

УДК 572.512+616.12-008.33+616.839.219+612.172.2+616-054-053.81+311.16  
DOI: 10.56871/1632.2022.48.19.002

## ВЗАИМОЗАВИСИМОСТЬ СТРОЕНИЯ ТЕЛА И ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ РЕАКТИВНОСТИ ВЕГЕТАТИВНОГО ТОНУСА ПРИ ДЫХАНИИ С ДОБАВОЧНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ

© Валерий Олегович Еркудов<sup>1</sup>, Кенжабек Умар угли Розумбетов<sup>2, 3</sup>, Андрей Петрович Пуговкин<sup>1</sup>,  
Азат Таубалдиевич Матчанов<sup>2</sup>, Адилбай Тлепович Есимбетов<sup>3</sup>, Андрей Викторович Кочубеев<sup>1</sup>,  
Сергей Степанович Рогозин<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет. 194100, Россия, Санкт-Петербург, Литовская ул., д. 2

<sup>2</sup> Каракалпакский государственный университет имени Бердаха. 230100, Республика Узбекистан, Каракалпакстан,

г. Нукус, ул. Ч. Абдилова, д. 1

<sup>3</sup> Нукусский филиал Самаркандского института ветеринарной медицины. 230100, Республика Узбекистан, Каракалпакстан,

г. Нукус, ул. А. Утепов, д. 31

**Контактная информация:** Валерий Олегович Еркудов — к.м.н., старший преподаватель кафедры нормальной физиологии.

E-mail: verkudov@gmail.com

Поступила: 04.05.2022

Одобрена: 17.06.2022

Принята к печати: 19.08.2022

**Резюме.** *Цель* данной работы — анализ силы статистической связи значений габаритных и парциальных антропометрических признаков с параметрами вариабельности сердечного ритма. *Материалы и методы.* В работе приняли участие 196 юношей в возрасте от 19 до 22 лет. Вначале им проводили регистрацию основных параметров вариабельности сердечного ритма по пульсограмме с оценкой тонуса вегетативной нервной системы по значению индекса напряжения, который у всех добровольцев не превышал 100 усл. ед., что свидетельствовало о высоком тонусе вагуса. Далее измеряли антропометрические параметры по программе, включающей габаритные размеры тела и конечностей, индекс массы тела, ширины крупных суставов, толщину кожно-жировой складки (КЖС) и жизненную емкость легких. В дальнейшем проводили регистрацию вариабельности сердечного ритма (BCP) во время моделирования добавочного сопротивления дыханию надеванием резистивной маски. Рассчитывали коэффициенты корреляции Спирмена антропометрических параметров и BCP-признаков, а также их 95% доверительные интервалы. *Результаты.* Высокие значения длины корпуса и туловища у испытуемых слабо коррелируют с низкими значениями «парасимпатических» (RMSSD, pNN50% и HF) и повышенными значениями «симпатических» BCP-признаков (SI и AMo) до и после добавочного дыхательного сопротивления. Кроме этого, высокая степень уплощенности грудной клетки, определяемая по значениям переднезаднего диаметра груди, и высокая толщина КЖС связаны со сниженными значениями «парасимпатических» и повышенными значениями «симпатических» BCP-признаков. Остальные антропометрические параметры и показатели BCP не имели статистически значимой корреляции. *Выводы.* Тенденция к брахиморфии, то есть длинное тело и относительно короткие ноги, в сочетании с большей жизненной емкостью легких (ЖЕЛ) может служить маркером усиления тонуса вагуса, в том числе при резистивном дыхании. Полученные результаты обосновывают необходимость повышенного внимания к состоянию здоровья субъектов с соответствующим строением тела и избыточным отложением жира при необходимости дыхания с добавочным аэродинамическим сопротивлением.

**Ключевые слова:** антропометрические параметры; вариабельность сердечного ритма; тонус вагуса; тонус симпатической системы; добавочное дыхательное сопротивление; корреляции.

## CORRELATION OF BODY SHAPE AND FUNCTIONAL REACTIVITY OF AUTONOMIC NERVOUS SYSTEM TONE DURING BREATHING WITH ADDITIONAL RESISTANCE

© Valerii O. Erkudov<sup>1</sup>, Kenjabek U.-o'gli Rozumbetov<sup>2, 3</sup>, Andrey P. Pugovkin<sup>1</sup>, Azat T. Matchanov<sup>2</sup>,  
Adilbay T. Esimbetov<sup>3</sup>, Andrey V. Kochubeev<sup>1</sup>, Sergey S. Rogosin<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Saint-Petersburg State Pediatric Medical University, 194100, Saint-Petersburg, Litovskaya str., 2

<sup>2</sup> Karakalpak State University named after Berdakh, 230100, Nukus, Republic of Uzbekistan, Karakalpakstan, Ch. Abdirov str., 1

<sup>3</sup> Nukus branch of the Samarkand Institute of veterinary medicine, 230100, Nukus, Republic of Uzbekistan, Karakalpakstan, A. Uteпов str., 31

**Contact information:** Valerii O. Erkudov — Phd, Senior Lecturer of the Department of Normal Physiology. E-mail: verkudov@gmail.com

**Received:** 04.05.2022

**Revised:** 17.06.2022

**Accepted:** 19.08.2022

**Abstract.** The *purpose* of this work was to analyze the of the statistical relationship between the values of anthropometric characteristics and the parameters of heart rate variability (HRV). **Materials and methods.** The work was attended by 196 young men aged 19 to 22 years. First, they were registered the main parameters of heart rate variability according to the pulsogram, with an assessment of the tone of the autonomic nervous system by the value of the Baevsky's Stress Index (SI), which in all volunteers did not exceed 100 c.u., which indicated a high vagal tone. Anthropometric parameters were measured according to the program, including the overall dimensions of the body and limbs, body mass index, the width of large joints, the thickness of the skin-fat fold (SCF) and vital capacity of the lungs (VCL). Heart rate variability (HRV) was recorded during the simulation of additional breathing resistance by putting on a resistive mask. The Spearman's  $\rho$  of anthropometric parameters and HRV were calculated, as well as their 95% confidence intervals. **Results.** High values of body and torso length in subjects weakly correlate with low values of "parasympathetic" (RMSSD, pNN50% and HF) and increased values of "sympathetic" HRV (SI and AMo) before and after additional respiratory resistance. In addition, a high degree of flattening of the chest, determined by the values of the anterior-posterior diameter of the chest, and a high thickness of the SCF are associated with reduced values of "parasympathetic" and increased values of "sympathetic" HRV. Other anthropometric parameters and HRV indicators did not have a statistically significant correlation. **Conclusions.** A tendency to brachymorphy, that is, a long body and relatively short legs, in combination with a greater VCL can serve as a marker of increased vagal tone, including during resistive breathing. The results obtained substantiate the need for increased attention to the health status of subjects with an appropriate body structure and excessive fat deposition, if necessary, breathing with additional aerodynamic resistance.

**Key words:** anthropometric parameters; heart rate variability; vagal tone; sympathetic tone; additional respiratory resistance; correlations.

## ВВЕДЕНИЕ

Несомненная эффективность применения медицинских лицевых масок для профилактики заражения новой коронавирусной инфекцией COVID-19 [33, 44] актуализирует изучение подходов к мониторингу состояния здоровья субъектов, вынужденных использовать данные средства защиты. В литературе не представлены убедительные научно обоснованные доказательства роли повторного вдыхания углекислого газа вследствие увеличения объема мертвого пространства при ношении маски в возникновении патологии кровообращения, дыхания или нервной деятельности [19]. Отмечается относительная безопасность ношения данных защитных средств для здоровья взрослых [24, 27] и детей [23], в том числе при выполнении рутинной физической работы [24]. Однако в результате наблюдений, проведенных с участием добровольцев, вынужденных длительно использовать лицевые маски, были выявлены симптомы вегетативной дисрегуляции, выраженные в проявлениях астенического синдрома [24, 40, 45].

В литературе накоплены данные о механизмах изменения вегетативной регуляции деятельности сердца при дыхании с добавочным сопротивлением (ДДС). Нами [6]

и другими авторами [10] в результате опытов с регистрацией параметров variability сердечного ритма (BCP) при ДДС показано, что наиболее распространенным является рефлекторное увеличение тонуса вагуса в данных условиях [21, 57]. Вместе с тем сообщается, что реактивность вагального тонуса не дискретна и ее величина находится в прямой зависимости от условий наблюдения и индивидуальных характеристик объекта исследования [15]. Общеизвестно, что значительное усиление возбудимости вегетативных центров является предрасполагающим фактором развития нарушений сердечного ритма [29] и синкопальных состояний [36].

Именно поэтому возникает задача выявления и изучения «внешних», ассоциированных с реактивностью вегетативного тонуса при ДДС, маркеров с целью научного обоснования их практического применения для прогнозирования дисрегуляции кардиоритма. Нами было показано, что параметры строения тела являются достаточно надежным признаком, коррелирующим с некоторыми параметрами внутренней среды [5], а также со степенью экологического неблагополучия загрязненных территорий [4]. В то же время опубликованы результаты наблюдений, описывающие взаимосвязь между строением тела и параметрами BCP [50]. Следовательно,



существуют антропометрические маркеры, изучение которых способно предсказать преобладание тонуса симпатической или парасимпатической системы в тех или иных условиях. Однако в литературе не представлены исследования с задачами по определению соотношения антропометрических параметров и оценки ВСР в условиях переходных процессов гемодинамики и дыхания.

## ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ силы статистической связи значений габаритных и парциальных антропометрических признаков с параметрами ВСР.

## МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В работе приняли участие юноши в возрасте от 19 до 22 лет, студенты Каракалпакского государственного университета имени Бердаха. Все добровольцы прошли процедуру отбора по критериям включения в исследование. Исследование проводили с 9 до 11 часов утра, что, по данным литературы, является стандартным временем для регистрации коротких записей ВСР, спустя 1,5–2 часа после последнего приема пищи, при температуре комфорта с достаточной принудительной конвекцией в теплое время года. Перед началом опыта им троекратно измеряли артериальное давление с использованием автоматического тонометра OMRON M6 (Япония) для исключения артериальной гипертензии и SpO<sub>2</sub> с применением ручного пульсоксиметра PRCMISEMED PRO-PM350 (Китай), которое должно быть не ниже 96%. Далее проводили регистрацию основных параметров ВСР (RMSSD, рNN50%, AMo и индекс напряжения (Baevsky's Stress Index, SI); HF) по пульсограмме, используя программно-аппаратный комплекс «Биомышь профессиональная КПФ-01», ЗАО «Нейролаб» (Россия), запатентованное устройство [1], разрешенное для применения в медицинской практике (регистрационное удостоверение изделия медицинской техники № 29/03041202/4999-03 от 17.03.2003 года). Оценку вегетативного тонуса в покое проводили по способу, предложенному Р.М. Баевским. Согласно данной методике, SI ≤100 усл. ед., обнаруженный у здоровых добровольцев в покое, или значение SI ≤100 усл. ед. после воздействия свидетельствует об увеличении тонуса парасимпатической системы [13]. В противоположность, значение SI ≥100 усл. ед. в покое или после воздействия свидетельствует об увеличении тонуса симпатической системы [13]. Общеизвестно, что увеличение RMSSD, рNN50%, мощности спектра в частотном диапазоне HF ассоциированы с увеличением тонуса вагуса [25].

Таким образом, в финальную выборку вошли 196 юношей с отсутствием медицинских противопоказаний для выполнения функциональных проб, стабильным психоэмоциональным статусом и достаточной продолжительностью ночного сна, не принимающие лекарства, не курящие, не употребляющие алкоголь, чай, кофе, энергетические напитки, без ар-

териальной гипертензии и с высоким тонусом парасимпатической системы в покое: SI у всех участников исследования до начала опыта не превышал 100 усл. ед. [13]. Отобраным добровольцам измеряли верхушечную длину и массу тела с расчетом индекса массы тела (ИМТ), длину корпуса, длину туловища, длину руки и ноги, поперечный диаметр груди, переднезадний диаметр груди, ширину колена, голени, обхват грудной клетки, талии, бедер, кожно-жировую складку (КЖС) на задней поверхности плеча, животе, передней поверхности бедра, жизненную емкость легких (ЖЕЛ) с применением профессионального антропометрического оборудования (антропометр Мартина, скользящий и толстотный циркуль, калипер) по современной методике [9]. ЖЕЛ измеряли с применением электронного устройства Electronic vital capacity tester, FCS-10000, Grows Instrument (Китай, 2018). Используя значения ИМТ, оценивали отклонения массы тела у испытуемых в выборке. Величину ИМТ 15,99 и менее расценивали как выраженный дефицит массы тела; 16–18,49 — дефицит массы тела; 18,5–24,99 — условная норма; 25–29,99 — избыток массы тела; 30 и более — ожирение.

Кроме этого, проводили регистрацию ВСР обозначенным методом во время моделирования добавочного сопротивления дыханию надеванием резистивной маски Elevation Training Mask (ETM) 2.0 (Training Mask LLC, Cadillac, Michigan, USA) в течение 5 минут. Данное запатентованное устройство позволяет имитировать затруднения дыхания, возникающие на различной высоте от 3000 до 18 000 футов с шагом в 3000 футов [22]. В работе увеличение аэродинамического сопротивления моделировалось эквивалентно дыханию на высоте 18 000 футов.

Оценку статистической значимости изменений показателей ВСР после дыхания в маске осуществляли с применением парного Т-критерия Вилкоксона и вычислялась разница средних. Для анализа взаимозависимости результатов измерений антропометрических признаков и параметров ВСР до и во время дыхания через резистивную маску производили расчет коэффициентов корреляции Спирмена (Spearman's ρ) [11] и их 95% доверительных интервалов по общеизвестной репрезентативной методике [28]. При значении ρ, равном 0, статистическую связь считали отсутствующей; от 0,01 до 0,29 (от –0,01 до –0,29) — слабой прямой (обратной); от 0,3 до 0,69 (от –0,3 до –0,69) — средней прямой (обратной); от 0,7 до 0,99 (от –0,7 до –0,99) — сильной прямой (обратной); 1 (–1) — полной прямой (обратной) [11]. Статистически значимыми результаты считали при p < 0,05.

Вычисления производились с применением программы статистической обработки данных Past version 2.17 (Norway, Oslo, 2012) и алгоритма статистической обработки данных StatXact-8 с программной оболочкой Cytel Studio version 8.0.0. Все данные представлены в виде: средние значения антропометрического признака, параметр ВСР или его средняя разница, значения Spearman's ρ, доли отклонения массы тела и верхней, нижней границы 95% доверительного интервала для указанных параметров.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЯ

В таблице 1 представлена описательная статистика антропометрических измерений, выполненных в работе. Анализ распределения отклонений массы тела, определяемых по ИМТ, показал: доля выраженного дефицита массы тела 0,01 (0,00005; 0,04), дефицита массы тела 0,10 (0,05; 0,16), условной нормы 0,83 (0,75; 0,89), избытка массы тела 0,05 (0,02; 0,11) и ожирения 0,02 (0,004; 0,06).

Как и ожидалось, оценка вегетативного тонуса при моделировании ДДС выявляла уменьшение RMSSD, pNN50%, HF в сочетании с увеличением АМо и SI (табл. 2). Данная комбинация изменений ВСР-признаков свидетельствует о возрастании вагусной активности после дыхания через маску [25].

В таблицах 3–7 представлены результаты корреляционного анализа взаимосвязи параметров ВСР и антропометрических признаков. Обнаружена слабая отрицательная корреляция длины тела только со значениями pNN50% (табл. 4) до и после ДДС, и со значениями HF после ДДС (табл. 7). С остальными ВСР-признаками длина тела не коррелировала (табл. 3, 5, 6). Длина корпуса и туловища слабоотрицательно коррелировала со значениями RMSSD (табл. 3), pNN50%

(табл. 4), HF (длина туловища коррелировала только после ДДС, табл. 7) и слабоположительно — с АМо (табл. 5) и SI (только длина корпуса, табл. 6) до и после дыхания через маску. Значения RMSSD и HF до моделирования ДДС слабоотрицательно коррелировали с КЖС на задней поверхности плеча (табл. 3, 7). Обнаружена слабая положительная корреляция толщины КЖС и «симпатических» ВСР-признаков, измеренных до включения ДДС: значения АМо и SI коррелировали с КЖС на задней поверхности плеча и на бедре (табл. 5, 6). Измеренная ЖЕЛ слабоотрицательно коррелировала с «парасимпатическими» параметрами до и после ДДС (RMSSD (табл. 3), pNN50% (табл. 4) и HF (табл. 7)) и слабоположительно коррелировала с АМо (табл. 5) и SI (табл. 6, только до ДДС). Переднезадний диаметр груди слабоотрицательно коррелировал со значениями RMSSD (табл. 3) и pNN50% (табл. 4) и слабоположительно со значениями SI (табл. 6) до ДДС. С остальными ВСР-признаками данных антропометрический параметр не коррелировал.

Анализ направления корреляционных взаимоотношений позволяет выявить закономерности взаимозависимости между антропометрическими показателями и параметрами ВСР. Высокие значения длины корпуса и туловища у испытуемых

Таблица 1

**Значения и 95% доверительные интервалы основных антропометрических параметров**

№	Параметр	Значение
1	Высота верхушечной точки (длина тела), см	174,47 (173,62; 175,32)
2	Масса тела, кг	64,89 (63,46; 66,31)
3	Длина корпуса, см	76,90 (76,40; 77,40)
4	Длина туловища, см	47,60 (47,02; 48,18)
5	Длина руки, см	78,17 (77,58; 78,77)
6	Длина ноги, см	97,57 (96,98; 98,15)
7	Поперечный диаметр груди, см	27,05 (26,74; 27,37)
8	Переднезадний диаметр груди, см	18,98 (18,67; 19,29)
9	Ширина колена, см	9,11 (9,02; 9,20)
10	Ширина голени, см	7,27 (7,21; 7,33)
11	Обхват грудной клетки при нормальном выдохе, см	89,22 (88,32; 90,11)
12	Обхват талии, см	75,27 (74,20; 76,34)
13	Обхват бедер, см	89,77 (88,59; 90,95)
14	Кожно-жировая складка (КЖС) на задней поверхности плеча, см	5,35 (5,17; 5,54)
15	КЖС на животе, см	8,77 (8,37; 9,17)
16	КЖС на бедре, см	8,03 (7,67; 8,39)
17	Жизненная емкость легких, мл	4133,92 (4011,50; 4256,40)

Таблица 2

**Изменение вегетативного тонуса после включения ДДС (средние значения, 95% доверительные интервалы для показателя ВСР и его средней разницы)**

№	Параметр ВСР	Условие			
		до включения ДДС	после включения ДДС	средняя разница значений до и после включения ДДС	p-значения (Т-критерия Вилкоксона)
1	RMSSD, мс	1086,89 (1025,20; 1148,50)	1247,79 (1190,60; 1305,00)	-160,89 (-209,37; -112,42)	1,619×10 <sup>-10</sup>
2	pNN50%	15,83 (14,45; 17,21)	20,73 (19,26; 22,21)	-4,90 (-6,10; -3,71)	3,6573×10 <sup>-16</sup>
3	АМо, %	29,12 (27,90; 30,35)	26,21 (25,18; 27,23)	2,91 (1,72; 4,11)	1,6597×10 <sup>-6</sup>
4	SI, усл. ед.	43,99 (39,83; 48,16)	39,66 (36,03; 43,30)	4,33 (0,17; 8,49)	0,039884
5	HF, мс <sup>2</sup>	1412,97 (1340,90; 1485,10)	1764,42 (1683,90; 1845,00)	-351,45 (-417,79; -285,11)	2,143×10 <sup>-17</sup>

**Примечание:** ВСР — вариабельность сердечного ритма; ДДС — дыхание с добавочным сопротивлением (здесь и далее в таблицах).



Таблица 3

Корреляция основных антропометрических параметров со значениями RMSSD до и после включения ДДС (представлены коэффициенты корреляции Спирмена ( $\rho$ ), их 95% доверительные интервалы и р-значения)

№	Антропометрические показатели	Условие	
		до включения ДДС	после включения ДДС
1	Верхушечная длина тела	$\rho=-0,09$ (-0,23; -0,01); $p=0,20072$	$\rho=-0,13$ (-0,26; -0,04); $p=0,074682$
2	Масса тела	$\rho=-0,06$ (-0,19; 0,09); $p=0,44218$	$\rho=-0,02$ (-0,15; 0,12); $p=0,83382$
3	Индекс массы тела	$\rho=-0,03$ (-0,17; 0,11); $p=0,66207$	$\rho=0,02$ (-0,12; 0,16); $p=0,74786$
4	Длина корпуса	$\rho=-0,18$ (-0,31; -0,04); $p=0,01348$	$\rho=-0,21$ (-0,35; -0,08); $p=0,002514$
5	Длина туловища	$\rho=-0,15$ (-0,28; -0,01); $p=0,036275$	$\rho=-0,18$ (-0,31; -0,04); $p=0,011109$
6	Длина руки	$\rho=-0,004$ (-0,14; 0,14); $p=0,95176$	$\rho=-0,08$ (-0,22; 0,06); $p=0,26196$
7	Длина ноги	$\rho=0,01$ (-0,13; 0,15); $p=0,85027$	$\rho=0,002$ (-0,14; 0,14); $p=0,98051$
8	Поперечный диаметр груди	$\rho=-0,02$ (-0,16; 0,12); $p=0,75097$	$\rho=0,03$ (-0,11; 0,17); $p=0,70376$
9	Переднезадний диаметр груди	$\rho=-0,14$ (-0,28; -0,003); $p=0,045569$	$\rho=-0,08$ (-0,22; 0,06); $p=0,2602$
10	Ширина колена	$\rho=0,001$ (-0,14; 0,14); $p=0,99093$	$\rho=-0,01$ (-0,14; 0,13); $p=0,93892$
11	Ширина голени	$\rho=0,03$ (-0,11; 0,17); $p=0,67269$	$\rho=-0,06$ (-0,20; 0,08); $p=0,40951$
12	Обхват грудной клетки	$\rho=-0,07$ (-0,21; 0,07); $p=0,32624$	$\rho=-0,01$ (-0,15; 0,13); $p=0,89206$
13	Обхват талии	$\rho=-0,06$ (-0,20; 0,08); $p=0,37012$	$\rho=-0,01$ (-0,15; 0,13); $p=0,86504$
14	Обхват бедер	$\rho=-0,09$ (-0,23; 0,05); $p=0,18664$	$\rho=-0,09$ (-0,22; 0,05); $p=0,23056$
15	Кожно-жировая складка (КЖС) на задней поверхности плеча	$\rho=-0,15$ (-0,28; -0,01); $p=0,036691$	$\rho=-0,02$ (-0,16; 0,12); $p=0,76673$
16	КЖС на животе	$\rho=-0,08$ (-0,22; 0,06); $p=0,25551$	$\rho=0,03$ (-0,11; 0,17); $p=0,67479$
17	КЖС на передней поверхности бедра	$\rho=-0,11$ (-0,24; 0,03); $p=0,13445$	$\rho=0,001$ (-0,14; 0,14); $p=0,99052$
18	Жизненная емкость легких	$\rho=-0,22$ (-0,35; -0,12); $p=0,002397$	$\rho=-0,15$ (-0,28; -0,06); $p=0,039821$

Примечание: жирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции (здесь и в табл. 4–7).

Таблица 4

Корреляция основных антропометрических параметров со значениями рNN50% до и после включения ДДС (представлены коэффициенты корреляции Спирмена ( $\rho$ ), их 95% доверительные интервалы и р-значения)

№	Антропометрические показатели	Условие	
		до включения ДДС	после включения ДДС
1	Верхушечная длина тела	$\rho=-0,14$ (-0,27; -0,05); $p=0,032948$	$\rho=-0,14$ (-0,28; -0,06); $p=0,043653$
2	Масса тела	$\rho=-0,06$ (-0,20; 0,08); $p=0,37969$	$\rho=0,001$ (-0,14; 0,14); $p=0,98829$
3	Индекс массы тела	$\rho=-0,03$ (-0,17; 0,11); $p=0,65397$	$\rho=0,04$ (-0,10; 0,18); $p=0,59054$
4	Длина корпуса	$\rho=-0,17$ (-0,30; -0,03); $p=0,01678$	$\rho=-0,22$ (-0,35; -0,08); $p=0,0021235$
5	Длина туловища	$\rho=-0,17$ (-0,31; -0,03); $p=0,016291$	$\rho=-0,20$ (-0,33; -0,06); $p=0,0059075$
6	Длина руки	$\rho=-0,05$ (-0,18; 0,10); $p=0,52545$	$\rho=-0,08$ (-0,21; 0,07); $p=0,29535$
7	Длина ноги	$\rho=-0,04$ (-0,18; 0,10); $p=0,54306$	$\rho=-0,01$ (-0,15; 0,13); $p=0,87995$
8	Поперечный диаметр груди	$\rho=-0,01$ (-0,15; 0,13); $p=0,86085$	$\rho=0,04$ (-0,10; 0,18); $p=0,60526$
9	Переднезадний диаметр груди	$\rho=-0,16$ (-0,29; -0,02); $p=0,02805$	$\rho=-0,08$ (-0,21; 0,06); $p=0,28803$
10	Ширина колена	$\rho=-0,01$ (-0,15; 0,14); $p=0,94096$	$\rho=-0,001$ (-0,14; 0,14); $p=0,98621$
11	Ширина голени	$\rho=0,02$ (-0,12; 0,16); $p=0,80458$	$\rho=-0,05$ (-0,19; 0,09); $p=0,51463$
12	Обхват грудной клетки	$\rho=-0,05$ (-0,19; 0,09); $p=0,46174$	$\rho=-0,002$ (-0,14; 0,14); $p=0,98047$
13	Обхват талии	$\rho=-0,06$ (-0,20; 0,08); $p=0,41166$	$\rho=-0,04$ (-0,18; 0,10); $p=0,59852$
14	Обхват бедер	$\rho=-0,09$ (-0,23; 0,05); $p=0,20374$	$\rho=-0,04$ (-0,18; 0,10); $p=0,56842$
15	Кожно-жировая складка (КЖС) на задней поверхности плеча	$\rho=-0,13$ (-0,26; 0,02); $p=0,07907$	$\rho=-0,05$ (-0,19; 0,09); $p=0,49239$
16	КЖС на животе	$\rho=-0,09$ (-0,23; 0,05); $p=0,19582$	$\rho=0,02$ (-0,12; 0,16); $p=0,80905$
17	КЖС на передней поверхности бедра	$\rho=-0,11$ (-0,25; 0,03); $p=0,12599$	$\rho=-0,02$ (-0,16; 0,12); $p=0,75234$
18	Жизненная емкость легких	$\rho=-0,20$ (-0,34; -0,11); $p=0,0041332$	$\rho=-0,19$ (-0,32; -0,09); $p=0,0093251$

Таблица 5

Корреляция основных антропометрических параметров со значениями АМо до и после включения ДДС (представлены коэффициенты корреляции Спирмена ( $\rho$ ), их 95% доверительные интервалы и р-значения)

№	Антропометрические показатели	Условие	
		до включения ДДС	после включения ДДС
1	Верхушечная длина тела	$\rho=0,11$ (-0,03; 0,17); $p=0,11596$	$\rho=0,13$ (-0,01; 0,18); $p=0,078125$
2	Масса тела	$\rho=0,13$ (-0,01; 0,27); $p=0,065027$	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,24); $p=0,1461$
3	Индекс массы тела	$\rho=0,12$ (-0,02; 0,25); $p=0,10058$	$\rho=0,08$ (-0,06; 0,22); $p=0,26668$
4	Длина корпуса	<b><math>\rho=0,14</math> (0,002; 0,27); <math>p=0,033038</math></b>	<b><math>\rho=0,25</math> (0,11; 0,38); <math>p=0,00036183</math></b>
5	Длина туловища	$\rho=0,11$ (-0,04; 0,24); $p=0,14068$	<b><math>\rho=0,22</math> (0,08; 0,35); <math>p=0,0018937</math></b>
6	Длина руки	$\rho=0,03$ (-0,11; 0,17); $p=0,63681$	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,24); $p=0,14533$
7	Длина ноги	$\rho=0,06$ (-0,08; 0,20); $p=0,41786$	$\rho=-0,03$ (-0,17; 0,11); $p=0,69321$
8	Поперечный диаметр груди	$\rho=-0,004$ (-0,14; 0,14); $p=0,9509$	$\rho=0,002$ (-0,14; 0,14); $p=0,97902$
9	Переднезадний диаметр груди	$\rho=0,15$ (0,01; 0,29); $p=0,035397$	$\rho=0,06$ (-0,08; 0,20); $p=0,41876$
10	Ширина колена	$\rho=0,03$ (-0,11; 0,17); $p=0,67683$	$\rho=0,05$ (-0,09; 0,19); $p=0,51464$
11	Ширина голени	$\rho=0,01$ (-0,13; 0,15); $p=0,93933$	$\rho=0,07$ (-0,07; 0,21); $p=0,32185$
12	Обхват грудной клетки	$\rho=0,07$ (-0,07; 0,21); $p=0,31134$	$\rho=0,07$ (-0,07; 0,21); $p=0,33877$
13	Обхват талии	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,24); $p=0,16257$	$\rho=0,07$ (-0,08; 0,20); $p=0,36389$
14	Обхват бедер	$\rho=0,12$ (-0,02; 0,26); $p=0,095778$	<b><math>\rho=0,15</math> (0,01; 0,29); <math>p=0,034644</math></b>
15	Кожно-жировая складка (КЖС) на задней поверхности плеча	<b><math>\rho=0,21</math> (0,07; 0,34); <math>p=0,0032543</math></b>	$\rho=0,07$ (-0,07; 0,21); $p=0,29647$
16	КЖС на животе	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,24); $p=0,1453$	$\rho=-0,002$ (-0,14; 0,14); $p=0,9808$
17	КЖС на передней поверхности бедра	<b><math>\rho=0,17</math> (0,03; 0,30); <math>p=0,019841</math></b>	$\rho=0,08$ (-0,06; 0,22); $p=0,24648$
18	Жизненная емкость легких	<b><math>\rho=0,22</math> (0,08; 0,26); <math>p=0,0023945</math></b>	<b><math>\rho=0,16</math> (0,02; 0,20); <math>p=0,029314</math></b>

Таблица 6

Корреляция основных антропометрических параметров со значениями SI до и после включения ДДС (представлены коэффициенты корреляции Спирмена ( $\rho$ ), их 95% доверительные интервалы и р-значения)

№	Антропометрические показатели	Условие	
		до включения ДДС	после включения ДДС
1	Верхушечная длина тела	$\rho=0,05$ (-0,09; 0,11); $p=0,48194$	$\rho=0,06$ (-0,09; 0,11); $p=0,43771$
2	Масса тела	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,24); $p=0,15917$	$\rho=0,04$ (-0,10; 0,18); $p=0,57183$
3	Индекс массы тела	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,24); $p=0,16186$	$\rho=0,03$ (-0,11; 0,17); $p=0,68013$
4	Длина корпуса	$\rho=0,09$ (-0,06; 0,22); $p=0,23069$	<b><math>\rho=0,15</math> (0,01; 0,28); <math>p=0,037094</math></b>
5	Длина туловища	$\rho=0,06$ (-0,08; 0,20); $p=0,41451$	$\rho=0,12$ (-0,03; 0,25); $p=0,108$
6	Длина руки	$\rho=0,002$ (-0,14; 0,14); $p=0,97632$	$\rho=0,08$ (-0,06; 0,22); $p=0,27302$
7	Длина ноги	$\rho=0,01$ (-0,13; 0,15); $p=0,87101$	$\rho=-0,05$ (-0,19; 0,09); $p=0,47231$
8	Поперечный диаметр груди	$\rho=-0,003$ (-0,14; 0,14); $p=0,96143$	$\rho=-0,08$ (-0,22; 0,06); $p=0,24311$
9	Переднезадний диаметр груди	<b><math>\rho=0,21</math> (0,07; 0,34); <math>p=0,0032211</math></b>	$\rho=0,07$ (-0,07; 0,21); $p=0,31909$
10	Ширина колена	$\rho=0,02$ (-0,12; 0,16); $p=0,75122$	$\rho=0,06$ (-0,08; 0,20); $p=0,38499$
11	Ширина голени	$\rho=-0,06$ (-0,19; 0,08); $p=0,43475$	$\rho=0,0005$ (-0,14; 0,14); $p=0,99473$
12	Обхват грудной клетки	$\rho=0,11$ (-0,03; 0,25); $p=0,12941$	$\rho=0,03$ (-0,12; 0,17); $p=0,72372$
13	Обхват талии	$\rho=0,09$ (-0,05; 0,23); $p=0,20299$	$\rho=0,004$ (-0,14; 0,14); $p=0,95967$
14	Обхват бедер	$\rho=0,12$ (-0,02; 0,26); $p=0,086402$	$\rho=0,08$ (-0,06; 0,21); $p=0,2887$
15	Кожно-жировая складка (КЖС) на задней поверхности плеча	<b><math>\rho=0,22</math> (0,08; 0,35); <math>p=0,002034</math></b>	$\rho=0,04$ ; (-0,10; 0,18); $p=0,59592$
16	КЖС на животе	<b><math>\rho=0,15</math> (0,01; 0,28); <math>p=0,036223</math></b>	$\rho=0,01$ (-0,13; 0,15); $p=0,92203$
17	КЖС на передней поверхности бедра	<b><math>\rho=0,18</math> (0,04; 0,32); <math>p=0,010586</math></b>	$\rho=0,05$ (-0,09; 0,19); $p=0,44878$
18	Жизненная емкость легких	<b><math>\rho=0,20</math> (0,06; 0,24); <math>p=0,0045598</math></b>	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,16); $p=0,14663$

Таблица 7

**Корреляция основных антропометрических параметров со значениями HF до и после включения ДДС (представлены коэффициенты корреляции Спирмена ( $\rho$ ), их 95% доверительные интервалы и  $p$ -значения)**

№	Антропометрические показатели	Условие	
		до включения ДДС	после включения ДДС
1	Верхушечная длина тела	$\rho=-0,09$ (-0,23; -0,01); $p=0,19281$	<b><math>\rho=-0,21</math></b> (-0,34; -0,11); <b><math>p=0,0031307</math></b>
2	Масса тела	$\rho=-0,04$ (-0,18; 0,10); $p=0,54771$	$\rho=-0,02$ (-0,16; 0,12); $p=0,75458$
3	Индекс массы тела	$\rho=-0,02$ (-0,16; 0,12); $p=0,77889$	$\rho=0,04$ (-0,10; 0,18); $p=0,56587$
4	Длина корпуса	<b><math>\rho=-0,15</math></b> (-0,29; -0,01); <b><math>p=0,032555</math></b>	<b><math>\rho=-0,26</math></b> (-0,39; -0,12); <b><math>p=0,00020399</math></b>
5	Длина туловища	$\rho=-0,12$ (-0,25; 0,02); $p=0,099494$	<b><math>\rho=-0,17</math></b> (-0,30; -0,03); <b><math>p=0,018437</math></b>
6	Длина руки	$\rho=0,01$ (-0,13; 0,15); $p=0,84173$	$\rho=-0,09$ (-0,23; 0,05); $p=0,22227$
7	Длина ноги	$\rho=0,004$ (-0,14; 0,14); $p=0,95182$	$\rho=-0,08$ (-0,22; 0,06); $p=0,26015$
8	Поперечный диаметр груди	$\rho=-0,04$ (-0,18; 0,10); $p=0,58703$	$\rho=-0,01$ (-0,15; 0,13); $p=0,88998$
9	Переднезадний диаметр груди	$\rho=-0,08$ (-0,22; 0,06); $p=0,24354$	$\rho=-0,09$ (-0,23; 0,05); $p=0,22205$
10	Ширина колена	$\rho=-0,02$ (-0,16; 0,12); $p=0,79741$	$\rho=-0,05$ (-0,19; 0,09); $p=0,51932$
11	Ширина голени	$\rho=0,05$ (-0,09; 0,19); $p=0,48128$	$\rho=-0,10$ (-0,24; 0,04); $p=0,1632$
12	Обхват грудной клетки	$\rho=-0,06$ (-0,20; 0,08); $p=0,40306$	$\rho=0,02$ (-0,12; 0,16); $p=0,77489$
13	Обхват талии	$\rho=-0,05$ (-0,19; 0,09); $p=0,46433$	$\rho=-0,02$ (-0,16; 0,12); $p=0,80511$
14	Обхват бедер	$\rho=-0,09$ (-0,23; 0,05); $p=0,19184$	$\rho=-0,07$ (-0,20; 0,08); $p=0,36225$
15	Кожно-жировая складка (КЖС) на задней поверхности плеча	<b><math>\rho=-0,16</math></b> (-0,29; -0,01); <b><math>p=0,029473</math></b>	$\rho=0,004$ (-0,14; 0,14); $p=0,95825$
16	КЖС на животе	$\rho=-0,08$ (-0,21; 0,06); $p=0,28715$	$\rho=0,10$ (-0,04; 0,24); $p=0,16038$
17	КЖС на передней поверхности бедра	$\rho=-0,10$ (-0,23; 0,05); $p=0,18383$	$\rho=0,07$ (-0,07; 0,21); $p=0,33437$
18	Жизненная емкость легких	<b><math>\rho=-0,19</math></b> (-0,33; -0,10); <b><math>p=0,006427</math></b>	<b><math>\rho=-0,16</math></b> (-0,29; -0,07); <b><math>p=0,025588</math></b>

ассоциированы с низкими значениями «парасимпатических» (RMSSD, pNN50% и HF) и повышенными значениями «симпатических» ВСР-признаков (SI и AMo) до и после ДДС. Кроме этого, высокая степень уплощенности грудной клетки, определяемая по значениям переднезаднего диаметра груди, и большая КЖС связаны со сниженными значениями «парасимпатических» и повышенными значениями «симпатических» ВСР-признаков.

Однако необходимо отметить, что слабая статистическая связь большинства изучаемых параметров и широкие доверительные интервалы рассчитанных коэффициентов корреляции свидетельствуют о значительных колебаниях антропометрических признаков относительно параметров ВСР и наоборот [2]. В то же время данные были получены при исследовании в однородной по полу, возрасту, социальному статусу, месту проживания группе, с достаточным объемом выборки для достижения статистической мощности 80–90% [3] объемом выборки. Кроме того, обнаружена корреляция одних и тех же антропометрических параметров со всеми изучаемыми ВСР-признаками. Необходимо отметить, что значительные индивидуальные особенности физиологических реакций как фактор, ограничивающий возможности широкого изучения и детального обоснования взаимосвязи строения тела и функциональной реактивности, был подмечен еще А.И. Клиориным — пионером исследований в этой области [8]. В результате попытки конституционального обоснования различий клеточного состава крови [5] и размеров внутренних органов [7] нами получена высокая степень мозаичности изучаемых показателей у подростков с различными сомато-типами.

Из сказанного следует, что полученные данные репрезентативны для описания основных тенденций взаимосвязи строения тела и функциональной реактивности вегетативного тонуса. Таким образом, брахиморфизация телосложения (длинное тело и короткие конечности) в сочетании с уплощенностью грудной клетки, повышенной ЖЕЛ и высокой толщиной КЖС может отражать низкий тонус симпатической системы и повышенный тонус вагуса в покое, до включения ДДС. Кроме этого, брахиморфная форма тела и повышенная ЖЕЛ, возможно, служит маркером усиления тонуса вагуса при резистивном дыхании, что частично сопоставимо с результатами других исследований [50].

В настоящее время не существует общепринятой теории, обосновывающей механизмы взаимозависимости физиологических и антропометрических параметров, в том числе и по причинам, обозначенным выше. Предполагается, что они могут иметь комплексный конституционально-обусловленный механизм [8, 50], детальные аспекты которого являются предметом дискуссии и по сей день. В литературе содержатся предположения о взаимосвязи объема жировой ткани и вегетативного тонуса, определяемого по ВСР [18, 48]. В ряде исследований сообщается об отрицательной корреляции ИМТ с «парасимпатическими» и положительной корреляции с «симпатическими» ВСР-признаками [16, 37, 49]. Данная зако-

номерность может быть обоснована увеличением тонуса симпатических центров под воздействием гормона жировой ткани лептина [17, 41, 53], а также возрастанием тонуса вагуса под влиянием гормона жировой ткани адипонектина [17, 53, 56]. Как известно, у здоровых людей концентрация лептина положительно коррелирует с ИМТ [32, 47], а адипонектина — отрицательно [39].

Показано также, что адипонектин при превышении концентрации у худощавых людей может снижать интенсивность костного метаболизма и плотность костной ткани [38]. В противоположность сказанному, существуют доказательства избыточной потери костной массы и резорбции кости под влиянием повышенной симпатической активности [30, 31]. Однако данные эффекты были получены в основном при изучении пациентов с феохромоцитомой, поэтому распространяются на испытуемых с постоянно повышенным тонусом симпатической системы [30, 31]. Похожая закономерность была выявлена и при обследовании маловесных новорожденных детей [55]. Необходимым условием формирования выборки в данном исследовании являлся высокий тонус вагуса в покое и воздействие маски было кратковременным. Кроме того, не обнаружено корреляции параметров массивности костей — размеров крупных суставов [6] и параметров ВСР. И поэтому, скорее всего, участие данных механизмов в реализации полученных в настоящей работе эффектов является дискуссионным, и параметры массивности кости не могут быть кандидатами на роль маркеров, ассоциированных с регуляцией кардиоритма в данном исследовании.

Описаны центральные механизмы увеличения симпатической активности у людей с повышенным ИМТ [52]. В ходе исследования, выполненного с применением функциональной магнитно-резонансной томографии, было выявлено снижение объема орбитофронтальной коры — нервного центра, осуществляющего торможение тонического влияния структур лимбической системы на стволовые симпатические центры контроля кардиоритма [51]. Таким образом, обсуждается роль рефлекторных коммуникаций в интеграции ответа вегетативной нервной системы на переходные процессы, вызванные ДДС, у людей с различными антропометрическими характеристиками.

Экстраполяция представленных рассуждений на результаты, полученные в данной работе, имеет ограничение. Согласно полученным данным, избыток массы тела и ожирение в совокупности имели только 7% испытуемых. В то же время в предыдущей работе нами показано, что у юношей в 84% случаев гиперсомный (эндоморфный, брахиморфный) соматотип ассоциирован с избытком массы тела и ожирением [7]. По-видимому, высокий процент испытуемых с нормальным и сниженным ИМТ в настоящей работе связан с особенностями энергического баланса у жителей Республики Узбекистан, возможно, выраженными в избыточной двигательной активности и белково-энергетическим недостатком в питании студенческой молодежи.

Резюмируя сказанное, необходимо отметить, что брахиморфизация телосложения, предрасполагающая к увеличе-

нию жировой ткани, возможно, вследствие описанных нейрорегуляторных взаимодействий при прочих равных условиях является прогностическим маркером сниженного «парасимпатического» ответа на ДДС.

В литературе обсуждается роль эндоморфизации соматотипа в прогнозировании риска сердечно-сосудистых заболеваний [12, 26, 34, 35, 46, 54]. Полученные в данном исследовании результаты открывают возможность научного обоснования наблюдения за состоянием их здоровья. К примеру, может быть разработан и внедрен комплекс мер профилактики избыточного симпатического ответа у пациентов с брахиморфным телосложением и избытком массы тела, имеющих заболевания сердечно-сосудистой системы при ДДС, вызванной необходимостью ношения защитных масок и респираторов [24, 40, 43, 45], выполнении физиотерапевтических маневров, основанных на включении реакций кардиореспираторного сопряжения для ускорения кровотока [20], при осуществлении профессиональной деятельности, требующей дыхания с повышенным сопротивлением (музыканты духовых инструментов, дайверы, пожарные и др.) [14, 42].

## ВЫВОДЫ

В работе обнаружена корреляционная взаимосвязь антропометрических параметров, главным образом, длины корпуса и туловища, а также толщины КЖС с ВСР-признаками, отражающими изменения тонуса вегетативной нервной системы при дыхании с повышенным сопротивлением. Анализ данных показывает, что высокие значения длины корпуса и туловища ассоциированы с низкими значениями «парасимпатических» и повышенными значениями «симпатических» ВСР-признаков до и после ДДС. Таким образом, брахиморфизация телосложения, предрасполагающая к увеличению жировой ткани, является прогностическим маркером сниженного «парасимпатического» ответа на ДДС. Полученные результаты обосновывают необходимость усиленного внимания к состоянию здоровья субъектов с соответствующим строением тела и избыточным отложением жира при необходимости дыхания с добавочным аэродинамическим сопротивлением.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бережной В.Н., Брыксин В.Н., Талалаев В.А. Устройство для определения психофизиологического состояния человека. Патент на изобретения № 2214166. Зарегистрирован 20.10.2003. Заявка № 2001130178 от 09.11.2001.
2. Гржибовский А.М. Корреляционный анализ. Экология человека. 2008; 9: 50–60.
3. Гржибовский А.М., Горбатова М.А., Наркевич А.Н., Виноградов К.А. Объем выборки для корреляционного анализа. Морская медицина. 2020; 6(1): 101–6. <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-1-101-106>.
4. Еркудов В.О., Заславский Д.В., Пуговкин А.П. и др. Антропометрические характеристики молодежи Приаралья (Узбекистан) в

- зависимости от степени экологического неблагополучия территории. *Экология человека*. 2020; 10: 45–54. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-10-45-54.
5. Еркудов В.О., Волков А.Я., Пуговкин А.П., Мусаева О.И. Конституциональные особенности клеточного состава крови у подростков и юношей. *Морфология*. 2018; 154(5): 50–6.
  6. Еркудов В.О., Пуговкин А.П. Эффекты добавочного дыхательного сопротивления у подростков с повышенным тонусом симпатической нервной системы. *Патогенез*. 2019; 17(1): 82–4. DOI: 10.25557/2310-0435.2019.01.82-84.
  7. Еркудов В.О., Пуговкин А.П., Волков А.Я. и др. Конституциональное разнообразие размеров внутренних органов у подростков. *Российский вестник перинатологии и педиатрии*. 2019; 64(2): 94–9. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-2-9-99>.
  8. Клиорин А.И., Чтецов В.П. Биологические проблемы учения о конституциях человека. Л.: Наука; 1979.
  9. Негашева М.А. Основы антропометрии. Учебное пособие для обучающихся в образовательных организациях высшего образования по направлению 03.06.01 Биология. М.: Экон-Информ; 2017.
  10. Труханов А.И., Панкова Н.Б., Хлебникова Н.Н., Карганов М.Ю. Использование метода спиреокардиокардиографии в качестве функциональной пробы для оценки состояния кардиореспираторной системы взрослых и детей. *Физиология человека*. 2007; 33(5): 82–92.
  11. Унгурияну Т.Н., Гржибовский А.М. Корреляционный анализ с использованием пакета статистических программ STATA. *Экология человека*. 2014; 9: 60–4.
  12. Amirabdollahian F., Haghighatdoost F. Anthropometric Indicators of Adiposity Related to Body Weight and Body Shape as Cardiometabolic Risk Predictors in British Young Adults: Superiority of Waist-to-Height Ratio. *J Obes*. 2018; 8370304. DOI: 10.1155/2018/8370304.
  13. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry*. 2017; 10: 66–76. DOI:10.12710/cardiometry.2017.10.6676.
  14. Bartlett Jr.D., Leiter J.C. Coordination of breathing with nonrespiratory activities. *Compr Physiol*. 2012; 2(2):1387–415. DOI: 10.1002/cphy.c110004.
  15. Carnevali L., Sgoifo A. Vagal modulation of resting heart rate in rats: the role of stress, psychosocial factors, and physical exercise. *Front Physiol*. 2014; 5: 118. DOI: 10.3389/fphys.2014.00118.
  16. Chang J., Huang W., Liu Ch. et al. Heart Rate Variability Reactivity to Food Image Stimuli is Associated with Body Mass Index. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2021; 46(3): 271–7. DOI: 10.1007/s10484-021-09514-2.
  17. Charles L.E., Burchfiel C.M., Sarkisian K. et al. Leptin, adiponectin, and heart rate variability among police officers. *Am J Hum Biol*. 2015; 27(2): 184–91. DOI: 10.1002/ajhb.22636.
  18. Chintala K.K., Krishna B.H., Reddy M.N. Heart rate variability in overweight health care students: correlation with visceral fat. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9(1): CC06-8. DOI: 10.7860/JCDR/2015/12145.5434.
  19. Christakis D., Fontanarosa P.B., Walach H. et al. Experimental Assessment of Carbon Dioxide Content in Inhaled Air With or Without Face Masks in Healthy Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatr*. 2021; 175(9): e213252. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2021.3252.
  20. Convertino V.A. Mechanisms of inspiration that modulate cardiovascular control: the other side of breathing. *J Appl Physiol* (1985). 2019; 127(5): 1187–96. DOI: 10.1152/jappphysiol.00050.2019.
  21. Cutsforth-Gregory J.K., Benarroch E.E. Nucleus of the solitary tract, medullary reflexes, and clinical implications. *Neurology*. 2017; 88(12): 1187–96. DOI: 10.1212/WNL.0000000000003751.
  22. Danford C.J. High performance ventilatory training mask incorporating multiple and adjustable air admittance valves for replicating various encountered altitude resistances. Patent USA US9067086B2. 2015.
  23. Eberhart M., Orthaber S., Kerbl R. The impact of face masks on children-A mini review. *Acta Paediatr*. 2021; 110(6): 1778–83. DOI: 10.1111/apa.15784.
  24. Epstein D., Alexander I.Y., Marcusohn E. et al. Return to training in the COVID-19 era: The physiological effects of face masks during exercise *Scand J Med Sci Sports*. 2021; 31(1): 70–5. DOI: 10.1111/sms.13832.
  25. Ernst G. *Heart Rate Variability*. Springer-Verlag London; 2014. DOI: 10.1007/978-1-4471-4309-3.
  26. Haspula D., Clark M.A. Neuroinflammation and sympathetic overactivity: Mechanisms and implications in hypertension. *Auton Neurosci*. 2018; 210: 10–7. DOI: 10.1016/j.autneu.2018.01.002.
  27. Hopkins S.R., Dominelli P.B., Davis Ch.K. et al. Face Masks and the Cardiorespiratory Response to Physical Activity in Health and Disease. *Ann Am Thorac Soc*. 2021; 18(3): 399–407. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202008-990CME.
  28. Kelley K.D., Francis B., Chattopadhyay B. Sequential accuracy in parameter estimation for population correlation coefficients. *Psychol Methods*. 2019; 24(4): 492–515. DOI: 10.1037/met0000203.
  29. Khan A.A., Junejo R.T., Thomas G.N. et al. Heart rate variability in patients with atrial fibrillation and hypertension. *Eur J Clin Invest*. 2021; 51(1): e13361. DOI: 10.1111/eci.13361.
  30. Kim B., Kwak M.K., Ahn S.H. et al. Lower Bone Mass and Higher Bone Resorption in Pheochromocytoma: Importance of Sympathetic Activity on Human Bone. *J Clin Endocrinol Metab*. 2017; 102(8): 2711–8. DOI: 10.1210/jc.2017-00169.
  31. Kim B., Kwak M.K., Kim J.S. et al. Higher sympathetic activity as a risk factor for skeletal deterioration in pheochromocytoma. *Bone*. 2018; 116: 1–7. DOI: 10.1016/j.bone.2018.06.023.
  32. Lahlou N., Landais P., De B.D., Bougneres P.F. Circulating leptin in normal children and during the dynamic phase of juvenile obesity: relation to body fatness, energy metabolism, caloric intake, and sexual dimorphism. *Diabetes*. 1997; 46(6): 989–93. DOI: 10.2337/diab.46.6.989.
  33. Li Y., Liang M., Gao L. et al. Face masks to prevent transmission of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Am J Infect Control*. 2021; 49(7): 900–6. DOI: 10.1016/j.ajic.2020.12.007.
  34. Malina R.M., Katzmarzyk P.T., Song Thomas M.K., Theriault G., Bouchard C. Somatotype and cardiovascular risk factors in healthy adults. *Am J Hum Biol*. 1997; 9(1): 11–9. DOI: 10.1002/(SICI)1520-6300(1997)9:1<11::AID-AJHB3>3.0.CO;2-T.

35. Manolis A.J., Poulimenos L.E., Kallistratos M.S. et al. Sympathetic overactivity in hypertension and cardiovascular disease. *Curr Vasc Pharmacol*. 2014; 12(1): 4–15. DOI: 10.2174/15701611113119990140.
36. Miranda C.M., da Silva R. Analysis of Heart Rate Variability Before and During Tilt Test in Patients with Cardioinhibitory Vasovagal Syncope. *Arq Bras Cardiol*. 2016; 107(6): 568–75. DOI: 10.5935/abc.20160177.
37. Molfino A., Fiorentini A., Tubani L. et al. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability. *Eur J Clin Nutr*. 2009; 63(10): 1263–5. DOI: 10.1038/ejcn.2009.35.
38. Naot D., Musson D.S., Cornish J. The Activity of Adiponectin in Bone. *Calcif Tissue Int*. 2017; 100(5): 486–99. DOI: 10.1007/s00223-016-0216-5.
39. Nri-Ezedi C.A., Ulasi T., Chukwuka J. et al. Serum total adiponectin in healthy pre-pubertal nigerian school children. *Niger J Clin Pract*. 2021; 24(6): 821–7. DOI: 10.4103/njcp.njcp\_427\_20.
40. Özdemir L., Azizoğlu M., Yapıcı D. Respirators used by healthcare workers due to the COVID-19 outbreak increase end-tidal carbon dioxide and fractional inspired carbon dioxide pressure. *J Clin Anesth*. 2020; 66: 109901. DOI: 10.1016/j.jclinane.2020.109901.
41. Paolisso G., Manzella D., Montano N. et al. Plasma leptin concentrations and cardiac autonomic nervous system in healthy subjects with different body weights. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000; 85(5): 1810–4. DOI: 10.1210/jcem.85.5.6511.
42. Pollock N.W., Gant N., Harvey D. et al. Storage of partly used closed-circuit rebreather carbon dioxide absorbent canisters. *Diving Hyperb Med*. 2018; 48(2): 96–101. DOI: 10.28920/dhm48.2.96-101.
43. Rebmann T., Carrico R., Wang J. Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses. *Am J Infect Control*. 2013; 41(12): 1218–23. DOI: 10.1016/j.ajic.2013.02.017.
44. Santarsiero A., Giustini M., Quadrini F. et al. Effectiveness of face masks for the population. *Ann Ig*. 2021; 33(4): 347–59. DOI: 10.7416/ai.2020.2390.
45. Scarano A., Inchingolo F., Lorusso F. Facial Skin Temperature and Discomfort When Wearing Protective Face Masks: Thermal Infrared Imaging Evaluation and Hands Moving the Mask. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(13): 4624. DOI: 10.3390/ijerph17134624.
46. Sharma V.K., Nandeesh H., Vinod K.V. et al. Comparison of anthropometric, cardiovascular, autonomic, baroreflex sensitivity, aerobic fitness, inflammatory markers and oxidative stress parameters between first degree relatives of diabetes and controls. *Observational Study. Diabetes Metab Syndr*. 2019; 13(1): 652–8. DOI: 10.1016/j.dsx.2018.11.047.
47. Socha P., Hellmuth Ch., Gruszfeld D. et al. European Childhood Obesity Trial Study Group. Endocrine and Metabolic Biomarkers Predicting Early Childhood Obesity Risk. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*. 2016; 85: 81–8. DOI: 10.1159/000439489.
48. Solaro N., Pagani M., Lucini D. Altered Cardiac Autonomic Regulation in Overweight and Obese Subjects: The Role of Age-and-Gender-Adjusted Statistical Indicators of Heart Rate Variability and Cardiac Baroreflex. *Front Physiol*. 2021; 11: 567312. DOI: 10.3389/fphys.2020.567312.
49. Speer K.E., Koenig J., Telford R.M. et al. Relationship between heart rate variability and body mass index: A cross-sectional study of preschool children. *Prev Med Rep*. 2021; 24: 101638. DOI: 10.1016/j.pmedr.2021.101638.
50. Subramanian S.K., Sharma V.K., Rajendran R. Assessment of heart rate variability for different somatotype category among adolescents. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2018; 30(3). DOI: 10.1515/jbcpp-2018-0104.
51. Thayer J.F., Ahs F., Fredrikson M. et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012; 36(2): 747–56. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2011.11.009.
52. Weise Ch.M., Thiyyagura P., Reiman E.M. et al. Fat-free body mass but not fat mass is associated with reduced gray matter volume of cortical brain regions implicated in autonomic and homeostatic regulation. *Neuroimage*. 2013; 64: 712–21. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.09.005.
53. Wielle R., Michels N. Longitudinal Associations of Leptin and Adiponectin with Heart Rate Variability in Children. *Front Physiol*. 2017; 8: 498. DOI: 10.3389/fphys.2017.00498.
54. Williams Simon R.P., Goodfellow J., Davies B. et al. Somatotype and angiographically determined atherosclerotic coronary artery disease in men. *Am J Hum Biol*. 2000; 12(1): 128–38. DOI: 10.1002/(SICI)1520-6300(200001/02)12:1<128::AID-AJHB14>3.0.CO;2-X.
55. Zamecznik A., Stańczyk J., Wosiak A., Niewiadomska-Jarosik K. Time domain parameters of heart rate variability in children born as small-for-gestational age. *Cardiol Young*. 2017; 27(4): 663–70. DOI: 10.1017/S1047951116001001.
56. Zhu T., Chen M., Wang M. et al. Association between adiponectin-to-leptin ratio and heart rate variability in new-onset paroxysmal atrial fibrillation: A retrospective cohort study. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2022; 27(2): e12896. DOI: 10.1111/anec.12896.
57. Zoccal D., Werner F.I., Bassi M. et al. The nucleus of the solitary tract and the coordination of respiratory and sympathetic activities. *Front Physiol*. 2014; 5: 238. DOI: 10.3389/fphys.2014.00238.

## REFERENCES

1. Berezhnoy V.N., Bryksin V.N., Talalae V.A. Ustroystvo dlya opredeleniya psikhofiziologicheskogo sostoyaniya cheloveka. [A device for determining the psychophysiological state of a person]. Patent na izobreteniya № 2214166. Zaregistrovan 20.10.2003. Zayavka № 2001130178 ot 09.11.2001. (in Russian).
2. Grijbovski A.M. Korrelyatsionnyy analiz. [Correlation analysis]. *Ekologiya cheloveka*. 2008; 9: 50–60. (in Russian).
3. Grijbovski A.M., Gorbato M.A., Narkevich A.N., Vinogradov K.A. Ob'em vyborki dlya korrelyatsionnogo analiza. [Required sample size for correlation analysis]. *Morskaya meditsina*. 2020; 6(1): 101–6. <http://dx.doi.org/10.22328/2413-5747-2020-6-1-101-106>. (in Russian).
4. Yerkudov V.O., Zaslavsky D.V., Pugovkin A.P. i dr. Antropometricheskie kharakteristiki molodezhi Priaral'ya (Uzbekistan) v zavis-



- mosti ot stepeni ekologicheskogo neblagopoluchiya territorii. [Anthropometric characteristics of young adults in areas with different ecological risks in the Aral Sea Region, Uzbekistan]. *Ekologiya cheloveka*. 2020; 10: 45–54. DOI: 10.33396/1728-0869-2020-10-45-54. (in Russian).
5. Yerkudov V.O., Volkov A.Ya., Pugovkin A.P., Musayeva O.I. Konstitutsional'nye osobennosti kletochnogo sostava krovi u podrostkov i yunoshey. [Constitutional characteristics of the blood cell composition in male teenagers]. *Morfologiya*. 2018; 154(5): 50–6. (in Russian).
  6. Erkudov V.O., Pugovkin A.P. Effekty dobavochnogo dykhatel'nogo soprotivleniya u podrostkov s povyshennym tonusom simpatiche-skoj nervnoy sistemy. [Effects of additional respiratory resistance in adolescents with increased sympathetic tone]. *Patogenez*. 2019; 17(1): 82–4. DOI: 10.25557/2310-0435.2019.01.82-84. (in Russian).
  7. Erkudov V.O., Pugovkin A.P., Volkov A.Ja. i dr. Konstitutsional'noe raznoobrazie razmerov vnutrennikh organov u podrostkov. [Constitutional diversity in the dimensions of internal organs of teenagers]. *Rossiyskiy vestnik perinatologii i pediatrii*. 2019; 64(2): 94–9. <https://doi.org/10.21508/1027-4065-2019-64-2-94-99>. (in Russian).
  8. Kliorin A.I., Chtetsov V.P. Biologicheskie problemy ucheniya o konstitutsiyakh cheloveka. [Biological problems of the doctrine of human constitutions]. Leningrad: Nauka Publ.; 1979. (in Russian).
  9. Negasheva M.A. Osnovy antropometrii [The basics of anthropometry]. Uchebnoe posobie dlya obuchayushchikhsya v obrazovatel'nykh organizatsiyakh vysshego obrazovaniya po napravleniyu 03.06.01 Biologiya. Moskva: Ekon-Inform Publ.; 2017. (in Russian).
  10. Trukhanov A.I., Pankova N.B., Khlebnikova N.N., Karganov M.Yu. Ispol'zovanie metoda spiroarteriokardioritmografii v kachestve funktsional'noy proby dlya otsenki sostoyaniya kardiorespiratornoy sistemy vzroslykh i detey. [The use of spiroarteriocardiorhythmography as a functional test for estimating the state of the cardiorespiratory system in adults and children]. *Fiziologiya cheloveka*. 2007; 33(5): 82–92. (in Russian)
  11. Unguryanu T.N., Grijbovski A.M. Korrelyatsionnyy analiz s ispol'zovaniem paketa statisticheskikh programm STATA. [Correlation analysis using STATA]. *Ekologiya cheloveka*. 2014; 9: 60–4. (in Russian)
  12. Amirabdollahian F., Haghghatdoost F. Anthropometric Indicators of Adiposity Related to Body Weight and Body Shape as Cardiometabolic Risk Predictors in British Young Adults: Superiority of Waist-to-Height Ratio. *J Obes*. 2018; 8370304. DOI: 10.1155/2018/8370304.
  13. Baevsky R.M., Chernikova A.G. Heart rate variability analysis: physiological foundations and main methods. *Cardiometry*. 2017; 10: 66–76. DOI: 10.12710/cardiometry.2017.10.6676.
  14. Bartlett Jr.D., Leiter J.C. Coordination of breathing with nonrespiratory activities. *Compr Physiol*. 2012; 2(2):1387–415. DOI: 10.1002/cphy.c110004.
  15. Carnevali L., Sgoifo A. Vagal modulation of resting heart rate in rats: the role of stress, psychosocial factors, and physical exercise. *Front Physiol*. 2014; 5: 118. DOI: 10.3389/fphys.2014.00118.
  16. Chang J., Huang W., Liu Ch. et al. Heart Rate Variability Reactivity to Food Image Stimuli is Associated with Body Mass Index. *Appl Psychophysiol Biofeedback*. 2021; 46(3): 271–7. DOI: 10.1007/s10484-021-09514-2.
  17. Charles L.E., Burchfiel C.M., Sarkisian K. et al. Leptin, adiponectin, and heart rate variability among police officers. *Am J Hum Biol*. 2015; 27(2): 184–91. DOI: 10.1002/ajhb.22636.
  18. Chintala K.K., Krishna B.H., Reddy M.N. Heart rate variability in overweight health care students: correlation with visceral fat. *J Clin Diagn Res*. 2015; 9(1): CC06-8. DOI: 10.7860/JCDR/2015/12145.5434.
  19. Christakis D., Fontanarosa P.B., Walach H. et al. Experimental Assessment of Carbon Dioxide Content in Inhaled Air With or Without Face Masks in Healthy Children: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Pediatr*. 2021; 175(9): e213252. DOI: 10.1001/jamapediatrics.2021.3252.
  20. Convertino V.A. Mechanisms of inspiration that modulate cardiovascular control: the other side of breathing. *J Appl Physiol* (1985). 2019; 127(5): 1187–96. DOI: 10.1152/jappphysiol.00050.2019.
  21. Cutsforth-Gregory J.K., Benarroch E.E. Nucleus of the solitary tract, medullary reflexes, and clinical implications. *Neurology*. 2017; 88(12): 1187–96. DOI: 10.1212/WNL.0000000000003751.
  22. Danford C.J. High performance ventilatory training mask incorporating multiple and adjustable air admittance valves for replicating various encountered altitude resistances. Patent USA US9067086B2. 2015.
  23. Eberhart M., Orthaber S., Kerbl R. The impact of face masks on children—A mini review. *Acta Paediatr*. 2021; 110(6): 1778–83. DOI: 10.1111/apa.15784.
  24. Epstein D., Alexander I.Y., Marcusohn E. et al. Return to training in the COVID-19 era: The physiological effects of face masks during exercise *Scand J Med Sci Sports*. 2021; 31(1): 70–5. DOI: 10.1111/sms.13832.
  25. Ernst G. Heart Rate Variability. Springer-Verlag London; 2014. DOI: 10.1007/978-1-4471-4309-3.
  26. Haspula D., Clark M.A. Neuroinflammation and sympathetic overactivity: Mechanisms and implications in hypertension. *Auton Neurosci*. 2018; 210: 10–7. DOI: 10.1016/j.autneu.2018.01.002.
  27. Hopkins S.R., Dominelli P.B., Davis Ch.K. et al. Face Masks and the Cardiorespiratory Response to Physical Activity in Health and Disease. *Ann Am Thorac Soc*. 2021; 18(3): 399–407. DOI: 10.1513/AnnalsATS.202008-990CME.
  28. Kelley K.D., Francis B., Chattopadhyay B. Sequential accuracy in parameter estimation for population correlation coefficients. *Psychol Methods*. 2019; 24(4): 492–515. DOI: 10.1037/met0000203.
  29. Khan A.A., Junejo R.T., Thomas G.N. et al. Heart rate variability in patients with atrial fibrillation and hypertension. *Eur J Clin Invest*. 2021; 51(1): e13361. DOI: 10.1111/eci.13361.
  30. Kim B., Kwak M.K., Ahn S.H. et al. Lower Bone Mass and Higher Bone Resorption in Pheochromocytoma: Importance of Sympathetic Activity on Human Bone. *J Clin Endocrinol Metab*. 2017; 102(8): 2711–8. DOI: 10.1210/je.2017-00169.
  31. Kim B., Kwak M.K., Kim J.S. et al. Higher sympathetic activity as a risk factor for skeletal deterioration in pheochromocytoma. *Bone*. 2018; 116: 1–7. DOI: 10.1016/j.bone.2018.06.023.

32. Lahlou N., Landais P., De B.D., Bougneres P.F. Circulating leptin in normal children and during the dynamic phase of juvenile obesity: relation to body fatness, energy metabolism, caloric intake, and sexual dimorphism. *Diabetes*. 1997; 46(6): 989–93. DOI: 10.2337/diab.46.6.989.
33. Li Y., Liang M., Gao L. et al. Face masks to prevent transmission of COVID-19: A systematic review and meta-analysis. *Am J Infect Control*. 2021; 49(7): 900–6. DOI: 10.1016/j.ajic.2020.12.007.
34. Malina R.M., Katzmarzyk P.T., Song Thomas M.K., Theriault G., Bouchard C. Somatotype and cardiovascular risk factors in healthy adults. *Am J Hum Biol*. 1997; 9(1): 11–9. DOI: 10.1002/(SICI)1520-6300(1997)9:1<11::AID-AJHB3>3.0.CO;2-T.
35. Manolis A.J., Poulimenos L.E., Kallistratos M.S. et al. Sympathetic overactivity in hypertension and cardiovascular disease. *Curr Vasc Pharmacol*. 2014; 12(1): 4–15. DOI: 10.2174/15701611113119990140.
36. Miranda C.M., da Silva R. Analysis of Heart Rate Variability Before and During Tilt Test in Patients with Cardioinhibitory Vasovagal Syncope. *Arq Bras Cardiol*. 2016; 107(6): 568–75. DOI: 10.5935/abc.20160177.
37. Molino A., Fiorentini A., Tubani L. et al. Body mass index is related to autonomic nervous system activity as measured by heart rate variability. *Eur J Clin Nutr*. 2009; 63(10): 1263–5. DOI: 10.1038/ejcn.2009.35.
38. Naot D., Musson D.S., Cornish J. The Activity of Adiponectin in Bone. *Calcif Tissue Int*. 2017; 100(5): 486–99. DOI: 10.1007/s00223-016-0216-5.
39. Nri-Ezedi C.A., Ulasi T., Chukwuka J. et al. Serum total adiponectin in healthy pre-pubertal nigerian school children. *Niger J Clin Pract*. 2021; 24(6): 821–7. DOI: 10.4103/njcp.njcp\_427\_20.
40. Özdemir L., Azizoğlu M., Yapıcı D. Respirators used by healthcare workers due to the COVID-19 outbreak increase end-tidal carbon dioxide and fractional inspired carbon dioxide pressure. *J Clin Anesth*. 2020; 66: 109901. DOI: 10.1016/j.jclinane.2020.109901.
41. Paolisso G., Manzella D., Montano N. et al. Plasma leptin concentrations and cardiac autonomic nervous system in healthy subjects with different body weights. *J Clin Endocrinol Metab*. 2000; 85(5): 1810–4. DOI: 10.1210/jcem.85.5.6511.
42. Pollock N.W., Gant N., Harvey D. et al. Storage of partly used closed-circuit rebreather carbon dioxide absorbent canisters. *Diving Hyperb Med*. 2018; 48(2): 96–101. DOI: 10.28920/dhm48.2.96-101.
43. Rebmann T., Carrico R., Wang J. Physiologic and other effects and compliance with long-term respirator use among medical intensive care unit nurses. *Am J Infect Control*. 2013; 41(12): 1218–23. DOI: 10.1016/j.ajic.2013.02.017.
44. Santarsiero A., Giustini M., Quadrini F. et al. Effectiveness of face masks for the population. *Ann Ig*. 2021; 33(4): 347–59. DOI: 10.7416/ai.2020.2390.
45. Scarano A., Inchingolo F., Lorusso F. Facial Skin Temperature and Discomfort When Wearing Protective Face Masks: Thermal Infrared Imaging Evaluation and Hands Moving the Mask. *Int J Environ Res Public Health*. 2020; 17(13): 4624. DOI: 10.3390/ijerph17134624.
46. Sharma V.K., Nandeesh H., Vinod K.V. et al. Comparison of anthropometric, cardiovascular, autonomic, baroreflex sensitivity, aerobic fitness, inflammatory markers and oxidative stress parameters between first degree relatives of diabetes and controls. *Observational Study. Diabetes Metab Syndr*. 2019; 13(1): 652–8. DOI: 10.1016/j.dsx.2018.11.047.
47. Socha P., Hellmuth Ch., Gruszfeld D. et al. European Childhood Obesity Trial Study Group. Endocrine and Metabolic Biomarkers Predicting Early Childhood Obesity Risk. *Nestle Nutr Inst Workshop Ser*. 2016; 85: 81–8. DOI: 10.1159/000439489.
48. Solaro N., Pagani M., Lucini D. Altered Cardiac Autonomic Regulation in Overweight and Obese Subjects: The Role of Age-and-Gender-Adjusted Statistical Indicators of Heart Rate Variability and Cardiac Baroreflex. *Front Physiol*. 2021; 11: 567312. DOI: 10.3389/fphys.2020.567312.
49. Speer K.E., Koenig J., Telford R.M. et al. Relationship between heart rate variability and body mass index: A cross-sectional study of preschool children. *Prev Med Rep*. 2021; 24: 101638. DOI: 10.1016/j.pmedr.2021.101638.
50. Subramanian S.K., Sharma V.K., Rajendran R. Assessment of heart rate variability for different somatotype category among adolescents. *J Basic Clin Physiol Pharmacol*. 2018; 30(3). DOI: 10.1515/jbcpp-2018-0104.
51. Thayer J.F., Ahs F., Fredrikson M. et al. A meta-analysis of heart rate variability and neuroimaging studies: implications for heart rate variability as a marker of stress and health. *Neurosci Biobehav Rev*. 2012; 36(2): 747–56. DOI: 10.1016/j.neubiorev.2011.11.009.
52. Weise Ch.M., Thiyyagura P., Reiman E.M. et al. Fat-free body mass but not fat mass is associated with reduced gray matter volume of cortical brain regions implicated in autonomic and homeostatic regulation. *Neuroimage*. 2013; 64: 712–21. DOI: 10.1016/j.neuroimage.2012.09.005.
53. Wielle R., Michels N. Longitudinal Associations of Leptin and Adiponectin with Heart Rate Variability in Children. *Front Physiol*. 2017; 8: 498. DOI: 10.3389/fphys.2017.00498.
54. Williams Simon R.P., Goodfellow J., Davies B. et al. Somatotype and angiographically determined atherosclerotic coronary artery disease in men. *Am J Hum Biol*. 2000; 12(1): 128–38. DOI: 10.1002/(SICI)1520-6300(200001/02)12:1<128::AID-AJHB14>3.0.CO;2-X.
55. Zamecznik A., Stańczyk J., Wosiak A., Niewiadomska-Jarosik K. Time domain parameters of heart rate variability in children born as small-for-gestational age. *Cardiol Young*. 2017; 27(4): 663–70. DOI: 10.1017/S1047951116001001.
56. Zhu T., Chen M., Wang M. et al. Association between adiponectin-to-leptin ratio and heart rate variability in new-onset paroxysmal atrial fibrillation: A retrospective cohort study. *Ann Noninvasive Electrocardiol*. 2022; 27(2): e12896. DOI: 10.1111/anec.12896.
57. Zoccal D., Werner F.I., Bassi M. et al. The nucleus of the solitary tract and the coordination of respiratory and sympathetic activities. *Front Physiol*. 2014; 5: 238. DOI: 10.3389/fphys.2014.00238.