



Оригинальное исследование
УДК 613.95-053.5
<http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-4-10>

ЗНАЧЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА ДЛЯ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ШКОЛЬНИКОВ

Татьяна Владимировна Чепель^{1✉}, Анна Алексеевна Землянухина²

^{1✉}Дальневосточный государственный медицинский университет, Хабаровск, Россия, nauka@mail.fesmu.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7185-6613>

²Краевая клиническая больница № 1 им. проф. С.И. Сергеева, Хабаровск, Россия, kkl1@dvmc.khv.ru

Аннотация. Представлены результаты комплексной оценки физического развития детей школьного возраста, полученные путем выкопировки данных из учетных форм № 025-ЦЗ/у «Карта центра здоровья». Группу исследования составили 3289 чел. в возрасте 7-17 лет, проживающие в Хабаровском крае, не состоящие на диспансерном учете и не имеющих симптомов острого заболевания. Отклонения физического развития выявлены у каждого четвертого ребенка школьного возраста, при этом избыток массы тела встречался в 7 раз чаще, чем его дефицит. Показатель общего холестерина у подавляющего большинства детей с повышенным индексом массы тела (ИМТ) находится в диапазоне нормальных значений. Отсутствовала достоверная корреляция уровня общего холестерина с ИМТ и жировой массой тела. В то же время во всех возрастных группах выявлена высокая прямая корреляционная связь жировой массы тела с ИМТ: до $r=0,86-0,99$, что позволяет диагностировать «скрытое ожирение». Низкие значения фазового угла, зарегистрированные у четверти детей младшего школьного возраста с повышенным ИМТ, свидетельствуют о недостаточной их физической активности, которую можно оценить как один из основных факторов развития метаболического синдрома и ожирения в этом возрасте. Биоимпедансометрия расширяет возможности ранней диагностики нарушений физического развития и проведения своевременных медико-профилактических мероприятий с учетом возрастных и индивидуальных (групповых) особенностей образа жизни.

Ключевые слова: физическое развитие, дети и подростки, индекс массы тела, биоимпедансометрия, метаболический синдром, здоровый образ жизни, гиподинамия

Для цитирования: Чепель Т.В. Значение показателей компонентного состава тела для комплексной оценки физического развития школьников / Т.В. Чепель, А.А. Землянухина // Дальневосточный медицинский журнал. – 2023. – № 4. – С. 59-64. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-4-10>.

SIGNIFICANCE OF COMPONENT COMPOSITION INDICATORS OF THE BODY FOR A COMPREHENSIVE ASSESSMENT OF PHYSICAL DEVELOPMENT OF SCHOOLCHILDREN

Tatiana V. Chepel^{1✉}, Anna A. Zemlyanukhina²

^{1✉}Far Eastern State Medical University, Khabarovsk, Russia, tvchepel@mail.ru,
<https://orcid.org/0000-0001-7185-6613>

²Regional Clinical Hospital № 1 named after prof. S.I. Sergeeva, Khabarovsk, Russia, kkl1@dvmc.khv.ru

Abstract. The results of a comprehensive assessment of the physical development of school-age children, obtained by copying data from registration forms «Health Center Card» are presented. The study group consisted of 3 289 people from 7 to 17 years, living in the Khabarovsk Territory, not registered at a dispensary and not having symptoms of an acute disease. Deviations in physical development were identified in every fourth child of school age, while excess body weight was 7 times more common than deficiency. The total cholesterol level in the vast majority of children with an elevated body mass index (BMI) is within the normal range. There was no significant correlation between total cholesterol levels and BMI and body fat mass. At the same time, in all age groups, a high direct correlation between body fat mass and BMI was revealed: up to $r=0,86-0,99$, which makes it possible to diagnose «hidden obesity». Low values of the phase angle recorded in a quarter of children of primary school age with an increased BMI indicate their insufficient physical activity, which can be assessed as one of the main factors in the development of metabolic syndrome and



obesity at this age. Bioimpedansometry expands the possibilities of early diagnosis of physical development disorders and implementation of timely medical and preventive measures, taking into account age and individual (group) lifestyle characteristics.

Keywords: physical development, children and adolescents, body mass index, bioimpedancemetry, metabolic syndrome, healthy lifestyle, physical inactivity

For citation: Chepel T.V. Significance of component composition indicators of the body for a comprehensive assessment of physical development of schoolchildren / T.V. Chepel, A.A. Zemlyanukhina // Far Eastern medical journal. – 2023. – № 4. – P. 59-64. <http://dx.doi.org/10.35177/1994-5191-2023-4-10>.

Вопросы сохранения и укрепления здоровья детского населения относятся к одним из самых приоритетных направлений государственной политики, актуальность которых только возрастает в связи с изменением образа жизни в современных условиях [1, 2]. Указом Президента Российской Федерации 2018–2027 годы объявлены «десятилетием детства». С целью решения целого комплекса задач в здравоохранении развернута сеть Центров здоровья, направленная на диагностику факторов риска заболеваний и формирование здоровьесберегающей среды, воспитание приверженности здоровому образу жизни [3].

Одним из важнейших критериев здоровья детского населения и оценки эффективности лечебно-профилактических мероприятий, реализуемых в рамках системы охраны материнства и детства в нашей стране, является мониторинг показателей физического развития детей и подростков [4, 5, 6].

Наблюдение за физическим развитием ребенка – неотъемлемая часть работы врача любого детского учреждения. Традиционно в клинической практике оценка физического развития опирается на результаты соматоскопии и данные антропометрии, отражающие лишь внешний морфологический статус. Физиометрические показатели для оценки физического развития чаще используют только при массовых антропометрических исследованиях физического развития и при оценке физкультурно-оздоровительной и спортивной деятельности [7, 8, 9].

По мнению В.А. Петерковой и соавт. (2016), комплексную оценку физического развития целесоо-

бразно дополнять характеристикой компонентного состава организма ребенка [10]. Одним из современных, безопасных и доступных способов выполнения этой задачи является биоимпедансометрия. Данный метод позволяет оценить широкий спектр морфологических и физиологических параметров организма. По величинам электрического сопротивления тканей (биоимпеданс) рассчитываются значения основного обмена веществ, активной клеточной массы, оценивается количество жидкости в организме, содержание костной, жировой и мышечной тканей. Определение этих параметров позволяет провести углубленную диагностику метаболического синдрома и ожирения, косвенно оценить двигательную активность пациента, а также определить риски широкого спектра хронических заболеваний катаболической направленности [11, 12]. Исследователи отмечают важность оценки содержания жировой массы в организме, а не только определение ИМТ [13, 14, 15].

Имеются научные доказательства того, что показатели состава тела относятся к числу маркеров физического развития [16].

Однако прикладное значение биоимпедансометрии в клинической медицине и особенно в педиатрии в настоящее время изучено недостаточно. Диагностические и прогностические возможности этого метода нуждаются в дальнейших научных исследованиях.

Цель исследования – определить диагностическую ценность показателей компонентного состава тела для оценки физического развития детей школьного возраста.

Материалы и методы

Проведена выкопировка данных по результатам клинического и лабораторно-инструментального исследования детей в возрасте 7-17 лет, обследованных в Центре Здоровья КГБУЗ «Детская краевая клиническая больница» им. А.К. Пиотровича министерства здравоохранения Хабаровского края за период 2018–2019 годы.

На основании жалоб или их отсутствия, анамнестических данных и результатов объективного осмотра оценивалось состояние здоровья ребенка и определялась группа здоровья. Критериями включения в группу исследования являлись установленные 1 группа и 2 группа здоровья без клинических симптомов острого заболевания («условно здоровые» дети).

Всего проанализировано 4 563 учетных форм № 025-ЦЗ/у «Карта центра здоровья», группу настоящего исследования составили 3 289 чел. Для анализа физического развития детей школьного возраста проведено распределение по возрастно-половым различиям (табл. 1).

Таблица 1 – Распределение детей по возрасту и полу, чел.

Возраст, годы	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	Всего
Девочки	132	180	167	177	160	146	169	145	176	112	126	1 690
Мальчики	150	167	214	188	149	163	127	132	125	101	83	1 599

Измерение роста и массы тела проводилось в соответствии с памяткой Всемирной организации



здравоохранения «Измерение массы и длины тела/роста ребенка» и согласно ГОСТ Р 52623.1-2008 «Технологии выполнения простых медицинских услуг функционального обследования».

Массо-ростовые показатели оценивались по программе WHO AnthroPlus с расчетом стандартного отклонения (SDS – standard deviation score) индекса массы тела (ИМТ). Показатели ИМТ в интервале от $>-1,0$ SDS до $<+1,0$ SDS определялись как норма, менее $-1,0$ SDS – как дефицит массы тела, более $+1,0$ SDS – как избыточная масса тела, более $+2,0$ SDS – как ожирение.

Для определения компонентного состава тела (жировая масса, безжировая масса, скелетно-мышечная масса, общая и внеклеточная жидкость, доля активной клеточной массы, основной обмен веществ и фазовый угол) применялся метод биоимпедансо-

метрии. Исследование производилось при помощи биоимпедансного анализатора обменных процессов и состава тела ABC-01 «МЕДАСС» (производство г. Москва, Россия).

Протокол исследования дополнительно включал показатели глюкозы и общего холестерина, которые определялись в периферической крови при помощи метода фотометрического измерения коэффициента отражения после взаимодействия образца капиллярной крови и химического реагента тест-полоски CardioChek PA. Цифровой результат регистрировался экспресс-анализатором.

Статистическая обработка данных исследования и графическая визуализация результатов проведены с помощью пакета прикладных программ Microsoft Excel.

Результаты и обсуждение

Значения ИМТ в интервале $\pm 1,0$ SDS оцениваются как нормальное, которое соответствует отсутствию нарушений структуры и функций организма, сохранению его адаптационных резервов, достаточных для обычных условий жизнедеятельности («обычный пищевой статус»). По результатам проведенного исследования установлено, такое значение ИМТ имеют $\frac{3}{4}$ детей школьного возраста, при этом нормальные показатели у девочек регистрируются чаще, чем у мальчиков: 75,96 % и 71,71 % соответственно, $P < 0,01$.

Среди дистрофических вариантов физического развития школьников дефицит массы тела определялся в 7 раз реже, чем избыточная упитанность ребенка: 3,98 % и 22,24 % соответственно ($P < 0,001$).

Частота встречаемости клинических ситуаций, связанных с дефицитом массы тела (ИМТ $< +1,0$ SDS), увеличивается с возрастом, достигая максимальных значений в 17-летнем возрасте в обеих гендерных группах: у мальчиков – до 10,3 %, у девочек до 7,3 % (рис. 1, 2).

Избыток массы тела (ИМТ от $>+1,0$ SDS до $<+2,0$ SDS) наиболее часто встречается у мальчиков в возрасте от 10 до 13 лет (19,3-20,4 %). У девочек максимальные показатели распространенности аналогичного значения ИМТ отмечено в 10, 12 и 14 лет (19,0-23,4 %).

Значения ИМТ, соответствующие ожирению (ИМТ $> +2,0$ SDS), у мальчиков регистрируется в 1,6 раза чаще в отличие от девочек ($P < 0,001$). Частота распространенности ожирения у мальчиков школьного возраста находится в прямой зависимости от частоты проявлений избытка массы тела по ИМТ ($r=0,33$) и в обратной – от дефицита массы тела ($r=-0,45$). У девочек школьного возраста закономерностей взаимосвязей изучаемых показателей не обнаружено.

У пациентов с повышенными значениями ИМТ нормальная концентрация общего холестерина в сыворотке крови отмечалась у подавляющего большинства – от 88,1 % до 93,0 % в разных возрастных

группах. Повышение уровня общего холестерина чаще встречалось у детей в возрасте от 10 до 14 лет (11,9 %). Достоверные корреляционные связи уровня общего холестерина с ИМТ и жировой массой тела не установлены.

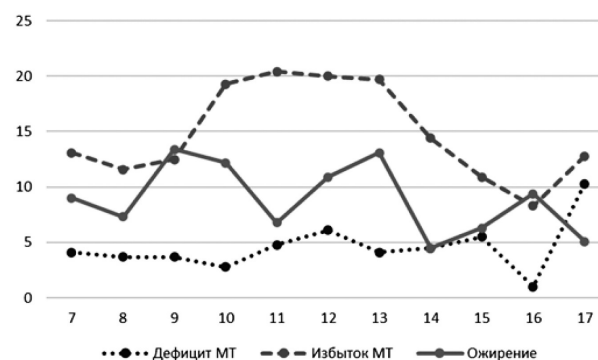


Рис. 1. Возрастная динамика частоты встречаемости результативных значений ИМТ у мальчиков в возрасте 7-14 лет, %

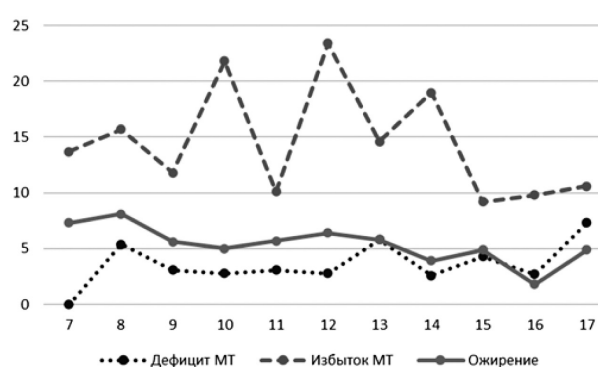


Рис. 2. Возрастная динамика частоты встречаемости результативных значений ИМТ у девочек в возрасте 7-14 лет, %

Из всех показателей, определяемых методом БИА для оценки компонентного состава тела, наиболее информативными оказались значения жировой массы тела (ЖМТ) и фазовый угол (ФУ).



Анализируя показатели жировой массы тела, во всех возрастных группах выявлена высокая прямая корреляционная связь с ИМТ: до $r=0,86-0,99$.

Фазовый угол оценивался по шкале Selberg O., Selberg D. (2002), где пределами нормальных значений принято считать диапазон от $5,4^\circ$ до $7,8^\circ$; показатели выше $7,8^\circ$ интерпретируются как высокий уровень физической работоспособности, пониженные значения ($4,4^\circ-5,4^\circ$) могут свидетельствовать о недостаточной физической активности, гиподинамии. Значения фазового угла менее $4,4^\circ$ расценивают как признак катаболических процессов, которые могут быть связаны с развитием хронических заболеваний.

Сниженные показатели фазового угла выявлено у каждого четвертого ребенка с повышенным ИМТ в возрастной группе от 7 до 9 лет. Удельный вес малых значений ФУ ($4,4^\circ-5,4^\circ$) уменьшается с возрастом, в том числе у мальчиков с 25,5 % до 9,8 % ($P<0,01$) и у девочек с 23,5 % до 2,3 % ($P<0,001$). Высокие значения ФУ ($>7,8^\circ$) появляются у девочек в возрасте 10-14 лет в 4,3 % случаев и увеличиваются до 8,2 % в возрасте 15-17 лет. У мальчиков высокие показатели ФУ зарегистрированы только в 15-17-летнем возрасте – всего 2 % (табл. 2).

Таблица 2 – Значение фазового угла у мальчиков и девочек с повышенным ИМТ

Значение ФУ	7-9 лет		10-14 лет		15-17 лет	
	М	Ж	М	Ж	М	Ж
$4,4^\circ-5,4^\circ$	25,5	23,5	16,3	14,5	9,8	2,3
$5,4^\circ-7,8^\circ$	74,5	76,5	83,7	81,2	88,2	89,5
$>7,8^\circ$	0	0	0	4,3	2,0	8,2

Показатель общего холестерина традиционно широко используемый в клинической практике для скрининг-диагностики метаболического синдрома и ожирения. В настоящей работе при анализе значений общего холестерина крови, нормативной, согласно рекомендациям ВОЗ, считалась концентрация, не превышающая $5,2$ ммоль/л. В ходе исследования выяснилось, что только у детей с повышенным ИМТ и только в единичных случаях зарегистрировано повышение уровня общего холестерина (максимум – до $5,9$ ммоль/л). Гиперхолестеринемия чаще встречалась у детей с ИМТ $> +1,0$ SDS в возрасте от 10 до 14 лет (11,9 %). При анализе зависимости уровня общего холестерина от ИМТ и ЖМТ достоверные корреляционные связи не выявлены.

Уровень глюкозы в периферической крови у всех обследованных был в пределах нормальных значений.

Выводы

1. Каждый четвертый ребенок школьного возраста имеет отклонения физического развития, при этом избыток массы тела встречается в 7 раз чаще, чем его дефицит.

2. Показатель общего холестерина у подавляющего большинства детей с повышенным ИМТ находился в диапазоне нормальных значений. Отсутствие достоверной корреляции уровня общего холестерина с ИМТ и ЖМТ позволяет предположить о недостаточной диагностической значимости этого биохимического критерия для раннего выявления расстройств питания, изолированно от других показателей липидного профиля. В то же время подтверждена прямая корреляция высокой степени между ИМТ и объемом жировой массы тела, что позволяет диагностировать «скрытое ожирение».

3. Низкие значения фазового угла, зарегистрированные у четверти детей младшего школьного возраста с повышенным ИМТ, свидетельствуют о недостаточной их физической активности, которую можно оценить как один из основных факторов развития метаболического синдрома и ожирения в этом возрасте.

4. Показатели жировой массы тела и значения фазового угла, определяемые методом биоимпедансного анализа, расширяют возможности ранней диагностики нарушений физического развития и проведения своевременных медико-профилактических мероприятий с учетом возрастных и индивидуальных (групповых) особенностей образа жизни.

Список источников

1. Бекезин В.В., Козлова Л.В., Пересецкая О.В., Дружинина Т.В. Первичная профилактика ожирения у детей подросткового возраста (школьников) из группы риска («скрытое» ожирение) // Смоленский медицинский альманах. – 2018. – № 4. – С. 12-15.
2. Гелашвили О.А., Хисамов Р.Р., Шальнева И.Р. Физическое развитие детей и подростков // Современные проблемы науки и образования. – 2018. – № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27656> (дата обращения: 15.10.2023).
3. Капитонов В.Ф. Генетический подход в оценке характеристики роста и развития ребенка // Педиатрия. – 2005. – № 3. – С. 58-60.
4. Киспаев Т.А. Значение мониторинга в укреплении здоровья детей и подростков // Вопросы школьной и университетской медицины и здоровья. – 2019. – № 3. – С. 53-55.
5. Кучма В.Р., Скоблина Н.А. Методы оценки показателей физического развития детей при популяционных исследованиях // Российский педиатрический журнал. – 2008. – № 2. – С. 47-49.
6. Мельник В.А., Казакевич Н.В. Изменение морфологических показателей физического развития школьников // Гигиена и санитария. – 2016. – № 95 (5). – С. 460-465.



7. Николаев Д.В., Смирнов А.В., Бобринская И.Г., Руднев С.Г. Биоимпедансный анализ состава тела человека. – М.: Наука, 2009. – 392 с.
8. Основные закономерности морфофункционального развития детей и подростков в современных условиях / Баранов А.А., Кучма В.Р., Скобликова Н.А. [и др.] // Вестник РАМН. – 2012. – № 12. – С. 35-40.
9. Оценка показателей физического развития в детском возрасте / Петеркова В.А., Таранушенко Т.Е., Киселева [и др.] // Медицинский совет. – 2016. – № 7. – С. 28-35.
10. Приказ от 19.08.2009 № 597н «Об организации деятельности Центров Здоровья по формированию здорового образа жизни у граждан Российской Федерации, включая сокращение потребления алкоголя и табака». <https://base.garant.ru/12169847/> (дата обращения: 08.10.2023).
11. Современные подходы к изучению роста, развития и репродуктивного потенциала у мужчин: проспективное когортное исследование Russian Children's Study / Сергеев О.В., Виллиамс П.Л., Бернс Д.С. [и др.] // Сборник тезисов II Всероссийской конференции с международным участием «Репродуктивное здоровье мужчин и женщин». – М., 2017. – С. 37-38.
12. Социально-гигиенические особенности условий жизни как факторы риска для здоровья детей / Сердюков В.Г., Антонова А.А., Яманова Г.А. [и др.] // Актуальные вопросы обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения: сборник материалов межрегиональной научно-практической конференции ученых и специалистов Роспотребнадзора. – Астрахань, 2013. – С. 71-76.
13. Физическое развитие детей как ведущий критерий комплексной оценки состояния здоровья: обзор литературы / Омарова М.Н., Оракбай Л.Ж., Жаркинов Е.Ж. [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2015. – № 12-4. – С. 645-649.
14. Чепель Т.В., Ладная А.А. Биоимпедансометрия: достижения и клинические возможности: обзор литературы // Дальневосточный медицинский журнал. – 2020. – № 2. – С. 87-96.
15. Franco L.P., Morais C.C., Cominetti C. Normal-weight obesity syndrome: diagnosis, prevalence, and clinical implications // Nutrition Reviews. – 2016. – Vol. 74 (9). – P. 558-570. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw019>.
16. Oliveros E., Somers V.K., Sochor O., Goel K., Lopez-Jimenez F. The concept of normal weight obesity // Progress in Cardiovascular Diseases. – 2014. – Vol. 56 (4). – P. 426-33.

References

1. Assessment of indicators of physical development in childhood / Peterkova V.A., Taranushenko T.E., Kiseleva, et al. // Medical Council. – 2016. – № 7. – P. 28-35.
2. Basic patterns of morphofunctional development of children and adolescents in modern conditions / Baranov A.A., Kuchma V.R., Skoblikova N.A., et al. // Bulletin of the Russian Academy of Medical Sciences. – 2012. – № 12. – P. 35-40.
3. Bekezin V.V., Kozlova L.V., Peresetskaya O.V., Druzhinina T.V. Primary prevention of obesity in adolescent children (schoolchildren) at risk («hidden» obesity) // Smolensk Medical Almanac. – 2018. – № 4. – P. 12-15.
4. Chepel T.V., Ladnaya A.A. Bioimpedansometry: achievements and clinical possibilities: literature review // Far Eastern Medical Journal. – 2020. – № 2. – P. 87-96.
5. Gelashvili O.A., Khisamov R.R., Shalнева I.R. Physical development of children and adolescents // Modern problems of science and education. – 2018. – № 3. URL: <https://science-education.ru/ru/article/view?id=27656> (Date of access: 10/15/2023).
6. Kapitonov V.F. Genetic approach to assessing the characteristics of child growth and development // Pediatrics. – 2005. – № 3. – P. 58-60.
7. Kispayev T.A. The importance of monitoring in promoting the health of children and adolescents // Issues of School and University Medicine and Health. – 2019. – № 3. – P. 53-55.
8. Kuchma V.R., Skoblina N.A. Methods for assessing indicators of physical development of children in population studies // Russian Pediatric Journal. – 2008. – № 2. – P. 47-49.
9. Melnik V.A., Kazakevich N.V. Changes in morphological indicators of physical development of schoolchildren // Hygiene and Sanitation. – 2016. – № 95 (5). – P. 460-465.
10. Modern approaches to the study of growth, development and reproductive potential in men: a prospective cohort study of the Russian Children's Study / Sergeev O.V., Williams P.L., Burns D.S., et al. // Collection of abstracts of the II All-Russian Conference with international participation «Reproductive health of men and women». – М., 2017. – P. 37-38.
11. Nikolaev D.V., Smirnov A.V., Bobrinskaya I.G., Rudnev S.G. Bioimpedance analysis of human body composition. – М.: Nauka, 2009. – 392 p.
12. Order № 597n dated August 19, 2009 «On organizing the activities of Health Centers to promote a healthy lifestyle among citizens of the Russian Federation, including reducing alcohol and tobacco consumption» <https://base.garant.ru/12169847/> (Date of access: 08.10. 2023).



13. Physical development of children as a leading criterion for a comprehensive assessment of health status: a review of the literature / Omarova M.N., Orakbay L.Zh., Zharkinov E.Zh., et al. // International Journal of Applied and Fundamental Research. – 2015. – № 12-4. – P. 645-649.
14. Social and hygienic features of living conditions as risk factors for children's health / Serdyukov V.G., Antonova A.A., Yamanova G.A., et al. // Current issues of ensuring the sanitary and epidemiological well-being of the population: collection of materials from the interregional scientific and practical conference of scientists and specialists of Rospotrebnadzor. Astrakhan, 2013. – P. 71-76.
15. Oliveros E., Somers V.K., Sochor O., Goel K., Lopez-Jimenez F. The concept of normal weight obesity // Progress in Cardiovascular Diseases. – 2014. – Vol. 56 (4). – P. 426-433.
16. Franco L.P., Morais C.C., Cominetti C. Normal-weight obesity syndrome: diagnosis, prevalence, and clinical implications // Nutrition Reviews. – 2016. – Vol. 74 (9). – P. 558-570. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw019>.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Contribution of the authors: the authors contributed equally to this article.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья принята к публикации 11.10.2023.

The article was accepted for publication 11.10.2023.

