016/j.pmedr.2023.102115.
- Drazner MH. The progression of hypertensive heart disease. *Circulation*. 2011; 123 (3): 327–34. DOI:10.1161/circulationaha.108.845792.
- Henriksson P, Cadenas-Sanchez C, Leppänen MH, Nyström CD, Ortega FB, Pomeroy J, et al. Associations of fat mass and fat-free mass with physical fitness in 4-year-old children: results from the MINISTOP trial. *Nutrients*. 2016; 8 (8): 473. DOI:10.3390/nu8080473.
- Cicek B, Ozturk A, Unalan D, Bayat M, Mazicioglu MM, Kurtoglu S. Foursite skinfolds and bodyfat percentage references in 6-to-17-year old Turkish children and adolescents. *The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2014; 64 (10): 1154–61. DOI:10.1515/jpem-2013-0467.
- Ferrari GL, Bracco M, Matsudo VKR, Fisberget M. Cardiorespiratory fitness and nutritional status of schoolchildren: 30-year evolution. *Jornal de Pediatria (Versão Em Português)*. 2013; 89 (4): 366–73. DOI:10.1016/j.jpmed.2012.12.006.
- Gonçalves ECA, Nunes HEG, Silva DAS. Which body fat anthropometric indicators are most strongly associated with maximum oxygen uptake in adolescents. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2017; 8 (3): 812. DOI:10.5812/asjms.13812.
- Awotidibe A, Monyeki MA, Moss SJ, Strydom GL, Armstrong M, Kemper HCG. Relationship of adiposity and cardiorespiratory fitness with resting blood pressure of south African adolescents: the PAHL study. *Journal of Human Hypertension*. 2015; 30 (4): 245–51. DOI:10.1038/jhh.2015.81.
- Черноземов В. Г. Афанасенкова Н. В., Варенцова И. А. Методы физиологического исследования человека. Северный (Арктический) федеральный университет им. М. В. Ломоносова, 2017; 159 с.
- Oliveira-Santos J, Santos R, Moreira C, Abreu S, Lopes L, Agostinis-Sobrinhoet C, et al. Associations between anthropometric indicators in early life and low-grade inflammation, insulin resistance and lipid profile in adolescence. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2019; 29 (8): 783–92. DOI: 10.1016/j.numecd.2019.05.052.
- Kumar S, Kelly AS. Review of childhood obesity: from epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. *Mayo Clinic Proc*. 2017; 92 (2): 251–65. DOI:10.1016/j.mayocp.2016.09.017.
- Geserick M, Vogel M, Gausche R, Lipek T, Spielau U, Kelleret E, et al. Acceleration of BMI in early childhood and risk of sustained obesity. *New England Journal of Medicine*. 2018; (379): 1303–12. DOI: 10.1056/NEJMoa1803527.
- Madias JE. "Obesity paradox" and takotsubo syndrome. *International Journal of Cardiology Cardiovascular Risk and Prevention*. 2022;(15): 200152. DOI:10.1016/j.ijcrp.2022.200152.
- Juliata A, Mutmainnah, Daud D, Lisal JS. Correlation between vitamin D deficiency and fasting blood glucose levels in obese children. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021; (44): 200–3. DOI:10.1016/j.clnesp.2021.06.022.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128 · 9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017; 390 (10113): 2627–42. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.
- Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR, et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: the Lancet Commission report. *Lancet*. 2019; 393 (10173): 791–846. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30384-8.
- Мустафаева А. Г. Механизмы развития артериальной гипертензии у лиц молодого возраста с избыточным весом. *Проблемы эндокринологии*. 2019; 65 (3): 191–6. DOI: <https://doi.org/10.14341/probl9651>.
- WHO [Интернет]. BMI-for-age (5–19 years) [дата обращения 30.11.2022]. URL: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/bmi-for-age-\(5-19-years\)/sft-bmifa-girls-perc-5-19years-\(1\)_411a8497-4364-45b5-9c55-a1d96a623869.pdf?sfvrsn=fad3e8ce_6](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/bmi-for-age-(5-19-years)/sft-bmifa-girls-perc-5-19years-(1)_411a8497-4364-45b5-9c55-a1d96a623869.pdf?sfvrsn=fad3e8ce_6).
- Юрьев В. В., Симаходский А. С., Воронович Н. Н. Рост и развитие ребенка. СПб.: Питер, 2007; 272 с.
- Calder PC, Ahluwalia N, Albers R, Bosco N, Bourdet-Sicard R, Haller D, et al. A consideration of biomarkers to be used for evaluation

- of inflammation in human nutritional studies. *British Journal of Nutrition*. 2013; (109): 1–34. DOI: 10.1017/S0007114512005119
20. Tyson N, Frank M. Childhood and adolescent obesity definitions as related to BMI, evaluation and management options. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2018; 48: 158–64. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2017.06.003.
 21. Tai P, Yang S, Liu W, Wang S, Chen K, Jia W, et al. Association of anthropometric and nutrition status indicators with cognitive functions in centenarians. *Clinical Nutrition*. 2021; 40 (4): 2252–58. DOI:10.1016/j.clnu.2020.10.004.
 22. Kirkpatrick BM, Yuhas M, Zoellner JM. Exploring differences in adolescent BMI and obesity-related behaviors by urban, suburban, and rural status. *Preventive Medicine Reports*. 2022; (29): 101960. DOI: 10.1016/j.pmedr.2022.101960.
 23. Александров А. А., Кисляк О. А., Леонтьева И. В. Диагностика, лечение и профилактика артериальной гипертензии у детей и подростков. Системные гипертензии. 2020; 17 (2): 7–35. DOI: 10.26442/2075082X.2020.2.200126.
 24. Чукаева И. И., Клепикова М. В., Орлова Н. В., Агаева Л. М. Роль ожирения в развитии артериальной гипертензии и эффективность анорексигенной терапии. *Медицинский алфавит*. 2018; 1 (12): 37–9.
 25. Антонов А. А. Безнагрузочная оценка функционального состояния организма спортсменов. *Лечебная физкультура и спортивная медицина*. 2011; 10 (94): 39–46.
 26. Антонов А. А. Универсальная технология диагностики функционального состояния организма спортсменов на основе интегральных показателей сердечно-сосудистой системы. *Вестник восстановительной медицины*. 2017; 5 (81): 38–44.
 27. Солодков А. С., Сологуб Е. Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. М.: Спорт, 2015; 620 с.
 28. Aronow WS. Heart disease and aging. *Med Clin North Am*. 2006; 90 (5): 849–62. DOI: 10.1016/j.mcna.2006.05.009.
 29. Баранник И. А., Лавинская Н. Н., Святов Д. И., Леонтьева М. Н. Кластерный анализ системного кровообращения у практически здоровых мужчин молодого-среднего возраста. *Вестник Санкт-Петербургской Государственной медицинской академии имени И. И. Мечникова*. 2007; 1: 184–6.
 30. Баевский Р. М., Кириллов О. И., Клецкин С. З. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе. М.: Наука, 1984; 225 с.
- ### References
1. Rice E, Mashford-Pringle A, Maclean T, Belmore D. Needing indigenous biometrics for health in Canada. *Preventive Medicine Reports*. 2023; (31): 102115. DOI:10.1016/j.pmedr.2023.102115.
 2. Drazner MH. The progression of hypertensive heart disease. *Circulation*. 2011; 123 (3): 327–34. DOI:10.1161/circulationaha.108.845792.
 3. Henriksson P, Cadenas-Sanchez C, Leppänen MH, Nyström CD, Ortega FB, Pomeroy J, et al. Associations of fat mass and fat-free mass with physical fitness in 4-year-old children: results from the MINISTOP trial. *Nutrients*. 2016; 8 (8): 473. DOI:10.3390/nu8080473.
 4. Cicek B, Ozturk A, Unalan D, Bayat M, Mazicioglu MM, Kurtoglu S. Foursite skinfolds and bodyfat percentage references in 6-to-17-year old Turkish children and adolescents. *The Journal of the Pakistan Medical Association*. 2014; 64 (10): 1154–61. DOI:10.1515/jpem-2013-0467.
 5. Ferrari GL, Bracco M, Matsudo VKR, Fisberget M. Cardiorespiratory fitness and nutritional status of schoolchildren: 30-year evolution. *Jornal de Pediatria (Versão Em Português)*. 2013; 89 (4): 366–73. DOI:10.1016/j.jpmed.2012.12.006.
 6. Gonçalves ECA, Nunes HEG, Silva DAS. Which body fat anthropometric indicators are most strongly associated with maximum oxygen uptake in adolescents. *Asian Journal of Sports Medicine*. 2017; 8 (3): 812. DOI:10.5812/asjism.13812.
 7. Awotidebe A, Monyeki MA, Moss SJ, Strydom GL, Armstrong M, Kemper HCG. Relationship of adiposity and cardiorespiratory fitness with resting blood pressure of south African adolescents: the PAHL study. *Journal of Human Hypertension*. 2015; 30 (4): 245–51. DOI:10.1038/jhh.2015.81.
 8. Chernozemov VG, Afanasenkova NV, Varencova IA. *Metody fiziologicheskogo issledovaniya cheloveka. Severnyj (Arkticheskij) federal'nyj universitet im. M.V. Lomonosova*. 2017; 159 p. (in Rus.).
 9. Oliveira-Santos J, Santos R, Moreira C, Abreu S, Lopes L, Agostinis-Sobrinho C, et al. Associations between anthropometric indicators in early life and low-grade inflammation, insulin resistance and lipid profile in adolescence. *Nutrition, Metabolism and Cardiovascular Diseases*. 2019; 29 (8): 783–92. DOI: 10.1016/j.numecd.2019.05.052.
 10. Kumar S, Kelly AS. Review of childhood obesity: from epidemiology, etiology, and comorbidities to clinical assessment and treatment. *Mayo Clinic Proc*. 2017; 92 (2): 251–65. DOI:10.1016/j.mayocp.2016.09.017.
 11. Geserick M, Vogel M, Gausche R, Lipek T, Spielau U, Kelleret E, et al. Acceleration of BMI in early childhood and risk of sustained obesity. *New England Journal of Medicine*. 2018; (379): 1303–12. DOI: 10.1056/NEJMoa1803527.
 12. Madias JE. “Obesity paradox” and takotsubo syndrome. *International Journal of Cardiology Cardiovascular Risk and Prevention*. 2022; (15): 200152. DOI:10.1016/j.ijcrp.2022.200152.
 13. Juliaty A, Mutmainnah, Daud D, Lisal JS. Correlation between vitamin D deficiency and fasting blood glucose levels in obese children. *Clinical Nutrition ESPEN*. 2021; (44): 200–3. DOI:10.1016/j.clnesp.2021.06.022.
 14. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in body-mass index, underweight, overweight, and obesity from 1975 to 2016: a pooled analysis of 2416 population-based measurement studies in 128 · 9 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2017; 390 (10113): 2627–42. DOI: 10.1016/S0140-6736(17)32129-3.
 15. Swinburn BA, Kraak VI, Allender S, Atkins VJ, Baker PI, Bogard JR, et al. The global syndemic of obesity, undernutrition, and climate change: the Lancet Commission report. *Lancet*. 2019; 393 (10173): 791–846. DOI: 10.1016/S0140-6736(19)30384-8.
 16. Mustafayeva AG. Mechanisms for the development of arterial hypertension in overweight adolescents and young adults. *Problems of Endocrinology*. 2019; 65 (3): 191–6 (in Rus.).
 17. WHO [Internet]. BMI-for-age (5-19 years) [cited 2022 Nov 30]. Available from: [https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/bmi-for-age-\(5-19-years\)/sft-bmifa-girls-perc-5-19years-\(1\)_411a8497-4364-45b5-9c55-a1d96a623869.pdf?sfvrsn=fad3e8ce_6](https://cdn.who.int/media/docs/default-source/child-growth/growth-reference-5-19-years/bmi-for-age-(5-19-years)/sft-bmifa-girls-perc-5-19years-(1)_411a8497-4364-45b5-9c55-a1d96a623869.pdf?sfvrsn=fad3e8ce_6).
 18. Jurev VV, Simahodskij AS, Voronovich NN. *Rost i razvitie rebenka*. SPb.: Piter, 2007; 272 p. (in Rus.).
 19. Calder PC, Ahluwalia N, Albers R, Bosco N, Bourdet-Sicard R, Haller D, et al. A consideration of biomarkers to be used for evaluation of inflammation in human nutritional studies. *British Journal of Nutrition*. 2013; (109): 1–34. DOI: 10.1017/S0007114512005119.
 20. Tyson N, Frank M. Childhood and adolescent obesity definitions as related to BMI, evaluation and management options. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2018; 48: 158–64. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2017.06.003.
 21. Tai P, Yang S, Liu W, Wang S, Chen K, Jia W, et al. Association of anthropometric and nutrition status indicators with cognitive functions in centenarians. *Clinical Nutrition*. 2021; 40 (4): 2252–58. DOI:10.1016/j.clnu.2020.10.004.
 22. Kirkpatrick BM, Yuhas M, Zoellner JM. Exploring differences in adolescent BMI and obesity-related behaviors by urban, suburban, and rural status. *Preventive Medicine Reports*. 2022; (29): 101960. DOI: 10.1016/j.pmedr.2022.101960.
 23. Aleksandrov AA, Kisliak OA, Leontyeva IV. Clinical guidelines on arterial hypertension diagnosis, treatment and prevention in children and adolescents. *Systemic Hypertension*. 2017; 17 (2): 7–35 (in Rus.). DOI: 10.26442/2075082X.2020.2.200126.
 24. Chukaeva II, Klepikova MV, Orlova NV, Agaeva LM. Role of obesity in development of hypertension and efficiency of anorectic therapy. *Medical alphabet*. 2018; 1 (12): 37–9 (in Rus.).

25. Antonov AA. No-loads assessment of functional state of athlete's body. *Lechebnaja fizkul'tura i sportivnaja medicina*. 2011; 10 (94): 39–46 (in Rus.).
26. Antonov AA. Universal technology for diagnosis of functional state of organism of sportsmen based on the integral indices of cardiovascular system. *Vestnik vosstanovitel'noj mediciny*. 2017; 5 (81): 38–44 (in Rus.).
27. Solodkov AS, Sologub EB. *Fiziologija cheloveka. Obshhaja. Sportivnaja. Vozrastnaja*. M.: Sport, 2015.; 620 p. (in Rus.).
28. Aronow WS. Heart disease and aging. *Med Clin North Am*. 2006; 90 (5): 849–62. DOI: 10.1016/j.mcna.2006.05.009.
29. Barannik IA, Lavinskaja NN, Svjatov DI, Leonteva MN. Klasternyj analiz sistemnogo krovoobrashhenija u prakticheski zdorovyh muzhchin molodogo-srednego vozrasta. *Vestnik Sankt-Peterburgskoj Gosudarstvennoj medicinskoj akademii imeni I.I. Mechnikova*. 2007; 1: 184–6 (in Rus.).
30. Baevskij RM, Kirillov OI, Kleckin SZ. *Matematicheskij analiz izmenenij serdechnogo ritma pri stresse*. M.: Nauka, 1984; 225 p. (in Rus.).