

МОРФОЛОГИЯ, ФИЗИОЛОГИЯ И ПАТОФИЗИОЛОГИЯ MORPHOLOGY, PHYSIOLOGY AND PATHOPHYSIOLOGY

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА У МУЖЧИН С ОЖИРЕНИЕМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

**Митюкова Т.А.¹,
Басалай А.А.¹,
Кохан С.Б.¹,
Полулях О.Е.¹,
Костюченко Н.С.¹,
Даренская М.А.²,
Рычкова Л.В.²,
Колесников С.И.²,
Семенова Н.В.²,
Колесникова Л.И.²**

¹ Государственное научное учреждение
«Институт физиологии Национальной
академии наук Беларуси» (220072,
г. Минск, ул. Академическая, 28,
Республика Беларусь)

² Федеральное государственное
бюджетное научное учреждение
«Научный центр проблем здоровья
семьи и репродукции человека» (664003,
г. Иркутск, ул. Тимирязева, 16, Россия)

Автор, ответственный за переписку:
Митюкова Татьяна Алексеевна,
e-mail: mityukovat@gmail.com

РЕЗЮМЕ

Актуальность. Известно, что ожирение приносит большой вред здоровью, поэтому необходимы оздоровительные программы, направленные на оптимизацию пищевых пристрастий и физической активности у людей разного возраста. Для оценки эффектов оздоровления важно использовать информативные подходы, причем вариабельность сердечного ритма представляет собой один из наиболее многообещающих и чувствительных методов по определению функционального состояния регуляторных систем организма.

Цель. Установить возможность использования показателей вариабельности сердечного ритма для оценки последствий ожирения и эффектов оздоровительной программы.

Материалы и методы. Программа оздоровления была инициирована на базе санатория «Ислочь» (Республика Беларусь) с подключением оздоровительных процедур и сбалансированного питания. Пролонгированное наблюдение проводилось на базе Института физиологии Национальной академии наук Беларуси (г. Минск) 3-хкратно с интервалом в 3–4 месяца. Мониторинг включал 46 мужчин с различной массой тела в возрасте 24–60 лет. Анализ вариабельности сердечного ритма проводили с использованием аппаратно-программного комплекса «Экосан» и программного обеспечения «Варикард» (Россия).

Результаты. Первичное обследование выявило снижение общей мощности регуляции и другие существенные отклонения вариабельности сердечного ритма у лиц с ожирением по сравнению с группой нормы. По итогам обследования показано, что снижение массы тела на 4,5 кг и более у мужчин с ожирением приводит к нормализации большинства выявленных отклонений вариабельности сердечного ритма.

Заключение. При условии соблюдения оздоровительных рекомендаций на протяжении годового этапа наблюдения у мужчин с ожирением отмечается снижение массы тела, сопровождающееся нормализацией показателей сердечного ритма.

Ключевые слова: ожирение, индекс массы тела, оздоровительная программа, сбалансированное питание, вариабельность сердечного ритма

Статья поступила: 10.04.2025
Статья принята: 18.04.2025
Статья опубликована: 20.05.2025

Для цитирования: Митюкова Т.А., Басалай А.А., Кохан С.Б., Полулях О.Е., Костюченко Н.С., Даренская М.А., Рычкова Л.В., Колесников С.И., Семенова Н.В., Колесникова Л.И. Динамика показателей вариабельности сердечного ритма у мужчин с ожирением по результатам оздоровительной программы. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(2): 130-139. doi: 10.29413/ABS.2025-10.2.13

HEART RATE VARIABILITY DYNAMICS IN OBESE MEN FOLLOWING THE RESULTS OF THE HEALTH IMPROVEMENT PROGRAMME

Mityukova T.A.¹,
Basalai A.A.¹,
Kokhan S.B.¹,
Poluliakh O.Y.¹,
Kastsichenka M.S.¹,
Darenskaya M.A.²,
Rychkova L.V.²,
Kolesnikov S.I.²,
Semenova N.V.²,
Kolesnikova L.I.²

¹ State Scientific Institution "Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus" (Akademicheskaya Str. 28, Minsk 220072, Republic of Belarus)

² Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems (Timiryazev str., 16, 664003 Irkutsk, Russian Federation)

Corresponding author:
Tatyana A. Mityukova,
e-mail: mityukovat@gmail.com

RESUME

Background. Obesity is known to be very detrimental to health, so wellness programs are needed to optimize dietary habits and physical activity in people of different ages. In order to evaluate the effects of health improvement, it is important to use informative approaches, and heart rate variability is one of the most promising and sensitive methods for determining the functional state of the body's regulatory systems.

The aim. To use heart rate variability indices to assess the consequences of obesity and the effects of a wellness program.

Materials and methods. The health improvement program was initiated on the basis of the sanatorium «Isloch» (Republic of Belarus), including recovery procedures and balanced nutrition. Long-term monitoring was carried out at the Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk) 3 times with an interval of 3–4 months. The study included 46 men of varying body weight, aged 24–60 years. Heart rate variability was analysed using the hardware-software complex "Ekosan" and the software "Varicard" (Russian Federation).

Results. Initial examination revealed a decrease in total regulatory power and other significant deviations in heart rate variability in obese people compared to the normal group. Based on the results of the study, it has been shown that a reduction in body weight of 4.5 kg or more in obese men leads to normalisation of most of the detected abnormalities in heart rate variability.

Conclusion. Thus, if health recommendations are adhered to during the one-year follow-up period, obese men show a reduction in body weight, accompanied by a normalisation of heart rhythm parameters.

Key words: obesity, body mass index, health improvement program, balanced diet, heart rate variability

Received: 10.04.2025
Accepted: 18.04.2025
Published: 20.05.2025

For citation: Mityukova T.A., Basalai A.A., Kokhan S.B., Poluliakh O.Y., Kastsichenka M.S., Darenskaya M.A., Rychkova L.V., Kolesnikov S.I., Semenova N.V., Kolesnikova L.I. Heart rate variability dynamics in obese men following the results of the health improvement programme. *Acta biomedica scientifica*. 2025; 10(2): 130-139. doi: 10.29413/ABS.2025-10.2.13

ВВЕДЕНИЕ

Распространенность ожирения во всем мире неуклонно нарастает и принимает характер эпидемии. В Европейском регионе 59 % взрослых людей и 28 % детей страдают от избыточной массы тела и ожирения (Доклад ВОЗ от 3 мая 2022 года). Установлено, что ожирение является фактором риска развития метаболического синдрома, сахарного диабета второго типа, артериальной гипертензии, атеросклероза и неалкогольной жировой болезни печени [1]. Накапливаются сведения о большом спектре коморбидных заболеваний, затрагивающих сердечно-сосудистую, репродуктивную, психоэмоциональную и другие сферы организма [1]. Важнейшей причиной ожирения является нездоровый образ жизни, включающий особенности пищевого поведения. Избыточное питание может быть основой для положительного баланса энергии, способствующего висцеральному ожирению. В настоящее время существует термин «Болезни нарушения питания», к которым, прежде всего, относится метаболический синдром (МС) [2, 3]. МС характеризуется увеличенной окружностью талии, гипертонией, аномальными концентрациями глюкозы в плазме крови натощак и / или аномальной инсулинорезистентностью и дислипидемией [4, 5]. Частота МС в популяции составляет 20–40 % [2, 3]. Данный симптомокомплекс чаще встречается у лиц среднего и старшего возраста и в этой возрастной группе его частота достигает 30–40 %. Наличие МС в 3–6 раз повышает риск развития сахарного диабета 2 типа (СД 2) и артериальной гипертензии (АГ) [1–3, 6]. Показано, что даже у студентов с ожирением существует значимая связь липидных и воспалительных маркеров с массой тела и со снижением параметров антиоксидантной защиты и повышением сердечно-сосудистых рисков [7]. Повышение абсолютного риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) чаще встречается у мужчин, чем у женщин иотягчающим фактором является избыточная масса тела и АГ [1–3].

Интерес к проблеме ожирения повсеместно усиливается. Даже в средствах массовой информации встречаются формулировки: «Ожирение — эпидемия 21 века», «Ожирение — глобальная катастрофа». В текстах газет, сайтах, журналах, телепрограммах рекламируются средства для похудения, различные диеты, школы и мастер-классы для снижения избыточной массы тела. Однако эти коммерческие предложения далеко не всегда являются обоснованными с медицинской точки зрения. На сегодняшний день санаторные программы и, в частности, пребывание в санатории «Ислочь» Национальной академии наук Беларуси (НАН Беларуси) (Минская область), дают реальную возможность пройти начальный курс оздоровления и получить мотивацию для дальнейшего улучшения состояния здоровья. Учитывая пагубное влияние «сидячего» образа жизни и несбалансированного питания, лица, занимающиеся интеллектуальным трудом (сотрудники научных учреждений и офисные

работники), нуждаются в активном оздоровлении. «Оздоровительная программа» была разработана с учетом опыта санатория «Ислочь» и возможностей Института физиологии НАН Беларуси (г. Минск).

Вариабельность сердечного ритма (ВСР) была определена как метод быстрой оценки состояния здоровья и регуляторных систем организма при меняющихся условиях среды, включая характер питания и физических нагрузок [8, 9].

ЦЕЛЬ

Установить возможность использования показателей вариабельности сердечного ритма для оценки последствий ожирения и эффектов оздоровительной программы.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Исследование одобрено Комиссией по этике Института физиологии НАН Беларуси (протокол № 1 от 07.02.2023 г.). На основании «Информированного согласия» отдыхающие в санатории «Ислочь» НАН Беларуси включались в «Оздоровительную программу». Критерии включения: осознанное желание перейти к здоровому образу жизни и начать оздоровительный процесс в период пребывания в санатории. Критерии исключения: онкологическая патология, наличие острых либо обострение любых хронических заболеваний, некомпенсированная хроническая патология, отказ от участия в исследовании. На начальном этапе участники «Оздоровительной программы» получали санаторные процедуры и сбалансированное питание в рамках программы «Коррекция массы тела» под наблюдением врачей санатория «Ислочь». «Оздоровительная программа» включала сочетание диетотерапии, очищающих процедур и восстановительных методов в период пребывания в санатории (14 дней). Впоследствии участники программы получали направление в Институт физиологии НАН Беларуси для дальнейшего мониторинга – трехкратное динамическое наблюдение в течение года с интервалом в 3–4 месяца. Участниками данного исследования были мужчины, поскольку они являются контингентом более высокого риска по ССЗ, чем женщины. Все участники программы были мотивированы к переходу на более здоровый образ жизни, включающий сбалансированное питание и доступные физические нагрузки с учетом возраста и состояния здоровья.

В данное исследование было включено 46 мужчин с различными ИМТ: 18–25 кг/м² (норма), 25–30 кг/м² (избыточная масса тела) и > 30 кг/м² (ожирение). Антропометрическое обследование включало измерение массы тела (кг) и роста (м) с использованием весов «Tanita BC-543» (Япония) и ростомера медицинского РМ-1П (Россия) соответственно, и расчет индекса массы тела (ИМТ = масса тела, кг/рост, м²).

Адаптационные возможности сердечно-сосудистой системы и организма в целом оценивали с учетом масс-метрических показателей тела и вариабельности сердечного ритма (BCP). Анализ BCP проводили с использованием аппаратно-программного комплекса «Экосан» и программного обеспечения «Варикард» (Россия) [8]. Регистрировали следующие показатели: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд/мин), стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов R-R (SDNN, мс), коэффициент вариации (CV, %), индекс напряжения регуляторных систем (SI), индекс централизации (IC), число аритмий (N_{Arr} , %), мощность высокочастотной составляющей, показатель парасимпатической активности (HF, %), мощность низкочастотной составляющей, показатель симпатической активности (LF, %), мощность очень низкочастотных волн, показатель гормонально-метаболической активности (VLF, %), общая мощность спектра нейрогуморальной регуляции (TP), квадратный корень из суммы разностей последовательного ряда кардиоинтервалов (RMSSD, мс), показатель активности автономного контура регуляции (pNN50), показатель симпато-парасимпатического баланса (LF/HF). Адаптационные резервы обследуемых оценивали на основе интегрального показателя активности регуляторных систем (ПАРС), учитывающего отклонения показателей BCP от нормы в баллах: 1-3 балла – удовлетворительные процессы регуляции, 4-5 баллов – функциональное напряжение, 6-7 баллов – перенапряжение, 8-10 баллов – срыв адаптации. Норма < 4 баллов [8]. Интерпретацию полученных результатов проводили в соответствии с рекомендациями и клиническими разработками [9, 10].

Статистическую обработку данных выполняли с помощью программы Statistica 10.0 (Tibco, USA). Распределение исследуемых показателей проверяли по критерию Шапиро – Уилка. При условии нормальности распределения использовали параметрические методы статистики: данные были представлены в виде среднего $\pm$ стандартная ошибка среднего ($M \pm SEM$),

а статистическая значимость различий была оценена на основании t -критерия Стьюдента. При распределении значений отличным от нормального, применяли непараметрические методы статистики: результаты были представлены в виде медианы, 25 и 75 перцентилей (Me (25; 75)), а статистическую значимость различий рассчитывали по U-критерию Манна – Уитни для независимых выборок и по W-критерию Уилкоксона для зависимых выборок. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ

В состав группы обследованных лиц вошли 46 мужчин, возрастной интервал 24–60 лет. Первичные биометрические данные мужчин участников «Оздоровительной программы» представлены в таблице 1.

По данным регистрационных карт, диагноз «артериальная гипертензия» (АГ) встречался в группе с нормальной массой тела у 5,6 % лиц, в группе с избыточной массой тела – у 14,3 % лиц, в группе с ожирением у 42,9 % лиц. Во всех случаях АГ носила компенсированный характер, и значения артериального давления не выходили за рамки нормы.

При первичном обследовании у мужчин с ожирением выявлены существенные отличия показателей BCP от группы с нормальным ИМТ и с избыточной массой тела: снижение показателей SDNN и CV, что указывает на снижение восстановления функциональных резервов организма; увеличение стресс-индекса (SI), что свидетельствует о напряжении регуляторных систем организма; нарастание индекса централизации (IC), что является показателем преобладания автономных (сегментарных) влияний в управлении процессом регуляции физиологических функций. Показатель ПАРС оставался на уровне преморбидного состояния и не давал отличий от контроля, что соответствует физиологической адаптации (табл. 2).

ТАБЛИЦА 1

БИОМЕТРИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МУЖЧИН ПРИ ПЕРВИЧНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИМТ

TABLE 1

BIOMETRIC INDICES IN MEN AT THE INITIAL EXAMINATION DEPENDING ON BMI

Показатель	Мужчины		
	ИМТ 18–25 (n = 18)	ИМТ 25–30 (n = 14)	ИМТ > 30 (n = 14)
Возраст, лет	37,83 $\pm$ 3,49	36,57 $\pm$ 2,64	47,07 $\pm$ 2,39 *#
Рост, см	178,97 $\pm$ 1,64	177,96 $\pm$ 2,20	178,32 $\pm$ 1,85
Масса тела, кг	72,28 $\pm$ 2,24	85,79 $\pm$ 2,29 *	106,21 $\pm$ 3,70 *#
ИМТ	22,52 $\pm$ 0,51	27,06 $\pm$ 0,40 *	33,32 $\pm$ 0,79 *#
Обхват талии, см	83,80 $\pm$ 1,70	92,46 $\pm$ 1,76 *	112,00 $\pm$ 2,63 *#

Примечания. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», # – от группы «ИМТ 25 – 30». ИМТ – индекс массы тела.

Изучение показателей спектрального анализа ВСР выявило статистически значимое снижение парасимпатической активности. Срединная мощность (HF, %) в группе ожирения была, примерно в 3 раза ниже, чем в группе с нормальной массой тела. Вклад парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в общий вегетативный тонус был существенно снижен не только за счет показателя HF, но также с учетом снижения уровней RMSSD и pNN50. Соотношение LF/HF было достоверно повышено при ожирении, что свидетельствует о повышении вклада симпатической составляющей в общий вегетативный тонус и регуляцию вегетативных функций. При ожирении у мужчин отмечено выраженное нарастание мощности (VLF, %), примерно в 3 раза, превышающее норму и в 2 раза – состояние, обусловленное избыточной массой тела. Это состояние, предположительно связано с повышением затрат на нейрогуморальную регуляцию. Пятикратное

снижение общей мощности спектра (TP) у мужчин с ожирением указывает на существенное уменьшение внутренних ресурсов, необходимых для адаптации и восстановления при травмах и заболеваниях, а также на преобладание низко затратных вариантов реагирования [6, 7].

Таким образом, у мужчин с ожирением общая мощность регуляции ВСР была существенно снижена, отмечался сдвиг симпато-вагусного баланса в сторону преобладания симпатического отдела регуляции и нарастание стресс-индекса, характеризующее напряжение регуляторных систем.

На втором этапе обследования у мужчин были выявлены характеристики ВСР, аналогичные первоначальному обследованию (данные не приводятся).

В дальнейшем, на третьем этапе наблюдения было отмечено некоторое снижение массы тела у ряда мужчин с ожирением. Это привело к частичной

ТАБЛИЦА 2

ПОКАЗАТЕЛИ ВСР У МУЖЧИН ПРИ ПЕРВИЧНОМ ОБСЛЕДОВАНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИМТ

TABLE 2

HRV INDICES IN MEN AT INITIAL EXAMINATION DEPENDING ON BMI

Показатель	Группы мужчин		
	ИМТ 18–25	ИМТ 25–30	ИМТ > 30
Масса тела, кг	72,28 ± 2,24	85,79 ± 2,29 *	106,21 ± 3,70 *#
ИМТ, кг/м ²	22,52 ± 0,51	27,06 ± 0,40 *	33,32 ± 0,79 *#
ЧСС, уд/мин	71,50 (56,00; 85,00)	72,50 (61,50; 81,50)	71,00 (66,00; 77,00)
SDNN, мс	71,85 (67,50; 104,00)	64,95 (29,90; 97,95)	30,70 (24,00; 58,20) *#
CV, %	7,65 (6,60; 13,90)	7,70 (3,65; 10,40)	3,65 (2,90; 7,10) *#
SI, усл. ед.	28,00 (21,00; 40,00)	32,50 (17,00; 200,00)	171,00 (78,00; 242,00) *#
IC, усл. ед.	0,80 (0,40; 1,80)	2,65 (0,80; 4,70)	4,45 (1,90; 5,80) *
ПАРС, усл. ед.	5,50 (4,00; 6,00)	5,50 (5,00; 7,00)	4,50 (4,00; 6,00)
N _{Arr} , %	0,45 (0,00; 1,10)	0,00 (0,00; 0,60)	0,00 (0,00; 0,30) *
Мощность HF, %	55,85 (35,90; 71,60)	27,35 (17,55; 56,15)	18,30 (14,60; 35,00) *
Мощность LF, %	32,20 (23,80; 42,20)	38,30 (30,40; 46,50)	40,95 (31,10; 47,90)
Мощность VLF, %	9,90 (5,90; 22,10)	15,65 (10,95; 39,20)	32,75 (27,30; 40,70) *
TP, мс ²	4358,50 (1837,00; 8587,00)	3001,50 (859,00; 6028,00)	794,00 (507,00; 3088,00) *
RMSSD, мс	84,00 (51,00; 131,00)	67,00 (16,50; 106,00)	17,00 (12,00; 28,00) *#
pNN50, %	5,15 (2,20; 24,10)	2,65 (0,50; 24,50)	0,25 (0,00; 2,30) *
LF/HF	0,59 (0,33; 1,32)	1,57 (0,57; 2,34)	2,52 (0,85; 3,05) *

Примечания. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», # – от группы «ИМТ 25–30». ВСР – вариабельность сердечного ритма; ИМТ – индекс массы тела.

нормализации ранее выявленных сдвигов ВСР, характерных для мужчин с повышенным ИМТ (табл. 3). На заключительном этапе в группе лиц с ИМТ > 30 сохранялись только сниженные показатели SDNN, CV и RMSSD – уменьшение общей мощности спектра и вариабельности сердечного ритма, а также повышенный стресс-индекс (SI). Все остальные характеристики возвращались к норме (табл. 3).

По итогам «Оздоровительной программы» был проведен анализ целевых эффектов. Обследование участников показало, что 68,2 % мужчин сохранили исходный интервал значений ИМТ, при этом у 22,7 % участников программы зарегистрировано снижение массы тела более чем на 4 кг. В группе ожирения 35,7 % мужчин снизили массу тела на 4,5–9,5 кг.

Долговременное изменение пищевого режима и уменьшение массы тела на 4,5 кг и более в динамике наблюдения у мужчин с ожирением сопровождалось

статистически значимым снижением стресс-индекса (SI), что приблизило его к значениям нормы (рис. 1).

Нарастание индекса централизации (IC) при ожирении указывает на преобладание автономных влияний в управлении регуляцией вегетативных функций. При снижении массы тела на 4,5 кг и более значение IC приближалось к значениям нормы (рис. 2).

При ожирении у мужчин отмечается выраженное нарастание мощности VLF, в 3 раза превосходящее норму. Снижение массы тела на 4,5 кг и более у мужчин с ожирением способствует нормализации показателя VLF, что приводит к оптимизации ресурсов нейро-гуморальной регуляции (рис. 3).

У мужчин с ожирением регистрируется статистически значимое снижение парасимпатической активности по показателю (HF, %). При снижении массы тела на 4,5 кг и более значение (HF, %) повышается и приходит в норму (рис. 4).

ТАБЛИЦА 3

ПОКАЗАТЕЛИ ВСР У МУЖЧИН ПРИ ТРЕТЬЕМ ОБСЛЕДОВАНИИ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ИМТ

TABLE 3

HRV INDICES IN MEN AT THE THIRD EXAMINATION DEPENDING ON BMI

Показатель	Группы мужчин		
	ИМТ 18–25	ИМТ 25–30	ИМТ > 30
Масса тела, кг	71,14 ± 2,79	88,43 ± 4,84 *	104,56 ± 5,16 *#
ИМТ, кг/м ²	22,73 ± 0,75	27,50 ± 0,67 *	33,06 ± 0,95 *#
ЧСС, уд/мин	60,00 (57,50; 62,50)	77,00 (70,00; 84,75) *	67,00 (62,00; 71,00)
SDNN, мс	98,85 (73,23; 121,40)	45,00 (28,05; 65,85)	37,90 (33,80; 46,00) *
CV, %	8,65 (7,10; 10,95)	6,30 (4,18; 6,85)	4,10 (3,70; 5,40) *
SI, усл. ед.	16,00 (14,50; 34,75)	57,50 (42,25; 212,25)	103,00 (73,00; 135,00) *
IC, усл. ед.	1,40 (1,23; 2,25)	1,70 (1,03; 3,20)	1,80 (0,70; 2,50)
ПАРС, усл. ед.	4,00 (3,00; 5,75)	4,00 (4,00; 4,75)	3,00 (2,00; 4,00)
N _{Aut} , %	0,15 (0,00; 0,30)	0,00 (0,00; 0,00)	0,00 (0,00; 0,30)
Мощность HF, %	41,70 (31,40; 44,05)	37,70 (24,82; 49,93)	36,10 (28,90; 58,90)
Мощность LF, %	40,00 (33,05; 45,75)	33,45 (31,90; 39,35)	39,20 (26,40; 45,30)
Мощность VLF, %	16,10 (10,88; 26,13)	20,25 (14,58; 24,88)	18,60 (14,70; 25,10)
TP, мс ²	4701,50 (1543,50; 11365,00)	1187,00 (698,75; 3059,75)	876,00 (760,00; 1218,00)
RMSSD, мс	104,00 (68,25; 113,50)	48,50 (21,50; 56,75)	39,00 (18,00; 47,00) *
pNN50, %	37,05 (7,38; 49,33)	0,75 (0,53; 2,48)	0,60 (0,30; 11,20)
LF/HF	1,04 (0,84; 1,69)	1,02 (0,68; 1,39)	1,25 (0,45; 1,42)

Примечания. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», # – от группы «ИМТ 25–30». ВСР – вариабельность сердечного ритма; ИМТ – индекс массы тела.

У мужчин с ожирением резко снижен вклад парасимпатического отдела регуляции рNN50 в вегетативный тонус. Однако этот дисбаланс восстанавливается у лиц, которые снизили массу тела на 4,5 кг и более в процессе оздоровительной программы (рис. 5).

Таким образом, снижение массы тела на 4,5 кг и более у мужчин с ожирением приводит к нормализации большинства неблагоприятных сдвигов ВСР.

ОБСУЖДЕНИЕ

В работе Моховой и др. [11] изучались особенности вегетативной регуляции и их связь с пищевым поведением у женщин с разными типами ожирения и с сахарным диабетом 2 типа. Авторы показали, что у женщин с гиноидным типом распределения жира отмечается повышение мощности спектра, как высокочастотных (HF), так и низкочастотных (LF) колебаний, а при андроидном типе распределения жира, наоборот, наблюдалось общее снижение мощности спектра с остаточным доминированием симпатического звена. В наших исследованиях снижение общей мощности спектра вегетативной регуляции (TP) и снижение парасимпатического тонуса (HF) было отмечено у мужчин с ожирением. У молодых людей с избыточной массой тела ВСР характеризовалась менее выраженной парасимпатической активностью по сравнению с таковыми с нормальной массой тела [12]. Повышенный интегральный индекс напряжения (IC) был ассоциирован с накоплением висцеральной жировой ткани. На фоне ожирения отмечалось нарастание значений SDNN, а также редукция парасимпатической и усиление симпатической активности вегетативной нервной системы с преобладанием центрального контура регуляции ритма сердца над автономным. Закономерности, выявленные в работе [12] – снижение парасимпатической и усиление симпатической активности вегетативной нервной системы, прослеживались также и по нашим данным в отношении мужчин с ожирением. Обследование российских мужчин-северян зрелого возраста показало высокую частоту признаков инсулинорезистентности [13]. Эти мужчины характеризовались наличием вегетативного дисбаланса с относительным доминированием симпатической активности на фоне снижения активации парасимпатического звена вегетативной нервной системы и повышенными масс-метрическими характеристиками тела [13]. Изучение ВСР у лиц мужского пола с метаболическим синдромом показало ослабление парасимпатического компонента и нарастание тонуса симпатической нервной системы [14]. Таким образом, анализ литературных данных демонстрирует закономерности влияния ожирения и метаболического синдрома на организм мужчин, основными из которых являются ослабление парасимпатических влияний и нарастание тонуса симпатической нервной системы. Эти закономерности также отчетливо проявлялись в проведенных нами исследованиях.

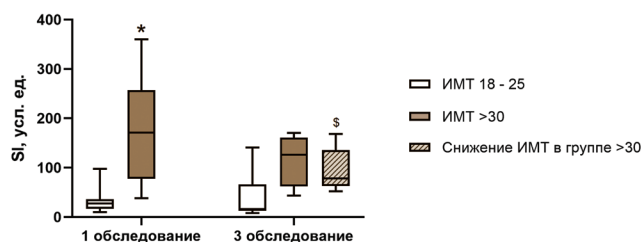


РИС. 1.

Показатели SI у мужчин на 1 и 3 этапах обследования. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», \$ – между 1 и 3 этапом обследования

FIG. 1.

SI indices in men at the 1st and 3rd stages of examination. Statistically significant differences at $p < 0,05$: * – from the group “BMI 18–25”, \$ – between the 1st and 3rd stage of examination

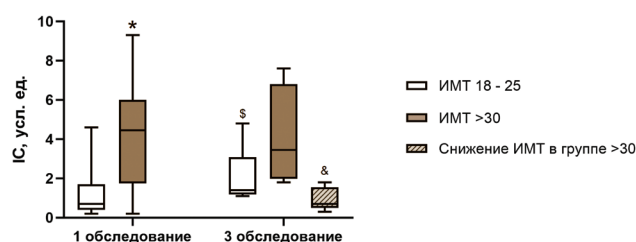


РИС. 2.

Показатели IC у мужчин на 1 и 3 этапах обследования. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», \$ – между 1 и 3 этапом обследования, & – между группами «ИМТ > 30» и «Снижение ИМТ в группе > 30» на 3 этапе обследования

FIG. 2.

IC indices in men at the 1st and 3rd stages of examination. Statistically significant differences at $p < 0,05$: * – from the group “BMI 18–25”, \$ – between the 1st and 3rd stage of examination, & – between the groups “BMI > 30” and “BMI reduction in the group > 30” at the 3rd stage of examination

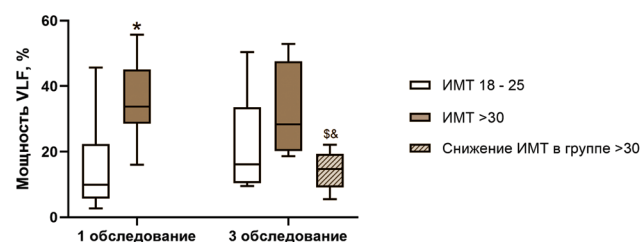


РИС. 3.

Показатели VLF, % у мужчин на 1 и 3 этапах обследования. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», \$ – между 1 и 3 этапом обследования, & – между группами «ИМТ > 30» и «Снижение ИМТ в группе > 30» на 3 этапе обследования

FIG. 3.

VLF, % indices in men at the 1st and 3rd stages of examination. Statistically significant differences at $p < 0,05$: * – from the group “BMI 18–25”, \$ – between the 1st and 3rd stage of examination, & – between the groups “BMI > 30” and “BMI reduction in the group > 30” at the 3rd stage of examination

Следует отметить, что в литературе существует дефицит сведений о роли разгрузочных диет и физической активности, как потенциальных инструментов для нормализации вегетативной регуляции у лиц с избыточной массой тела и ожирением. Практически отсутствуют критерии, определяющие достижение благоприятных эффектов на состояние ВСР при снижении массы тела у лиц с ожирением. Проведенное нами исследование в рамках «Оздоровительной программы» позволяет рекомендовать индивидуальные режимы сбалансированных пищевых рационов и умеренной физической активности в зависимости от возраста и физического состояния мужчин с избыточной массой тела и ожирением для нормализации вегетативной регуляции сердечного ритма.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Проведенная работа демонстрирует, что на начальном этапе оздоровительной программы у мужчин с ожирением общая мощность регуляции ВСР была снижена, отмечался сдвиг симпато-вагусного баланса в сторону преобладания симпатического отдела регуляции, нарастание стресс-индекса и индекса централизации, что характеризует напряжение регуляторных систем. Снижение массы тела на 4,5 кг и более приводило к нормализации большинства патологических сдвигов вегетативной регуляции при условии соблюдения оздоровительных рекомендаций на протяжении длительного периода наблюдения.

Конфликт интересов

Авторы данной статьи заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES

- Дедов И.И., Шестакова М.В., Мельниченко Г.А., Мазурина Н.В., Андреева Е.Н., Бондаренко И.З. и др. Междисциплинарные клинические рекомендации «Лечение ожирения и коморбидных заболеваний». *Ожирение и метаболизм*. 2021; 18(1): 5-99. [Dedov II, Shestakova MV, Melnichenko GA, Mazurina NV, Andreeva EN, Bondarenko IZ, et al. Interdisciplinary Clinical Practice Guidelines "Management of obesity and its comorbidities". *Obesity and metabolism*. 2021; 18(1): 5-99. (In Russ.)]. doi: 10.14341/omet12714
- Вербовой А.Ф., Вербовая Н.И., Долгих Ю.А. Ожирение – основа метаболического синдрома. *Ожирение и метаболизм*. 2021; 18(2): 142-149. [Verbovoy AF, Verbovaya NI, Dolgikh YuA. Obesity is the basis of metabolic syndrome. *Obesity and metabolism*. 2021; 18(2): 142-149. (In Russ.)] doi: 10.14341/omet12707
- Saklayen MG. The Global Epidemic of the Metabolic Syndrome. *Curr Hypertens Rep*. 2018; 20(2): 12. doi: 10.1007/s11906-018-0812-z
- Belenkaya LV, Darenskaya MA, Kolesnikov SI, Sholokhov LF, Danusevich IN, Lazareva LM, et al. Metabol-

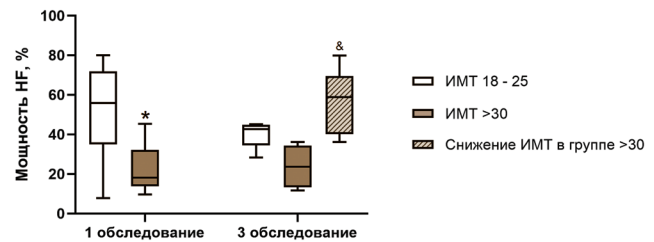


РИС. 4.

Показатели HF, % у мужчин на 1 и 3 этапах обследования. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», & – между группами «ИМТ > 30» и «Снижение ИМТ в группе > 30» на 3 этапе обследования

FIG. 4.

HF, % indices in men at the 1st and 3rd stages of examination. Statistically significant differences at $p < 0,05$: * – from the group "BMI 18–25", & – between the groups "BMI > 30" and "BMI reduction in the group > 30" at the 3rd stage of examination

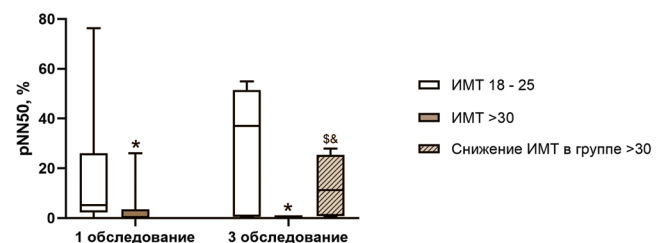


РИС. 5.

Показатели pNN50 у мужчин на 1 и 3 этапах обследования. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * – от группы «ИМТ 18–25», \$ – между 1 и 3 этапом обследования, & – между группами «ИМТ > 30» и «Снижение ИМТ в группе > 30» на 3 этапе обследования

FIG. 5.

pNN50, % indices in men at the 1st and 3rd stages of examination. Statistically significant differences at $p < 0,05$: * – from the group "BMI 18–25", \$ – between the 1st and 3rd stage of examination, & – between the groups "BMI > 30" and "BMI reduction in the group > 30" at the 3rd stage of examination

ic syndrome in reproductive age women of various ethnic groups. Neuroendocrine status and lipid peroxidation system. *Bulletin of Experimental Biology and Medicine*. 2024; 177(6): 705-710. doi: 10.1007/s10517-024-06254-1

5. Даренская М.А., Беленькая Л.В., Колесников С.И., Шолохов Л.Ф., Данусевич И.Н., Лазарева Л.М., и др. Метаболический синдром, ассоциированный с гиперандрогенией в репродуктивном возрасте. Гормональный профиль у женщин различных этносов. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024; 9(5): 150-158. [Darenskaya MA, Belenkaya LV, Kolesnikov SI, Sholokhov LF, Danusevich IN, Lazareva LM, et al. Metabolic syndrome associated with hyperandrogenism in reproductive age. *Acta Biomedica Scientifica*. 2024; 9(5): 150-158. (In Russ.)]. doi: 10.29413/ABS.2024-9.5.16

6. Беленькая Л.В., Сутурина Л.В., Даренская М.А., Аталян А.В., Лазарева Л.М., Надеяева Я.Г., и др. Возрастные детерминанты метаболического синдрома у женщин репродуктивного возраста основных этнических групп Прибайкалья. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023; 8(4):

39-48. [Belenkaya LV, Suturina LV, Darenskaya MA, Atalyan AV, Lazareva LM, Nadelyaeva YaG, et al. Age-related determinants of metabolic syndrome in women of reproductive age of the main ethnic groups of the Baikal region. *Acta Biomedica Scientifica*. 2023; 8(4): 39-48. (In Russ.). doi: 10.29413/ABS.2023-8.4.5

7. Čolak E, Pap D, Nikolić L, Vicković S. The impact of obesity to antioxidant defense parameters. *J Med Biochem*. 2020; 39(3): 346–354. doi: 10.2478/jomb-2019-0051

8. Баевский Р.М., Иванов Г.Г., Чирейкин Л.В., Гаврилушкин А.П., Довгалецкий П.Я., Кукушкин Ю.А. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем (методические рекомендации). *Вестник аритмологии*. 2001; 24(6): 69–85. [Baevskij RM, Ivanov GG, Chirejkin LV, Gavrilushkin AP, Dovgalevskij PYa, Kukushkin YuA, et al. Analysis of heart rate variability using different electrocardiographic systems (methodological recommendations). *Arrhythmology Bulletin*. 2001; 24(6): 69–85 (In Russ.).]

9. Яблучанский Н.И., Мартыненко А.В. Вариабельность сердечного ритма. Помощь практическому врачу. Харьков: КНУ; 2010: 131. [Yabluchanskij NI, Martynenko AV. Heart rate variability. Help for the practical doctor. Kharkov: KNU; 2010: 131 (In Russ.).]

10. Фролов А.В., Мрочек А.Г., Вайханская Т.Г. Электрическая нестабильность миокарда: механизмы развития, диагностика, клиническое значение. Минск: Бел. наука; 2014: 229. [Frolov AV, Mrochek AG, Vajhanskaya TG. Myocardial electrical instability: mechanisms of development, diagnosis, clinical significance. Minsk: Bel. science; 2014: 229 (In Russ.).]

11. Мохова И.Г., Пинхасов Б.Б., Селятицкая В.Г. Оценка вариабельности сердечного ритма во взаимосвязи с нарушениями пищевого поведения у женщин с разными типами ожирения и сахарным диабетом

2 типа. *Сибирский научный медицинский журнал*. 2018; 38(3): 43–48. [Mokhova IG, Pinkhasov BB, Selyatitskaya VG. Assessment of heart rate variability in interrelationship with eating behavior disorders in women with different type of obesity and type 2 diabetes. *Sibirskij Nauchnyj Medicinskij Zhurnal*. 2018; 38(3): 43–48. (In Russ.). doi: 10.15372/SSMJ20180306

12. Горбань В.В., Меньших В.С., Горбань Е.В. 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. [Gorban VV, Menshix VS, Gorban EV. Gorban 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.). doi: 10.21886/2712-8156-2021-2-1-76-82

13. Аверьянова И.В. Влияние признаков инсулинорезистентности на показатели вариабельности сердечного ритма в группе мужчин зрелого возраста, проживающих в условиях Российского Севера. *Ожирение и метаболизм*. 2023; 20(3): 201–207. [Averyanova IV. The influence of insulin resistance variables on heart rate variability indices in mature men under Russia's north conditions. *Obesity and metabolism*. 2023; 20(3): 201–207. (In Russ.). doi: 10.14341/omet13004

14. Хапалюк А.В., Подобед В.М., Кузьменко А.Т., Слипченко Э.Г. Вариабельность сердечного ритма у больных с метаболическим синдромом. *Проблемы здоровья и экологии*. 2005; (1): 90–95. [Khapaliuk AV, Podobed VM, Kuzmenko AT, Slipchenko EG. Variability of the heart rhythm at patients with the metabolic syndrome. *Problemy zdorov'ya i ekologii*. 2005; (1): 90–95. (In Russ.). doi: 10.51523/2708-6011.2005-2-1-17

Сведения об авторах

Митюкова Татьяна Алексеевна – кандидат биологических наук, доцент, главный научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта Института физиологии НАН Беларуси, e-mail: mityukovat@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7503-6634>

Басалай Анастасия Александровна – научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта Института физиологии НАН Беларуси, e-mail: anastasiya.basalay@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1878-9623>

Кохан Светлана Болеславовна – старший научный сотрудник центра аэрокосмической биомедицины и реабилитации Института физиологии НАН Беларуси, e-mail: skohan1@yandex.by

Полулях Ольга Евгеньевна – старший научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта Института физиологии НАН Беларуси, e-mail: oilipol@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9884-2122>

Костюченко Никита Сергеевич – младший научный сотрудник лаборатории физиологии питания и спорта Института физиологии НАН Беларуси, e-mail: nkostuchenko888@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-9121-6680>

Даренская Марина Александровна – доктор биологических наук, профессор РАН, главный научный сотрудник лаборатории патофизиологии ФГБНУ “Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека”, e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3255-2013>

Рычкова Любовь Владимировна – доктор медицинских наук, член-корреспондент РАН, директор ФГБНУ “Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека”, e-mail: rychkova.nc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0117-2563>

Колесников Сергей Иванович – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, главный научный сотрудник ФГБНУ “Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека”, e-mail: sikolesnikov1@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2124-6328>

Семенова Наталья Викторовна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник лаборатории патофизиологии ФГБНУ “Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека”, e-mail: natkor_84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6512-1335>

Колесникова Любовь Ильинична – доктор медицинских наук, профессор, академик РАН, научный руководитель ФГБНУ “Научный центр проблем здоровья семьи и репродукции человека”, e-mail: kolesnikova20121@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3354-2992>

Information about the authors

Tatyana A. Mityukova – Cand. Sc. (Biol.), Associate Professor, Chief Researcher at the Laboratory of Nutrition and Sports Physiology, Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus; e-mail: mityukovat@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0009-7503-6634>

Anastasiya A. Basalai – Researcher at the Laboratory of Nutrition and Sports Physiology, Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus; e-mail: anastasiya.basalay@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-1878-9623>

Svetlana B. Kokhan – Senior Researcher at the Aerospace Biomedicine and Rehabilitation Centre, Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus; e-mail: skohan1@yandex.by

Olga Y. Poluliakh – Senior Researcher at the Laboratory of Nutrition and Sports Physiology, Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus; e-mail: oilipol@yandex.ru, <https://orcid.org/0009-0004-9884-2122>

Nikita S. Kastsyuchenka – Junior Researcher at the Laboratory of nutrition and sports physiology, Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus; e-mail: nkostuchenko888@gmail.com, <https://orcid.org/0009-0000-9121-6680>

Marina A. Darenskaya – Dr. Sc. (Biol.), Professor of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher of the Laboratory of Pathophysiology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: marina_darenskaya@inbox.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3255-2013>

Lyubov V. Rychkova – Dr. Sc. (Med.), Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Director of the Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: rychkova.nc@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-0117-2563>

Sergey I. Kolesnikov – Dr. Sc. (Med.), Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Chief Researcher, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems; e-mail: sikolesnikov1@rambler.ru, <https://orcid.org/0000-0003-2124-6328>

Natalya V. Semenova – Dr. Sc. (Biol.), Chief Researcher, Laboratory of Pathophysiology, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, e-mail: natkor_84@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-6512-1335>

Lyubov I. Kolesnikova – Dr. Sc. (Med.), Professor, Member of the Russian Academy of Sciences, Academic adviser, Scientific Centre for Family Health and Human Reproduction Problems, kolesnikova20121@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-3354-2992>