

Влияние висцерального жира на кардиореспираторный гомеостаз в зависимости от пола, возраста и наличия артериальной гипертензии

В.В. Горбань , <https://orcid.org/0000-0001-8665-6796>, gorbanvv@mail.ru

Е.В. Горбань, <https://orcid.org/0000-0002-5026-5053>, msgorban@mail.ru

В.С. Манто, <https://orcid.org/0000-0001-5601-6034>, lera.menshikh@mail.ru

О.В. Свистун, <https://orcid.org/0000-0003-2765-6328>, osvistun83@gmail.com

Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4

Резюме

Введение. Исследование вегетативного гомеостаза требует учета чувствительных, неинвазивных параметров многомерного амбулаторного метаболического и кардиореспираторного мониторинга, включая проведение биоимпедансометрии, исследование вариабельности ритма сердца (ВРС) и функции внешнего дыхания (ФВД).

Цель. Определить содружественные изменения показателей ВРС, ФВД в зависимости от уровня висцерального жира (ВЖ), наличия артериальной гипертензии (АГ), ассоциированные с полом, возрастом для определения мишеней профилактических воздействий.

Материалы и методы. У 215 юношей и девушек в возрасте от 18 до 30 лет и 93 мужчин и женщин с АГ в возрасте от 45 до 59 лет проведены биоимпедансометрия, мониторинг ВРС по 10-минутным записям, изучение ФВД.

Результаты и обсуждение. У молодых людей с ИМТ более 25 кг/м² высокий уровень ВЖ был ассоциирован с повышением значений LF/HF и SDANN, отражающих редукцию парасимпатической и усиление симпатической активности, а также с изменениями ФВД с уменьшением индекса Тиффно и максимального полувыдыхаемого потока (МПП). У лиц среднего возраста с АГ и ИМТ, превышавшим 25 кг/м², обнаружена прямая корреляция ВЖ с возрастом, окружностью талии, диастолическим АД, более высоким индексом напряжения (ИН) регуляции ритма сердца и выраженной симпатической активностью по параметру LF/HF. Меньшая общая ВРС, низкая парасимпатическая активность и напряженность регуляции ритма сердца у лиц с АГ была выявлена даже при промежуточном значении ВЖ.

Выводы. Изучение вегетативного гомеостаза требует учета индивидуальной динамики параметров ВРС и ФВД даже в пределах нормальных значений. Изменения ВРС, ассоциированные с промежуточным повышением ВЖ, следует контролировать с акцентом на показатели SDANN, LF/HF, ИН и вегетативный показатель, а изменения ФВД – с акцентом на индекс Тиффно и МПП.

Ключевые слова: избыточная масса тела, ожирение, вариабельность ритма сердца, короткие записи электрокардиограммы, артериальная гипертензия, молодой и второй средний возраст

Для цитирования: Горбань ВВ, Горбань ЕВ, Манто ВС, Свистун ОВ. Влияние висцерального жира на кардиореспираторный гомеостаз в зависимости от пола, возраста и наличия артериальной гипертензии. *Медицинский совет*. 2023;17(16):84–91. <https://doi.org/10.21518/ms2023-304>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Influence of visceral fat on cardio-respiratory homeostasis depending on sex, age and presence of arterial hypertension

Vitaly V. Gorban , <https://orcid.org/0000-0001-8665-6796>, gorbanvv@mail.ru

Elena V. Gorban, <https://orcid.org/0000-0002-5026-5053>, msgorban@mail.ru

Valeria S. Manto, <https://orcid.org/0000-0001-5601-6034>, lera.menshikh@mail.ru

Olesya V. Svistun, <https://orcid.org/0000-0003-2765-6328>, osvistun83@gmail.com

Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 350063, Russia

Abstract

Introduction. The study of vegetative homeostasis requires the accounting of sensitive, non-invasive parameters of multidimensional ambulatory metabolic and cardiorespiratory monitoring, including bioimpedansometry, heart rate variability (HRV) and respiratory function (RF).

Aim. To determine concomitant changes in HRV, RF, depending on the level of visceral fat (VF) and the presence of arterial hypertension (AH), associated with gender, age to determine the targets of preventive effects.

Materials and methods. 215 boys and girls aged 18 to 30 years and 93 men and women with hypertension aged 45 to 59 years underwent, bioimpedansometry, HRV monitoring using ten-minute recordings, and the study of respiratory function.

Results and discussion. In young people with a BMI over 25 kg/m², a high level of HF was associated with an increase in LF/HF and SDANN values, which reflected a reduction in parasympathetic activity and an increase in sympathetic activity, as well as changes in RF with a decrease in the Tiffno index and maximum half-expiratory flow (MHF). In middle-aged individuals with AH and BMI exceeding 25 kg/m², a direct correlation was found between the value of VF and age, waist circumference, diastolic blood pressure, with a higher stress index of cardiac rhythm regulation and more pronounced sympathetic activity in terms of the LF/HF parameter. A lower total HRV, low parasympathetic activity and tension in the regulation of the heart rhythm in persons with AH were detected even with an intermediate value of VF.

Conclusions. The study of autonomic homeostasis required the accounting of the individual dynamics of the parameters of HRV and the RF even within normal values. Changes in HRV associated with an intermediate increase in VF should be monitored with an emphasis on SDANN, LF/HF, stress index and vegetative index, and changes in RF – with an emphasis on the Tiffno index and MHF.

Keywords: overweight, obesity, heart rate variability, short electrocardiogram recordings, arterial hypertension, young and second middle age

For citation: Gorban VV, Gorban EV, Manto VS, Svistun OV. Influence of visceral fat on cardio-respiratory homeostasis depending on sex, age and presence of arterial hypertension. *Meditsinskiy Sovet.* 2023;17(16):84–91. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/ms2023-304>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Пандемия избыточной массы тела и ожирения у лиц обоего пола и в любом возрасте, достигающая 30–40% [1–3], влечет за собой риск многих хронических неинфекционных заболеваний и их осложнений [4]. Сопровождаясь нарушением метаболического гомеостаза, увеличенный индекс массы тела (ИМТ) является одним из главных факторов развития артериальной гипертензии (АГ), самого частого заболевания на поликлиническом приеме [1, 2, 5]. Проблема взаимно отягощающей синтропии АГ и ожирения актуализирует выявление кардиореспираторных изменений вегетативной нервной системы (ВНС) на амбулаторном этапе [4]. Известно, что для регулирования и поддержания вегетативного гомеостаза решающее значение имеет динамический антагонизм симпатической (СНС) и парасимпатической нервной системы (ПНС) [6]. Учитывая ранее опубликованные исследования, очевидным обоснованием для изучения нарушений функции ВНС является проведение достаточно информативной амбулаторной записи вариабельности ритма сердца (ВРС) на коротких интервалах [7] для выявления контрольных параметров превентивных терапевтических воздействий [8, 9].

Ранее проведенными исследованиями параметров SDNN, RMSSD, pNN (50) и ВП у лиц с АГ было доказано уменьшение общей ВРС [10, 11]. Было определено, что синтропия ожирения и АГ характеризуется повышенной симпатической активностью [12], связанной с увеличением ИМТ [13]. Однако направленность изменений параметров ВРС у пациентов с АГ и повышенным ИМТ не является окончательно выясненной и только в немногих работах показатели вегетативного дисбаланса дифференцированно сопоставлены с отдельными параметрами композитного состава, в том числе со степенью висцерального ожирения [8, 11, 14]. Необходимо подчеркнуть доступность применения методики исследования ВРС на коротких интервалах и ее недооцененное практическое применение. Поэтому актуальным является применение

оптимально чувствительных и малоинвазивных методов исследования кардиореспираторного и метаболического гомеостаза на амбулаторном приеме [7, 15, 16].

Исходя из современного тренда установления диагноза в месте первичного оказания медицинской помощи для пациентов с АГ с коморбидным ожирением, актуальным является обоснование комплексного обследования, включающего исследование ВРС, композитного состава тела человека, а также функций внешнего дыхания [17, 18].

Цель – определить взаимосвязанные изменения параметров вариабельности ритма сердца, функции внешнего дыхания в зависимости от уровня висцерального жира (ВЖ) и наличия АГ, ассоциированных с полом и возрастом для определения мишеней лечебно-профилактических воздействий на поликлиническом этапе.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Настоящее исследование согласуется с НИОКР кафедры поликлинической терапии и было осуществлено на площадках Кубанского государственного медицинского университета и медицинских организаций, являющихся базами практической подготовки студентов и ординаторов, с одобрением этического комитета и соблюдением канонів Хельсинкской Декларации в период с 2019 по 2022 г.

Проведено обследование 308 пациентов в 2 группах:

- 1-я – 215 молодых пациентов (106 юношей и 109 девушек) в возрасте от 18 до 30 лет, у которых был проведен сопоставительный анализ показателей ВЖ и ВРС; у 135 молодых людей в этой группе (52 юноши и 83 девушки) сравнительное исследование было дополнено определением ФВД;

- 2-я – 93 пациента с АГ (36 мужчин и 57 женщин) со средним возрастом 55,1 ± 1,3 года, у которых была изучена связь параметров ВЖ и ВРС.

Контрольная группа состояла из 10 пациентов без доказанной соматической патологии со средним

возрастом $47,9 \pm 5,9$ года, с ИМТ менее 25 кг/м^2 , систолическим артериальным давлением (САД) – менее 140 мм рт. ст. , диастолическим (ДАД) – ниже 90 мм рт. ст.

Критерии включения: молодые нормотоники в возрасте от 18 до 30 лет; лица среднего возраста от 45 до 59 лет (2-й средний возраст по критериям ВОЗ) с ГБ 1-й и 2-й стадиями, АГ 1-й и 2-й степеней.

Критерии исключения: для молодых людей – возраст менее 18 лет или более 30 лет, наличие АГ, а также беременности и лактации у женщин; для лиц среднего возраста – менее 45 лет и больше 59 лет, прием лекарственных препаратов в день обследования, наличие вторичной АГ; для всех возрастных групп – наличие нарушений синусового ритма, хронической сердечной недостаточности, поражения вегетативной нервной системы, инфекционной, бронхолегочной, эндокринной и онкологической патологии.

Методы обследования включали анкетирование, антропометрию, измерение артериального давления (АД), биоимпедансометрию, холтеровское мониторирование ВРС, изучение ФВД. Диагноз ГБ был верифицирован результатами клинко-инструментальных и лабораторных исследований. Для измерения АД использовали тонометр OMRON i-Q142. Проводили по 2 измерения АД на обеих руках с 3-минутным интервалом. При разнице АД больше 10 мм рт. ст. проводили третье измерение. Наименьшее из 3 считалось итоговым. Антропометрия включала измерение окружности талии (ОТ) и расчет ИМТ ($\text{ИМТ} = \text{масса тела (кг)} / \text{рост (м)}^2$). Композитный состав тела определяли при помощи биоимпедансометра «Tanita BC-418» с расчетом общего жира (ОЖ), туловищного жира (ТЖ), ВЖ (в норме – не более 9 усл. ед.).

При мониторинговании ЭКГ по 10-минутным записям использовали аппарат «BTL-08 ECG HOLTER H100» и компьютерную программу анализа ЭКГ – BTL CardioPoint-Holter. Модифицированными отведениями электродов были V_1 , V_2 и V_5 . Учитывали 5 временных (1–5) и 1 спектральный (6-й) параметры ВРС: 1-й – SDNN (мс), стандартная девиация от усредненного значения всех R-R интервалов; 2-й – SDANN (мс), стандартная девиация от усредненного значения интервалов R-R на 5-минутных отрезках; 3-й – RMSSD (мс), среднее квадратичное различие между продолжительностью соседних интервалов R-R; 4-й – pNN(50) (%), доля соседних кардиоинтервалов с различием более 50 мс от общего их количества; 5-й – TI, триангулярный индекс; 6-й – LF/HF (ед.), отношение низкочастотного к высокочастотному компоненту спектра. В качестве интегральных показателей регуляции ВНС использовали индекс напряжения (ИН = $\text{АМо}(\%) / (2\text{Мо}(\text{с}) \times \text{BP}(\text{с}))$) [19] и вегетативный показатель (ВП = $\text{pNN50}(\%) / 10 + (100 - \text{АМо}(\%)) / 10$) [20].

При проведении статистического анализа данных исследования использовали программы Wizard-Statistics и Statistica 10.0 (USA). Тестом Колмогорова-Смирнова верифицировали нормальное распределение данных. Различия между показателями подтверждали критерием χ^2 . С помощью t-критерия Стьюдента отображали среднее значение ($\bar{x}$) и стандартную ошибку среднего

значения (m) с определением статистической значимости 95% доверительного порога ($p < 0,05$). Уровни ВЖ сопоставлялись со значениями АД, ФВД и ВРС с помощью тестов Манна – Уитни, Крускала – Уоллиса, однофакторного дисперсионного анализа ANOVA. Корреляционные зависимости уровней ВЖ и параметров АД, ФВД и ВРС определяли, рассчитывая коэффициенты корреляции Пирсона (r) и Спирмена.

РЕЗУЛЬТАТЫ

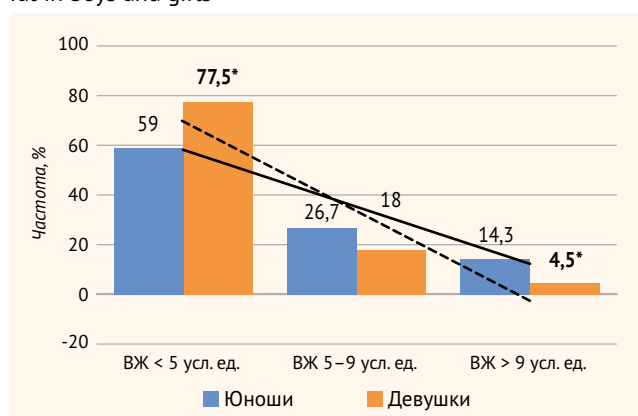
Исследование у молодых людей мужского и женского пола выявило избыточную массу тела и ожирение у 43,0%. Наличие высокого значения ВЖ у лиц с ИМТ более 25 кг/м^2 наблюдалось у 15% юношей и только у 5% девушек. В общей группе молодых людей отличие девушек от юношей состояло в наличии более высокого процентного содержания ОЖ ($28,6 \pm 0,9$ против $17,8 \pm 0,8\%$, $p < 0,001$) и ТЖ ($26,2 \pm 1,1$ против $18,5 \pm 0,9\%$, $p < 0,001$) и, наоборот, меньшего уровня ВЖ ($2,9 \pm 0,3$ против $4,6 \pm 0,4$ усл. ед., $p < 0,001$). Среди молодых людей со значением ВЖ менее 5 усл. ед. статистически значимо преобладали девушки, а среди лиц с показателем ВЖ более 5 усл. ед. – юноши. При этом частота лиц молодого возраста с повышенным значением ВЖ (более 9 усл. ед.) среди девушек была почти в 3 раза меньшей, чем среди юношей (рис. 1).

Во 2-й группе пациентов избыточная масса тела и ожирение составили 86,9% и была одинаковой у женщин и мужчин. Среди пациентов 2-й группы при высоких значениях ВЖ регистрировалось статистически значимое большее содержание общего жира и ТЖ, чем у лиц с низкими значениями ВЖ (рис. 2).

Что касается гендерных различий, то у женщин по сравнению с мужчинами наблюдались более высокие значения процентного содержания ОЖ ($38,1 \pm 0,8$ против $26,2 \pm 1,1\%$, $p < 0,001$), ТЖ ($34,7 \pm 1,0$ против $28,6 \pm 1,2\%$, $p < 0,001$), но меньшее среднее значение ВЖ ($9,4 \pm 0,5$ против $13,0 \pm 0,6$ усл. ед., $p < 0,001$), что подтверждалось и непараметрическими методами не только в отношении

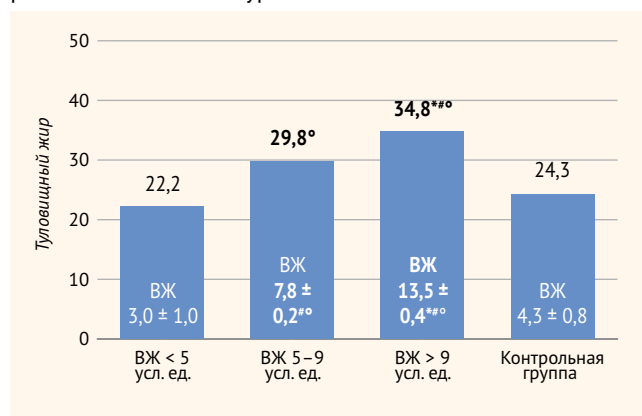
● **Рисунок 1.** Частота различных градаций висцерального жира у юношей и девушек

● **Figure 1.** The frequency of different gradations of visceral fat in boys and girls



Примечание: * $p < 0,01$ от групп юношей. Уровни ВЖ: < 5 усл. ед. – низкий, 5–9 усл. ед. – промежуточный, > 9 усл. ед. – высокий.

- **Рисунок 2.** Соотношение уровней туловищного жира и висцерального жира у пациентов среднего возраста с артериальной гипертензией
- **Figure 2.** The ratio of levels of BF and VF in middle-aged patients with arterial hypertension



Примечание: * $p < 0,05$ по сравнению с низким уровнем ВЖ (<5 усл. ед.), * $p < 0,05$ по сравнению с промежуточным уровнем ВЖ (5-9 усл. ед.), ° $p < 0,05$ от контрольной группы.

уровня ВЖ (t-test, $p < 0,001$; коэффициент ранговой корреляции, $p < 0,001$), но и показателя ВЖ/ТЖ (χ^2 , $p < 0,001$). У лиц женского пола чаще был выявлен промежуточный уровень ВЖ, и реже – высокий уровень ВЖ (рис. 3).

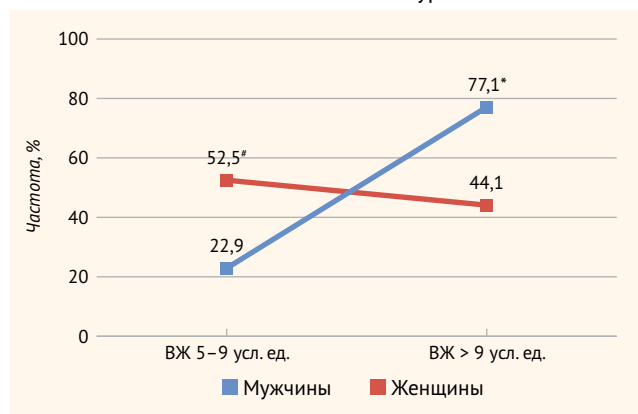
Во 2-й группе пациентов (женщин и мужчин) была обнаружена положительная корреляция ($p < 0,001$) ВЖ с такими клиническими параметрами, как возраст, ИМТ, ОТ (по коэффициенту Пирсона, ANOVA, тесту Крускала – Уоллиса), а также ДАД (коэффициент Пирсона (рис. 4); ANOVA, $p = 0,012$; тест Крускала – Уоллиса, $p = 0,006$).

Важно отметить, что у пациентов с высоким уровнем ВЖ значения ДАД были выше, чем у лиц контрольной группы и у пациентов с АГ, имеющих промежуточные значения ВЖ (рис. 5).

Небезынтересно, что у лиц среднего возраста с АГ при разных значениях ВЖ уровень систолического АД был примерно одинаковым. При этом у женщин с АГ в отличие от мужчин значения ДАД были статистически значимо меньшими ($86,1 \pm 1,3$ против $91,2 \pm 1,9$ мм рт. ст., $p = 0,019$).

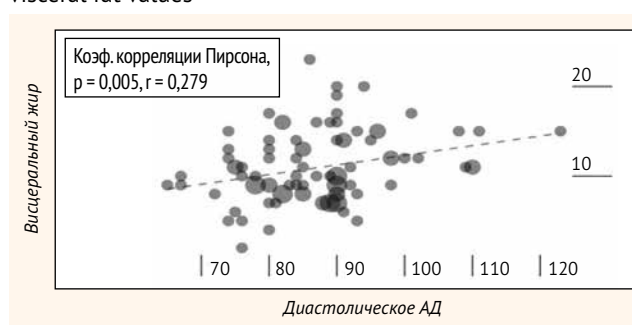
Исследование кардиовегетативного гомеостаза у молодых пациентов показало, что колебания параметров ВРС оставались в диапазоне нормальных величин. В пределах нормальных значений ВРС дисфункция ВНС была статистически значимо связана не только с высоким, но и с промежуточным уровнем ВЖ (в диапазоне 5-9 усл. ед.). У молодых пациентов при промежуточном уровне ВЖ показатель LF/HF был выше, чем с низким его уровнем ($1,07 \pm 0,08$ против $0,93 \pm 0,017$ усл. ед., $p < 0,05$), что указывало на уменьшение парасимпатической активности. Наоборот, повышение симпатической активности ВНС с преобладанием центрального контура регуляции ритма сердца над автономным у молодых людей с высоким по сравнению с низким уровнем ВЖ определялось по показателю SDANN ($31,5 \pm 5,8$ против $21,0 \pm 1,5$ мс, $p < 0,05$). Данные изменения подтверждались прямой корреляционной связью между значениями ВЖ и SDANN (коэффициент Спирмена, $p < 0,05$).

- **Рисунок 3.** Частота промежуточного и высокого уровня висцерального жира у мужчин и женщин с АГ
- **Figure 3.** The frequency of intermediate and high levels of VF in men and women with arterial hypertension

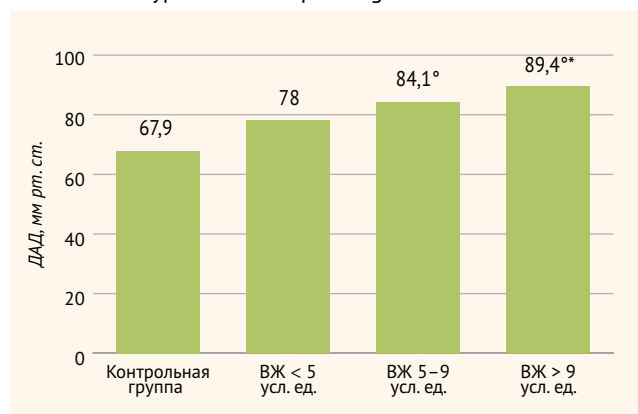


Примечание: * $p = 0,001$ от группы женщин, ° $p = 0,003$ от группы мужчин.

- **Рисунок 4.** Корреляционная связь значений диастолического артериального давления и висцерального жира
- **Figure 4.** Correlation between diastolic blood pressure and visceral fat values



- **Рисунок 5.** Диастолическое артериальное давление у пациентов среднего возраста с артериальной гипертензией в зависимости от уровня висцерального жира
- **Figure 5.** Diastolic blood pressure in middle-aged patients with arterial hypertension depending on the level of visceral fat



Примечание: * $p < 0,01$ от лиц с промежуточным уровнем ВЖ (5-9 усл. ед.), ° $p < 0,01$ от контрольной группы.

У пациентов среднего возраста с АГ с промежуточным уровнем ВЖ в отличие от лиц контрольной группы наблюдались более низкие значения RMSSD, SDNN, pNN(50), ВП и, наоборот, более высокий ИН, что отражало снижение общей ВРС и парасимпатической активности ВНС (табл.).

● **Таблица.** Особенности параметров variability ритма сердца у лиц среднего возраста с артериальной гипертензией в зависимости от уровня висцерального жира

● **Table.** Features of HRV parameters in middle-aged people with arterial hypertension depending on the level of visceral fat

Показатель	Уровень ВЖ		Контрольная группа (n = 10)
	Промежуточный (5–9 усл. ед.) (n = 36)	Высокий (>9 усл. ед.) (n = 57)	
SDNN, мс	36,1 ± 2,5*	33,4 ± 2,2*	53,7 ± 6,7
RMSSD, мс	26,8 ± 2,2*	23,7 ± 2,4*	50,2 ± 7,4
pNN (50), %	8,1 ± 1,6*	4,7 ± 1,1*	26,9 ± 6,2
ВП, усл. ед.	5,5 ± 0,3*	4,9 ± 0,4*	8,9 ± 1,1
ИН, усл. ед.	158,8 ± 7,5*	171,2 ± 5,4*	45,91 ± 7,1

Примечание. * p < 0,05 по сравнению с контрольной группой.

Применение непараметрических методов статистической обработки позволило определить прямые корреляционные связи величин ВЖ со значением ИН (рис. 6А), что отражало активацию центрального контура регуляции ритма сердца и со значениями LF/HF (коэффициент корреляции Пирсона, $p = 0,027$), АМо (коэффициент корреляции Пирсона, $p = 0,007$) и SDANN (рис. 6В), что доказывало повышение симпатической активности. В то же время обратная корреляция ВЖ со значениями SDNN (коэффициент корреляции Пирсона, $p = 0,028$, $r = -0,230$; ANOVA, $p = 0,223$), ВП (коэффициент корреляции Пирсона, $p = 0,027$, $r = -0,229$; тест Крускала – Уоллиса, $p = 0,040$; ANOVA, $p = 0,028$) и Т1 (коэффициент корреляции Пирсона, $p = 0,004$, $r = -0,299$; ANOVA, $p = 0,025$; тест

Крускала – Уоллиса, $p = 0,023$) доказывала факт снижения парасимпатического тонуса.

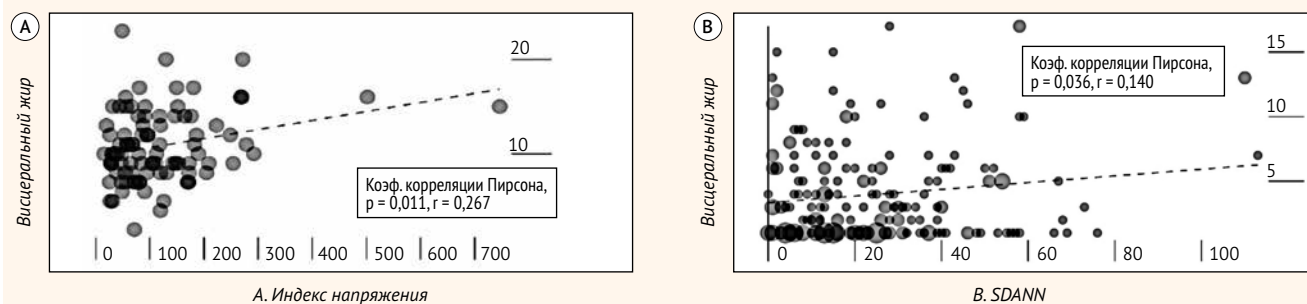
Исследование связи уровней ВЖ со значениями параметров ФВД показало статистически значимые отрицательные корреляции уровня ВЖ как с индексом Тиффно (рис. 7А), так и с максимальным полувыдыхаемым потоком (МПП) (рис. 7В).

Проведение сопоставительного анализа показателей ВРС и ФВД с использованием корреляции Пирсона позволило определить прямые корреляционные связи между параметрами SDANN и ОФВ₁ ($p = 0,011$), SDANN и ЖЕЛ ($p = 0,005$), SDNN и ЖЕЛ ($p = 0,046$), а также между показателями LF/HF и ЖЕЛ ($p = 0,013$), LF/HF и МПП ($p = 0,024$), что указывало на превалирование активности СНС.

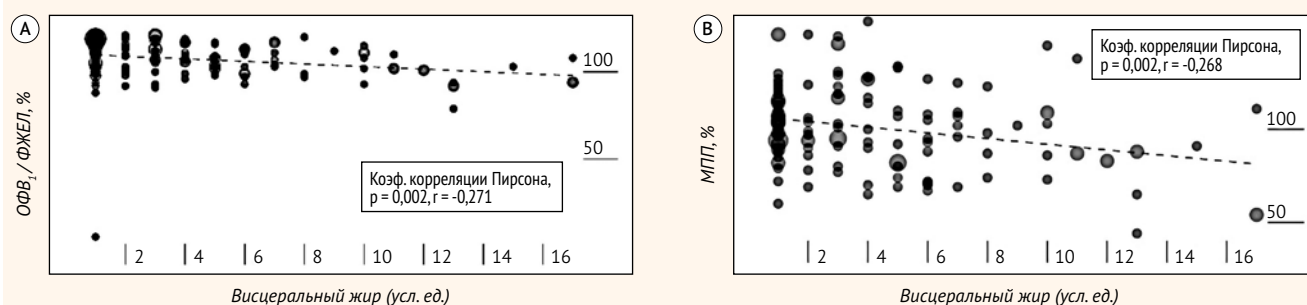
ОБСУЖДЕНИЕ

По результатам нашего исследования у группы молодых людей с ИМТ более 25 кг/м² высокий уровень ВЖ наблюдался у 17% юношей и 5% девушек. Важно отметить, что у молодых людей опережающий рост ВЖ по сравнению с ТЖ позволяет предложить градацию висцерального ожирения с выделением низкого (менее 5 усл. ед.), промежуточного (в диапазоне 5–9 усл. ед.) и высокого (более 9 усл. ед.) уровней ВЖ, что необходимо для актуализации профилактической направленности первичной медико-санитарной помощи. Интересно, что среди молодых людей только у юношей с ожирением был более высокий уровень САД, а возрастание уровня ВЖ у юношей вне зависимости от значений ИМТ сопровождалось увеличением

● **Рисунок 6.** Корреляционная связь уровня висцерального жира со значениями индекса напряжения (А) и параметра SDANN (В)
● **Figure 6.** Correlation between the level of visceral fat and the values of the stress index (А) and SDANN parameter (В)



● **Рисунок 7.** Корреляционная связь уровня висцерального жира со значениями ОФВ₁/ФЖЕЛ (А) и максимальным полувыдыхаемым потоком (В)
● **Figure 7.** Correlation between the level of visceral fat and the values of FEV₁/FVC (А) and maximum half-expired flow (В)



цифр как САД, так и ДАД, что находило отражение в наших ранних исследованиях [15].

У лиц молодого возраста с ИМТ больше 25 кг/м² повышение уровня ВЖ значимо сопрягалось со снижением парасимпатической и повышением симпатической активности ВНС, исходя из показателей LF/HF и SDANN. Аналогичные проявления симпато-вагального дисбаланса с подтверждением высокой чувствительности маркера LF/HF у лиц с ИМТ более 25 кг/м² отражены в работе K. Chintala et al. [14]. При этом анализ ВРС с акцентом на соотношение LF/HF был обоснованно показан для контроля проводимого лекарственного воздействия [8]. В целом наше исследование согласуется с исследованиями, демонстрирующими более активное участие ВЖ, чем общей жировой массы, в снижении показателей ВРС, особенно у субъектов с ИМТ выше 25,0 кг/м² [21, 22], а также у женщин в возрасте до 40 лет, не страдающих ожирением, без АГ и других сопутствующих заболеваний [23].

В заключение мы предполагаем, что у молодых людей с нормальным АД отрицательное влияние на ВНС в основном обусловлено ВЖ. Несмотря на то что лежащие в основе этого влияния механизмы еще предстоит выявить, эти данные можно использовать в качестве отправной точки для определения неинвазивных маркеров состояния ВНС для клинического и нутритивного применения [24].

В нашей работе у пациентов средней возрастной группы с АГ избыточная масса тела и ожирение обнаружены у 87,3% пациентов, что согласуется с данными других авторов [2]. Гендерные различия у пациентов с АГ характеризовались у мужчин по сравнению с женщинами более высокими значениями ВЖ. Такая тенденция обнаруживалась также в исследовании с участием лиц молодого возраста [15]. В средней возрастной группе преобладание частоты промежуточного уровня ВЖ наблюдалось у женщин, а повышенного уровня ВЖ – у мужчин. Исследованию связи уровня ВЖ и выраженности АГ посвящены лишь единичные работы [9]. В нашем исследовании у пациентов среднего возраста с АГ и примерно равной частотой промежуточного (41,5%) и высокого уровней ВЖ (56,4%) была выявлена прямая связь значений ВЖ и возраста. Это нашло отражение в результатах исследований, которые подтверждали связь ВЖ с величинами ИМТ, ОТ и АД [4, 9], в том числе с величиной ДАД [25]. Стоит быть отмеченной обнаруженная нами прямая связь величин ДАД и ВЖ среди пациентов с АГ и с промежуточным уровнем ВЖ (35 усл. ед.). При этом более высокие значения ДАД были выявлены у мужчин по сравнению с женщинами, что подтверждается публикациями других авторов [26, 27].

По нашим данным, у лиц среднего возраста с АГ не только с высокой, но и с промежуточной градацией ВЖ, было определено снижение парасимпатической активности (по значениям LF/HF, SDNN, TI и ВП), уменьшение общей ВРС и повышение симпатической активности (по значению ИН), что не противоречит мнению об ИН как высокочувствительном индикаторе тонуса

симпатического отдела ВНС [19], в то время как ВП отражает общую и парасимпатическую активность на ритм сердца [20]. Снижение общей ВРС и парасимпатического тонуса отражено и в других исследованиях, но у молодых людей [14, 15]. Наши данные о снижении парасимпатического тонуса при повышении уровня ВЖ (по значениям SDNN и TI) сопрягаются с данными исследований об аналогичном влиянии ожирения на ВРС, но без учета воздействия конкретных показателей композитного состава [28]. Определенная нами с применением непараметрических показателей связь уровня ВЖ с уменьшением общей ВРС (по увеличению ИН), но с активацией симпатического тонуса (по повышению SDANN, LF/HF, ИН и АМо) согласуется с данными других авторитетных исследований [9, 27].

Факторами, искажающими данные ВРС, являются респираторные нарушения, учет которых особенно важен [29]. В нашей работе при анализе показателей ФВД были обнаружены более низкие величины индекса Тиффно и максимального полувыдыхаемого потока у молодых людей с более высокими значениями ВЖ. При этом прямая связь параметра SDANN с уровнем ВЖ отражала превалирование симпатической активности. Важно отметить, что параметр SDANN не обладает дополнительной полезной информацией по отношению к SDNN, который считается золотым стандартом при стратификации риска заболеваемости. При изучении связи ФВД с показателями ВРС была найдена прямая корреляция между параметрами SDANN и ОФВ₀, SDANN и ЖЕЛ, SDNN и ЖЕЛ, а также между показателями LF/HF и ЖЕЛ, LF/HF и МПП, что отражало повышение активности СНС. Вышеизложенное обосновывает еще и необходимость анализа ВРС при проведении кардиореспираторной реабилитации, включая постковидную [30].

ВЫВОДЫ

У молодых людей немедикаментозную коррекцию ожирения следует проводить под контролем параметров ВРС, уровня ВЖ, акцентируя внимание на состоянии общей ВРС, симпатической и парасимпатической активности с обязательным анализом показателей LF/HF и SDANN, ИН и ВП. Кардиореспираторный гомеостаз у лиц молодого возраста при увеличении ВЖ характеризуется изменениями ФВД с уменьшением индекса Тиффно и МПП, а также усилением автономного контура регуляции ВНС по показателю SDANN.

У пациентов среднего возраста обоих полов с АГ при наличии значительной распространенности промежуточного и высокого уровней ВЖ, женщины отличаются от мужчин меньшей частотой высокого уровня ВЖ. Уровень ВЖ отражает прямую связь с ОТ, ИМТ, возрастом, а также с ДАД. На симпатическую активацию ВНС указывали прямые корреляции показателей ВЖ с LF/HF и АМо, а на активацию центрального контура регуляции ритма сердца – положительная корреляция ВЖ с ИН. Понижение парасимпатической активности подтверждала отрицательная корреляционная связь ВЖ с SDNN,

ВП с ТЛ. Наличие промежуточного и высокого уровней ВЖ в отличие от его низких значений характеризовалось не только снижением ВРС и парасимпатической активности ВНС, но и большей степенью вовлечения центрального контура и напряженности регуляции ритма сердца.

У амбулаторных пациентов с избыточной массой тела, а также с АГ для диагностики нарушений вегетативного

кардиореспираторного гомеостаза необходимо комплексное исследование, включающее ВРС на коротких записях, биоимпедансометрию с контролем высокого и промежуточного уровней ВЖ, а также ФВД с акцентом на определение МПП и индекса Тиффно.



Поступила / Received 15.08.2023

Поступила после рецензирования / Revised 06.09.2023

Принята в печать / Accepted 11.09.2023

Список литературы / References

1. Ерина АМ, Ротарь ОП, Солнцев ВН, Шальнова СА, Деев АД, Баранова ЕИ и др. Эпидемиология артериальной гипертензии в Российской Федерации – важность выбора критериев диагностики. *Кардиология*. 2019;59(6):5–11. <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.6.2595>.
2. Erina AM, Rotar OP, Solntsev VN, Shalnova SA, Deev AD, Baranova EI et al. Epidemiology of Arterial Hypertension in Russian Federation – Importance of Choice of Criteria of Diagnosis. *Kardiologiya*. 2019;59(6):5–11. (In Russ.) <https://doi.org/10.18087/cardio.2019.6.2595>.
3. Лескова ИВ, Ершова ЕВ, Никитина ЕА, Красниковский ВЯ, Ершова ЮА, Адамская ЛВ. Ожирение в России: современный взгляд под углом социальных проблем. *Ожирение и метаболизм*. 2019;16(1):20–26. <https://doi.org/10.14341/omet9988>.
4. Leskova IV, Ershova EV, Nikitina EA, Krasnikovskiy VY, Ershova YUA, Adamskaya LV. Obesity in Russia: modern view in the light of a social problems. *Obesity and Metabolism*. 2019;16(1):20–26. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/omet9988>.
5. NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in hypertension prevalence and progress in treatment and control from 1990 to 2019: a pooled analysis of 1201 population-representative studies with 104 million participants. *Lancet*. 2021;398(10304):957–980. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(21\)01330-1](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(21)01330-1).
6. Андреевская МВ, Железнова ЕА, Жернакова ЮВ, Чазова ИЕ, Шария МА, Блинова НВ и др. Оценка взаимосвязи параметров артериальной жесткости с критериями метаболического синдрома и различными жировыми депо у пациентов с абдоминальным ожирением. *Системные гипертензии*. 2020;17(4):55–62. Режим доступа: <https://www.syst-hypertension.ru/jour/article/view/617>.
7. Andreevskaya MV, Zheleznova EA, Zhernakova JV, Chazova IE, Shariia MA, Blinova N et al. Impact of metabolic syndrome parameters and different fat depots on arterial stiffness in patients with abdominal obesity. *Systemic Hypertension*. 2020;17(4):55–62. (In Russ.) Available at: <https://www.syst-hypertension.ru/jour/article/view/617>.
8. Piera-Jiménez J, Winters M, Broers E, Valero-Bover D, Habibovic M, Widdershoven JWMG. et al. Changing the Health Behavior of Patients With Cardiovascular Disease Through an Electronic Health Intervention in Three Different Countries: Cost-Effectiveness Study in the Do Cardiac Health: Advanced New Generation Ecosystem (Do CHANGE) 2 Randomized Controlled Trial. *J Med Internet Res*. 2020;22(7):e17351. <https://doi.org/10.2196/17351>.
9. Voss A, Schroeder R, Heitmann A, Peters A, Perz S. Short-term heart rate variability – influence of gender and age in healthy subjects. *PLoS One*. 2015;10(3):e0118308. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118308>.
10. Blons E, Arsac LM, Gilfriche P, McLeod H, Lespinet-Najib V, Griuel E, Deschodt-Arsac V. Alterations in heart-brain interactions under mild stress during a cognitive task are reflected in entropy of heart rate dynamics. *Sci Rep*. 2019;9(1):18190. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-54547-7>.
11. Matsumura K. Effects of eicosapentaenoic acid on visceral fat and heart rate variability: assessment by power spectral analysis. *Cardiol*. 2007;50(4):243–251. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17987840/>.
12. Maciorowska M, Krzeński P, Wierzbowski R, Gielera G. Heart Rate Variability in Patients with Hypertension: the Effect of Metabolic Syndrome and Antihypertensive Treatment. *Cardiovasc Ther*. 2020;2020:8563135. <https://doi.org/10.1155/2020/8563135>.
13. Yugar LBT, Yugar-Toledo JC, Dinamarca N, Sedenho-Prado LG, Moreno BVD, Rubio TA et al. The Role of Heart Rate Variability (HRV) in Different Hypertensive Syndromes. *Diagnostics (Basel)*. 2023;13(4):785. <https://doi.org/10.3390/diagnostics13040785>.
14. Горбань ВВ, Ковригина ИВ, Горбань ЕВ, Меньших ВС. Возрастные особенности вариабельности ритма сердца у больных артериальной гипертензией: влияние стресса и привычной физической активности. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2021;2(3):62–71. <https://doi.org/10.21886/2712-8156-2021-2-3-62-71>.
15. Gorban VV, Kovrigina IV, Gorban EV, Menshich VS. Age-related characteristics of heart rate variability in patients with arterial hypertension: the effect of stress and habitual physical activity. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2021;2(3):62–71. (In Russ.) <https://doi.org/10.21886/2712-8156-2021-2-3-62-71>.
16. Burlacu A, Brinza C, Popa IV, Covic A, Floria M. Influencing Cardiovascular Outcomes through Heart Rate Variability Modulation: A Systematic Review. *Diagnostics*. 2021;11(12):2198. <https://doi.org/10.3390/diagnostics11122198>.
17. Розанов АВ, Котовская ЮВ, Ткачева ОН. Роль активации симпатической нервной системы в патогенезе артериальной гипертензии и выборе способа лечения артериальной гипертензии. *Евразийский кардиологический журнал*. 2018;3(8):88–94. <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2018-3-88-94>.
18. Rozanov AV, Kotovskaya YuV, Tkacheva ON. The role of activation of the sympathetic nervous system in the pathogenesis of arterial hypertension and the choice of a method for the treatment of arterial hypertension. *Eurasian Heart Journal*. 2018;3(8):88–94. (In Russ.) <https://doi.org/10.38109/2225-1685-2018-3-88-94>.
19. Chintala KK, Krishna BH, Reddy M. Heart Rate Variability in Overweight Health Care Students: Correlation with Visceral Fat. *J Clin Diagn Res*. 2015;9(1):CC06–CC08. <https://doi.org/10.7860/JCDR/2015/12145.5434>.
20. Hoffmann B, Flatt AA, Silva LEV, Młyn'czak M, Baranowski R, Dziedzic E, Werner B, Gasior JS. A Pilot Study of the Reliability and Agreement of Heart Rate, Respiratory Rate and Short-Term Heart Rate Variability in Elite Modern Pentathlon Athletes. *Diagnostics*. 2020;10(10):0833. <https://doi.org/10.3390/diagnostics10100833>.
21. Giles DA, Draper N. Heart rate variability during exercise: A comparison of artefact correction methods. *J Strength Cond Res*. 2018;32(3):726–735. <https://doi.org/10.1519/JSC.0000000000001800>.
22. Горбань ВВ, Меньших ВС, Горбань ЕВ. Особенности вегетативной регуляции ритма сердца в зависимости от композитного состава тела у лиц молодого возраста. *Южно-Российский журнал терапевтической практики*. 2021;2(1):76–82. <https://doi.org/10.21886/2712-8156-2021-2-1-76-82>.
23. Gorban VV, Menshich VS, Gorban EV. Features of autonomic regulation of heart rate depending on the composition of the body in young people. *South Russian Journal of Therapeutic Practice*. 2021;2(1):76–82. (In Russ.) <https://doi.org/10.21886/2712-8156-2021-2-1-76-82>.
24. Gasior JS, Sacha J, Pawłowski M, Zielin'ski J, Jelen PJ, Tomik A et al. Normative Values for Heart Rate Variability Parameters in School-Aged Children: Simple Approach Considering Differences in Average Heart Rate. *Front Physiol*. 2018;9(1495). <https://doi.org/10.3389/fphys.2018.01495>.
25. Баевский РМ, Иванов ГТ. Вариабельность сердечного ритма: теоретические аспекты и возможности клинического применения. *Ультразвуковая и функциональная диагностика*. 2001;3(5):108–127. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25990135>.
26. Bayevsky RM, Ivanov GG. Cardiac rhythm variability: the theoretical aspects and the opportunities of clinical application. *Ultrasound and Functional Diagnostics*. 2001;3(5):108–127. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=25990135>.
27. Бань АС, Загородный ГМ. Вегетативный показатель для оценки вариабельности ритма сердца спортсменов. *Медицинский журнал*. 2010;4(127):127–130. Режим доступа: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21039212>.
28. Ban AS, Zagorodny GM. Vegetative indicator for assessing the heart rate variability of athletes. *Medical Journal*. 2010;4(127):127–130. (In Russ.) Available at: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=21039212>.
29. Yadav RL, Yadav PK, Yadav LK, Agrawal K, Sah SK, Islam MN. Association between obesity and heart rate variability indicators: an intuition toward cardiac autonomic alteration – a risk of CVD. *Diabetes Metab Syndr Obes*. 2017;10(57):57–64. <https://doi.org/10.2147/DMSO.S125935>.
30. Rastović M, Srdić-Galić B, Barak O, Stokić E. Association between anthropometric measures of regional fat mass and heart rate variability in obese women. *Nutr Diet*. 2017;74(1):51–60. <https://doi.org/10.1111/1747-0080.12280>.
31. Shaffer F, Ginsberg JP. An Overview of Heart Rate Variability Metrics and Norms. *Front Public Health*. 2017;5(258). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2017.00258>.
32. Triggiani AI, Valenzano A, Trimigno V, Di Palma A, Moscatelli F, Cibelli G, Messina G. Heart rate variability reduction is related to a high amount of visceral adiposity in healthy young women. *PLoS ONE*. 2019;14(9):e0223058. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0223058>.
33. Сименора СС, Сизова ЖМ. Роль немедикаментозных методов повышения приверженности к лечению больных артериальной гипертензией в условиях поликлиники. *Медицинский совет*. 2021;21(2):16–25. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-21-2-16-25>.

- Simenyura SS, Sizova ZhM. The role of non-drug methods of increasing adherence to the treatment of patients with arterial hypertension in a polyclinic. *Meditsinskiy Sovet*. 2021;(21-2):16–25. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2021-21-2-16-25>.
26. Archana, Agarwal P. Assessment of Heart Rate Variability in Hypertensive Patients. *Asian J Med Res*. 2019;8(3):1–3. <https://doi.org/10.21276/ajmr.2019.8.3.PH1>.
27. Смоляков ЮН, Кузник БИ, Гусева ЕС, Давыдов СО. Вариабельность сердечного ритма у женщин, страдающих гипертонической болезнью, под воздействием регулярной умеренной физической нагрузки. *Системные гипертензии*. 2019;16(4):61–64. Режим доступа: <https://www.syst-hypertension.ru/jour/article/view/600>. Smolyakov YN, Kuznik BI, Guseva ES, Davydov SO. Heart rate variability in women with essential hypertension under exposure of regular moderate physical training. *Systemic Hypertension*. 2019;16(4):61–64. (In Russ.) Available at: <https://www.syst-hypertension.ru/jour/article/view/600>.
28. Daniele N, Tesaro M, Mascali A, Rovella V, Scuteri A. Lower Heart Rate Variability Is Associated with Lower Pulse Pressure Amplification: Role of Obesity. *Pulse*. 2018;5(1–4):99–105. <https://doi.org/10.1159/000479701>.
29. Шальнова СА, Максимов СА, Баланова ЮА, Евстифеева СЕ, Имаева АЭ, Капустина АВ и др. Приверженность к здоровому образу жизни в российской популяции в зависимости от социально-демографических характеристик населения. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2020;19(2):33–41. <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2452>. Shalnova SA, Maksimov SA, Balanova YuA, Evstifeeva SE, Imaeva AE, Kapustina AV et al. Adherence to a healthy lifestyle of the Russian population depending on the socio-demographics. *Cardiovascular Therapy and Prevention (Russian Federation)*. 2020;19(2):33–41. (In Russ.) <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2020-2452>.
30. Natarajan A, Su H-W, Heneghan C, Blunt L, O'Connor C, Niehaus L. Measurement of respiratory rate using wearable devices and applications to COVID-19 detection. *NPJ Digit Med*. 2021;4(1):136. <https://doi.org/10.1038/s41746-021-00493-6>.

Вклад авторов:

Концепция и дизайн исследования – В.В. Горбань, Е.В. Горбань, В.С. Манто
Сбор и обработка материала – Е.В. Горбань, В.С. Манто, О.В. Свистун
Статистическая обработка данных – Е.В. Горбань, В.С. Манто, В.В. Горбань, О.В. Свистун
Написание текста – В.В. Горбань, В.С. Манто, Е.В. Горбань
Редактирование – В.В. Горбань

Contribution of authors:

Study concept and design – Vitaly V. Gorban, Elena V. Gorban, Valeria S. Manto
Collection and processing of material – Elena V. Gorban, Valeria S. Manto, Olesya V. Svistun
Statistical processing – Elena V. Gorban, Valeria S. Manto, Vitaly V. Gorban, Olesya V. Svistun
Text development – Vitaly V. Gorban, Valeria S. Manto, Elena V. Gorban
Editing – Vitaly V. Gorban

Информация об авторах:

Горбань Виталий Васильевич, д.м.н., заведующий кафедрой поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (семейной медицины) факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; gorbanvv@mail.ru

Горбань Елена Витальевна, к.м.н., ассистент кафедры поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (семейной медицины) факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; msgorban@mail.ru

Манто Валерия Сергеевна, аспирант кафедры поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (семейной медицины) факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; lera.menshikh@mail.ru

Свистун Олеся Владимировна, ассистент кафедры поликлинической терапии с курсом общей врачебной практики (семейной медицины) факультета повышения квалификации и профессиональной переподготовки специалистов, Кубанский государственный медицинский университет; 350063, Россия, Краснодар, ул. Митрофана Седина, д. 4; osvistun83@gmail.com

Information about the authors:

Vitaly V. Gorban, Dr. Sci. (Med.), Head of the Department of Polyclinic Therapy with Course of General Medical Practice (Family Medicine) of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 3500063, Russia; gorbanvv@mail.ru

Elena V. Gorban, Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Polyclinic Therapy with Course of General Medical Practice (Family Medicine) of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 3500063, Russia; msgorban@mail.ru

Valeria S. Manto, Postgraduate of the Department of Polyclinic Therapy with Course of General Medical Practice (Family Medicine) of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 3500063, Russia; lera.menshikh@mail.ru

Olesya V. Svistun, Assistant of the Department of Polyclinic Therapy with Course of General Medical Practice (Family Medicine) of the Faculty of Advanced Training and Professional Retraining of Specialists, Kuban State Medical University; 4, Mitrofan Sedin St., Krasnodar, 3500063, Russia; osvistun83@gmail.com