

ПОКАЗАТЕЛИ РИТМА СЕРДЦА И ДИСПЕРСИОННОГО КАРТИРОВАНИЯ ЭЛЕКТРОКАРДИОГРАММЫ У МУЖЧИН И ЖЕНЩИН, ПОСТУПАЮЩИХ НА ОЗДОРОВЛЕНИЕ В САНАТОРИЙ «ИСЛОЧЬ»

Митюкова Т. А.¹, Кохан С. Б.¹, Басалай А. А.¹, Костюченко Н. С.¹, Полулях О. Е.¹, Лемешко Е. В.¹, Карпович Ж. А.², Чешик А. А.²

¹Государственное научное учреждение «Институт физиологии Национальной академии наук Беларуси», Минск, Республика Беларусь.

²Республиканское санаторно-курортное унитарное предприятие «Санаторий «Ислочь» Национальной академии наук Беларуси», Минская область, Республика Беларусь

Реферат. Отдых в санатории позволяет провести коррекцию ряда хронических заболеваний, а также пересмотреть привычный образ жизни и стимулировать тенденцию к оздоровлению. Цель работы — провести антропометрическое и электрофизиологическое обследование участников оздоровительной программы, направленной на выявление и коррекцию последствий избыточной массы тела и ожирения. Включение в оздоровительную программу проводили в санатории «Ислочь», дальнейшее обследование проходило на базе Института физиологии НАН Беларуси. Оценивали вариабельность ритма сердца (ВРС) и проводили дисперсионное картирование электрокардиограммы (ЭКГ). Выявлено, что у мужчин с ожирением общая мощность спектра нейрогуморальной регуляции ВРС снижена и регистрируется сдвиг симпато-парасимпатического баланса в сторону преобладания симпатической регуляции, а также нарастание стресс-индекса. Электрофизиологические показатели миокарда у женщин были относительно стабильными. Полученные данные демонстрируют целесообразность проведения антропометрических и электрофизиологических исследований для инициации активного оздоровления, профилактики и выявления отклонений вегетативной регуляции у лиц, отдыхающих в санатории.

Ключевые слова: избыточная масса тела, ожирение, дисперсионное картирование электрокардиограммы, вариабельность ритма сердца.

Введение. Способность к депонированию жира была необходима организму для выживания в трудных экологических и сезонных условиях и являлась эволюционным преимуществом, что способствовало ее закреплению у выжившего потомства. Однако для современных людей склонность к ожирению превращается в серьезную проблему, которая влечет за собой многочисленные негативные последствия. По данным ВОЗ в большинстве развитых стран Европы ожирением страдает около 25 % взрослого населения.

Интерес к проблеме ожирения повсеместно усиливается. Во всех средствах массовой информации встречаются формулировки: «Ожирение — эпидемия XXI века», «Ожирение — глобальная катастрофа» и другие. На сегодня санаторные программы, и в частности программа санатория «Ислочь» НАН Беларуси, дают возможность пройти начальный курс оздоровления и получить мотивацию для дальнейшего улучшения состояния здоровья, ориентируя отдыхающих на здоровый образ жизни. На начальном этапе оздоровления целесообразно проводить оценку антропометрических характеристик в сочетании с показателями состояния сердечно-сосудистой системы и вегетативной регуляции в зависимости от индекса массы тела (ИМТ), что необходимо для дальнейшего мониторинга состояния здоровья.

Цель работы — провести антропометрическое и электрофизиологическое обследование участников оздоровительной программы, направленной на выявление и коррекцию последствий избыточной массы тела и ожирения.

Материалы и методы. На основе информированного согласия отдыхающие включались в оздоровительную программу в период пребывания в санатории «Ислочь». Критерии включения: осознанное желание перейти к здоровому образу жизни и начать оздоровительный процесс в период пребывания в санатории. Критерии исключения: онкологическая патология; психическая патология и психические и поведенческие расстройства вследствие употребления психоактивных веществ; наличие острой либо обострение любой хронической патологии; отказ от участия в исследовании. Участники программы получали направление в Институт физиологии НАН Беларуси для последующего обследования и динамического наблюдения.

На начальном этапе работы первичное обследование прошли 35 человек (мужчин — 11, женщин — 24), возраст 25–65 лет. Антропометрическое обследование включало измерение массы тела (кг) и роста (м) с использованием

весов Tanita и ростомера медицинского РМ соответственно и расчет ИМТ ($\text{ИМТ} = \text{масса тела} / \text{рост}^2$). Все обследованные были разделены на группы в зависимости от ИМТ: 18–25 кг/м² (норма), 25–30 кг/м² (избыточная масса тела) и > 30 кг/м² (ожирение).

Оценку состояния миокарда проводили с помощью метода дисперсионного картирования ЭКГ [1, 2] с использованием аппаратно-программного комплекса «Экосан». Применяли программное обеспечение «Кардиовизор-06с» («Медицинские Компьютерные Системы», Россия). Метод основан на информационно-топологической модели микроколебаний сигнала ЭКГ, величина которых составляет 3–5 % от амплитуды зубца R и позволяет оценить характер и степень нарушений электрофизиологических свойств миокарда, обусловленных метаболическим состоянием сердечной мышцы. Эти показатели невозможно определить при регистрации классической ЭКГ. Суммарная величина площади отклонений G1–G9 образует интегральный показатель «Миокард», который варьирует в диапазоне 0–100 % (норма < 15 %). Интегральный индекс «Ритм» характеризует вариабельность значений RR интервалов и изменяется в диапазоне 0–100 % (норма < 40 %). Оценивали интегральные индексы «Миокард», «Ритм» и «Пульс» (норма 60–90 уд./мин). С помощью программного обеспечения «Варикард» проводили оценку ВРС [3] с анализом следующих показателей: частота сердечных сокращений (ЧСС, уд./мин), стандартное отклонение полного массива кардиоинтервалов RR (SDNN, мс), коэффициент вариации (CV, %), индекс напряжения регуляторных систем (SI), индекс централизации (IC), число аритмий (N_{Арт}, %), 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), период максимума спектра LF (LF max, с), показатель симпато-парасимпатического баланса (LF/HF). Адаптационные резервы обследуемых оценивали на основе интегрального показателя активности регуляторных систем (ПАРС), учитывающего отклонения показателей ВРС 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 [3].

Статистическую обработку полученных данных проводили с использованием параметрических либо непараметрических методов статистики в зависимости от нормального либо отклоняющегося от нормального распределения величин с использованием лицензионного программного обеспечения Statistica 10.0 (Tibco, США). Соответственно результаты выражали в виде средних величин и средней ошибки ($X \pm Sx$) либо

в виде медиан и процентилей (Me [25; 75]). Сравнение между группами осуществляли с использованием t-критерия Стьюдента либо U-критерия Манна–Уитни. Отличия между группами считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Основные характеристики обследованных лиц представлены в таблице 1. Группы обследованных мужчин и женщин были сопоставимы по среднему возрасту ($(48,4 \pm 4,4)$ и $(47,2 \pm 2,0)$ лет соответственно), а также по средним значениям ИМТ ($(28,0 \pm 1,8)$ и $(29,5 \pm 1,0)$ кг/м² соответственно).

Таблица 1 – Средние возрастные характеристики и биометрические показатели в группах мужчин и женщин при первичном обследовании, $X \pm Sx$

Показатель	Группы		p
	Мужчины, n=11	Женщины, n=24	
Возраст, лет	$48,4 \pm 4,4$	$47,2 \pm 2,0$	$>0,05$
Рост, см	$174,1 \pm 1,7$	$165,8 \pm 1,0^*$	$<0,05$
Масса тела, кг	$84,8 \pm 5,5$	$81,2 \pm 3,0$	$>0,05$
ИМТ, кг/м ²	$28,0 \pm 1,8$	$29,5 \pm 1,0$	$>0,05$

Примечание. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * — от группы «Мужчины».

Как видно из данных таблицы 2, у мужчин с ожирением выявлены многочисленные статистически значимые сдвиги показателей ВРС, характеризующие отклонения от контроля (ИМТ в пределах нормы). Снижение показателя SDNN, который является мерой изменения ЧСС, отражая все циклические компоненты, ответственные за изменчивость ВРС, демонстрирует снижение адаптивных возможностей ВРС [3–5]. Снижение показателя CV указывает на снижение ВРС, что может свидетельствовать об усталости либо о подавлении вегетативной регуляции на фоне стресса. Сниженные значения SDNN и CV свидетельствуют об уменьшении функциональных

резервов организма [3–5]. Повышение значения SI подтверждает напряжение регуляторных систем организма – наличие компенсированного дистресса.

Наращение показателя IC свидетельствует о преобладании автономных (сегментарных) влияний в управлении процессом регуляции физиологических функций [3–5].

Относительно устойчивое срединное значение ПАРС соответствует напряжению функциональных систем на уровне донозологического и преморбидного (переходных) состояний в обследованных группах, но не выходит за пределы физиологической адаптации.

Таблица 2 – Показатели ВРС у мужчин в зависимости от ИМТ, Me [25; 75]

Показатель	Группы		p
	Мужчины с ИМТ 18–25	Мужчины с ИМТ > 30	
ЧСС, уд/мин	65,0 [48,0; 75,5]	75,0 [70,0; 78,0]	$>0,05$
SDNN, мс	119,2 [78,7; 184,5]	28,3 [24,8; 44,9]*	$<0,05$
CV, %;	11,5 [7,5; 20,5]	3,45 [3,25; 5,30]*	$<0,05$
SI, у. е.	11,5 [11,0; 18,0]	206,5 [124,0; 301,0]*	$<0,05$
IC, у. е.	1,2 [0,6; 1,8]	6,4 [5,2; 8,2]*	$<0,05$

Окончание табл. 2

ПАРС, у. е.	6,0 [6,0; 6,0]	5,0 [4,0; 6,0]	>0,25
N _{Арт} , %	1,5 [0,8; 2,1]	0,55 [0,15; 0,80]	>0,05
Мощность HF, %	47,9 [36,3; 66,7]	13,55 [11,10; 16,40]*	<0,05
Мощность LF, %	37,7 [29,0; 43,0]	36,35 [32,90; 41,00]	>0,99
Мощность VLF, %	13,0 [5,3; 20,7]	51,9 [43,7; 55,0]*	<0,05
TP, мс ²	12318,0 [5254,0; 24830,0]	732,0 [567,0; 2139,0]*	<0,05
RMSSD, мс	133,0 [89,0; 234,0]	12,5 [10,0; 21,0]*	<0,05
pNN50, %	19,1 [8,6; 50,2]	0,0 [0,0; 3,4]*	<0,05
LF max, с	20,7 [13,2; 22,0]	15,2 [12,7; 20,5]	>0,75
LF/HF	0,9 [0,5; 1,2]	2,7 [2,3; 3,3]*	<0,05

Примечание. Статистически значимые различия при $p < 0,05$: * — от группы мужчин с ИМТ 18 – 25.

При оценке показателей спектрального анализа ВРС у мужчин было выявлено статистически значимое снижение парасимпатической активности – мощность HF (%) в группе ожирения была в 3 раза ниже, чем в группе с нормальной массой тела, индекс LF/HF был статистически значимо повышен при ожирении.

Отмечено статистически значимое снижение вклада парасимпатического отдела вегетативной нервной системы в общий вегетативный тонус по показателям RMSSD и pNN50.

Выявлено резкое 4-кратное нарастание мощности VLF (%) у мужчин с ожирением, что свидетельствовало о повышении активности нейрогуморальной регуляции – ангиотензиновой, терморегуляторной, хеморецептивной систем. Данный факт демонстрирует дополнительное привлечение ресурсов организма [3–5].

Статистически значимое снижение показателя TP у мужчин с ожирением может указывать на уменьшение внутренних ресурсов, необходимых для восстановления при заболеваниях и стрессах, а также на преобладание гипоергических вариантов реагирования [3–5].

Таким образом, у мужчин с ожирением общая мощность регуляции ВРС была снижена, отмечался сдвиг симпато-парасимпатического баланса в сторону преобладания симпатического отдела регуляции, а также нарастание стресс-индекса, характеризующее снижение адаптации и напряжение регуляторных систем. Проведение дисперсионного картирования ЭКГ у мужчин в зависимости от ИМТ не выявило статистически значимых отклонений (таблица 3).

Таблица 3 – Показатели дисперсионного картирования ЭКГ у мужчин в зависимости от ИМТ, Ме [25; 75]

Показатель	Группы		p
	Мужчины с ИМТ 18–25	Мужчины с ИМТ > 30	
Миокард, %	14,5 [10,5; 15,0]	13,0 [12,0; 14,5]	>0,50
Ритм, %	47,5 [23,5; 74,5]	46,0 [26,0; 54,0]	>0,75
Пульс, уд/мин	63,0 [49,5; 72,5]	75,5 [71,5; 79,5]	>0,05
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	122,5 [120,0; 142,5]	135,0 [122,5; 145,0]	>0,75
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	80,0 [75,0; 80,0]	80,0 [80,0; 81,5]	>0,25

Результаты исследования ВРС у женщин представлены в таблице 4. У женщин с избыточной массой тела и ожирением отмечалась тенденция к уменьшению значений SDNN и CV, не достигающая статистической значимости, но по направленности изменений сходная с таковыми у мужчин. Показана вариабельность интегрального показателя ПАРС на уровне преморбидного

(переходного) состояния при различных значениях ИМТ. При оценке параметров спектрального анализа ВРС была выявлена вариабельность значений LF (%) в зависимости от ИМТ. Колебания уровня LF (%), по-видимому, отражают нестабильность симпатической составляющей вегетативной регуляции у женщин с избыточной массой тела.

Таблица 4 – Показатели ВРС у женщин в зависимости от ИМТ, Ме [25; 75]

Показатель	Группы			p
	Женщины с ИМТ 18–25	Женщины с ИМТ 25–30	Женщины с ИМТ > 30	
ЧСС, уд./мин	68,0 [62,0; 77,0]	72,0 [69,5; 77,0]	74,0 [71,0; 77,0]	>0,05
SDNN, мс	113,2 [20,4; 306,5]	43,3 [31,3; 55,0]	53,2 [27,5; 54,8]	>0,25
CV, %	14,5 [2,3; 31,5]	5,6 [3,6; 7,2]	6,3 [3,5; 6,8]	>0,25
SI, у. е.	44,0 [11,0; 335,0]	106,5 [34,5; 185,0]	34,0 [33,0; 212,0]	>0,75
IC, у. е.	0,8 [0,2; 4,8]	2,8 [1,6; 3,4]	0,4 [0,4; 4,0]	>0,25
ПАРС, у. е.	6,0 [4,0; 7,0]	3,5 [2,0; 4,5]*	6,0 [5,0; 7,0]	<0,05
N _{Arr} , %	0,8 [0,0; 3,3]	0,1 [0,0; 0,5]	0,3 [0,0; 0,3]	>0,25
Мощность HF, %	54,3 [17,2; 80,1]	26,9 [22,8; 38,8]	72,9 [20,2; 73,1]	>0,25
Мощность LF, %	23,1 [18,8; 47,4]	39,85 [32,0; 43,7]*	18,2 [17,2; 25,3]	<0,05
Мощность VLF, %	22,6 [1,2; 35,4]	33,7 [22,5; 40,8]	10,0 [8,6; 50,4]	>0,05
TP, мс ²	10922,0 [404,0; 62592,0]	961,5 [743,0; 1788,5]	1901,0 [642,0; 2187,0]	>0,25
RMSSD, мс	151,0 [12,0; 328,0]	31,0 [19,5; 46,5]	60,0 [18,0; 66,0]	>0,25
pNN50, %	3,7 [0,0; 20,3]	1,1 [0,7; 10,5]	0,5 [0,0; 0,9]	>0,05
LF max, с	10,5 [7,5; 22,3]	14,2 [9,5; 24,1]	13,7 [13,3; 16,8]	>0,25
LF/HF	0,4 [0,2; 2,8]	1,4 [1,2; 1,6]	0,3 [0,2; 1,3]	>0,05

Примечание. Достоверные значимые различия при p < 0,05: * — от группы женщин с ИМТ > 30.

Следует отметить, что избыточная масса тела и ожирение у женщин в меньшей степени влияли на показатели ВРС, чем это было показано выше у мужчин.

По данным дисперсионного картирования у женщин не было выявлено статистически значимых отличий в зависимости от ИМТ (таблица 5).

Таблица 5 – Показатели дисперсионного картирования у женщин в зависимости от ИМТ, Ме [25; 75]

Показатель	Группы			p
	Женщины с ИМТ 18–25	Женщины с ИМТ 25–30	Женщины с ИМТ > 30	
Миокард, %	16,0 [12,0; 20,0]	14,5 [14,0; 18,0]	14,0 [12,0; 15,0]	>0,25
Ритм, %	44,0 [26,0; 45,0]	30,5 [11,5; 41,5]	30,0 [22,0; 62,0]	>0,20
Пульс, уд./мин	74,0 [66,0; 81,0]	71,5 [69,5; 78,5]	72,0 [70,0; 77,0]	>0,50
Систолическое артериальное давление, мм рт. ст.	125,0 [100,0; 140,0]	121,5 [118,5; 130,0]	130,0 [122,0; 132,0]	>0,25
Диастолическое артериальное давление, мм рт. ст.	79,0 [70,0; 80,0]	77,5 [71,5; 85,5]	81,0 [80,0; 90,0]	>0,05

Полученные данные соответствуют представлениям о причинах электрической нестабильности миокарда и напряжения регуляторных систем [4–6], а также результатам медицинского обследования лиц, страдающих ожирением, артериальной гипертензией и сахарным диабетом 2-го типа [7]. Очевидно, что выявление признаков формирующейся сердечно-сосудистой патологии целесообразно проводить на ранних этапах

заболевания, когда актуальна своевременная инициация активного оздоровления и переход к здоровому образу жизни.

Заключение. Таким образом, по итогам проведенных электрофизиологических исследований было выявлено, что у мужчин с ожирением общая мощность спектра нейрогуморальной регуляции ВРС снижена, наблюдаются нарушения симпато-парасимпатического равновесия в

сторону преобладания симпатического отдела регуляции, нарастание стресс-индекса, характеризующее напряжение регуляторных систем. Вместе с тем электрофизиологические показатели миокарда у женщин при избыточной массе тела и ожирении остаются относительно стабильными.

Полученные данные демонстрируют целесообразность проведения антропометрических и электрофизиологических исследований для инициации активного оздоровления, профилактики и выявления отклонений вегетативной регуляции на донозологическом уровне диагностики.

Список цитированных источников

1. Возможности метода дисперсионного картирования ЭКГ для оценки распространенности сердечно-сосудистых заболеваний / А. Н. Бритов [и др.] // Кардиоваскулярная терапия и профилактика. – 2010. – № 3. – С. 98–105.
2. Иванов, Г. Г. Дисперсионное ЭКГ картирование: теоретические основы и клиническая практика / Г. Г. Иванов, А. С. Сула. – Москва : Техносфера, 2009. – 190 с.
3. Анализ variability сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем : методические рекомендации / Р. Баевский [и др.] // Вестник аритмологии. – 2001. – Т. 24. – С. 69–85.
4. Вегетативные расстройства. Клиника, диагностика, лечение / под ред. А. М. Вейна. – Москва : Медицинское информационное агентство, 2003. – 752 с.
5. Яблучанский, Н. И. Variability сердечного ритма. Помощь практическому врачу / Н. И. Яблучанский, А. В. Мартыненко. – Харьков : КНУ, 2010. – 131 с.
6. Электрическая нестабильность миокарда: механизмы развития, диагностика, клиническое значение / А. В. Фролов [и др.]. – Минск : Беларус. навука, 2014. – 229 с.
7. Мохова, И. Г. Оценка variability сердечного ритма во взаимосвязи с нарушениями пищевого поведения у женщин с разными типами ожирения и сахарным диабетом 2-го типа / И. Г. Мохова, Б. Б. Пинхасов, В. Г. Селятицкая // Сибирский научный медицинский журнал. – 2018. – Т. 38, № 3. – С. 43–48.

Heart rhythm and electrocardiogram dispersion mapping parameters in men and women entering the sanatorium «Isloch» for recuperation

Mityukova T. A.¹, Kokhan S. B.¹, Basalai A. A.¹, Kastiuchenka M. S.¹, Poluliakh O. Y.¹, Lemeshko Y. V.¹, Karpovich J. A.², Cheshik A. A.²

¹The State Scientific Institution "Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus", Minsk, Republic of Belarus;

²Republican sanatorium-resort Unitary Enterprise "Sanatorium Isloch" of the National Academy of Sciences of Belarus, Minsk region, Republic of Belarus

Rest in a sanatorium allows you to correct a number of chronic diseases, as well as to revise the usual way of life and stimulate the tendency to recovery. The aim of the work is to conduct an anthropometric and electrophysiological examination of the participants of a health improvement program aimed at identifying and correcting the consequences of overweight and obesity. Inclusion in the health improvement program was carried out in the sanatorium "Isloch", further examination was carried out at the Institute of Physiology of the National Academy of Sciences of Belarus. Heart rate variability (HRV) was assessed and electrocardiogram (ECG) variance mapping was performed. It was revealed that in obese men the total power of the spectrum of neurohumoral regulation of HRV is reduced and a shift of sympatho-parasympathetic balance towards the predominance of sympathetic regulation is registered, as well as an increase in stress-index. Myocardial electrophysiologic parameters in women were relatively stable. The data obtained demonstrate the expediency of anthropometric and electrophysiological studies for the initiation of active health improvement, prevention and detection of deviations in autonomic regulation in persons resting in a sanatorium.

Keywords: overweight, obesity, ECG dispersion mapping, heart rate variability.

Поступила 05.06.2024