

ПРОФИЛАКТИЧЕСКИЙ ПОТЕНЦИАЛ МЕТОДИК БИОИМПЕДАНСОМЕТРИИ И ВАРИАБЕЛЬНОСТИ РИТМА СЕРДЦА В АМБУЛАТОРНОЙ ПРАКТИКЕ

*Кафедра поликлинической терапии с курсом ОВП (СМ) ФПК и ППС
ГБОУ ВПО «Кубанский государственный медицинский университет» Минздрава России,
Россия, 350063, г. Краснодар, ул. Седина, 4; тел. 89882463412. E-mail: gorbannv@mail.ru*

В статье отражено применение методик биоимпедансометрии и вариабельности ритма сердца (ВРС) у молодых людей для выявления ранних функциональных изменений композитного состава тела и вегетативной регуляции ритма сердца, ассоциированных с физической активностью (ФА), массой тела и стрессом. Выявлена высокая распространенность низкой ФА (45,2%), избыточной массы тела и ожирения (41,0%). Уровень висцерального жира является ранним индикатором избыточной массы тела и ожирения, низкой ФА, высокого уровня стресса и повышенной симпатической активности вегетативной нервной системы.

Ключевые слова: биоимпедансометрия, вариабельность ритма сердца, ожирение, висцеральный жир, профилактика.

V. V. GORBAN, K. S. CHERNOGLAZOV, E. V. GORBAN

PREVENTIVE POTENTIAL OF BIOIMPEDANCMETRIA AND HEART RATE VARIABILITY
METHODS IN AMBULATORY PRACTICE

*Chair of polyclinic therapy Kuban state medical university of Ministry of health of the Russian Federation,
Russia, 350063, Krasnodar, Sedina str., 4; tel. 89882463412. E-mail: gorbannv@mail.ru*

The article describes the use of techniques bioimpedancmetria and heart rate variability (HRV) among young people to identify early functional changes in the composition of the composite body and the vegetative regulation of heart rhythm associated with physical activity (PA), body weight and stress. Determined a high prevalence of low PA (45,2%), overweight and obesity (41,0%). The level of visceral fat is an early indicator of overweight and obesity, low PA, high levels of stress and increased sympathetic activity of the autonomic nervous system.

Key words: bioimpedancmetria, heart rate variability, obesity, visceral fat, prevention.

В связи с широким распространением метода исследования вариабельности ритма сердца (ВРС) в научно-исследовательской сфере совершенно очевидным является его использование в амбулаторной практике. В настоящее время ВРС признается в качестве универсального неинвазивного метода изучения оценки состояния вегетативной регуляции сердечной деятельности не только в диагностических [8], но и в профилактических целях [15]. Изучение ВРС является перспективным исследованием для раннего выявления пограничных состояний между здоровьем и болезнью, а также для контроля функционального состояния и адаптационных резервов организма человека [11, 17] путем отдельной оценки симпатического и парасимпатического тонуса [4, 15] вегетативной нервной системы (ВНС). Сочетанное применение методов биоимпедансометрии и оценки ВРС в амбулаторной практике требует обоснованных показаний.

Цель исследования – изучить возможности применения методик биоимпедансометрии и вариабель-

ности ритма сердца в профилактических целях у молодых людей для выявления ранних доклинических функциональных изменений композитного состава тела человека и вегетативной регуляции ритма сердца, ассоциированных отдельно или в комбинациях с низкой физической активностью и/или повышенным индексом массы тела и/или стрессом.

Материалы и методы

В исследование были включены молодые люди в возрасте от 18 до 25 лет с индексом массы тела (ИМТ) в диапазоне 15,0–39,9 кг/м², уровнем систолического артериального давления (САД) <140 мм рт. ст., диастолического артериального давления (ДАД) < 90 мм рт. ст. Критерии невключения предусматривали наличие острых инфекционных и хронических неинфекционных заболеваний (сердечно-сосудистых, бронхолегочных, онкологических и метаболических, включая сахарный диабет), врожденной патологии внутренних органов, психических расстройств, а также период беременности и лактации у женщин.

Были обследованы 210 студентов медицинского вуза со средним возрастом $22,1 \pm 0,4$ года, которые в зависимости от ИМТ были разделены на четыре группы: 1-я – 20 человек с ИМТ $< 18,5$ кг/м², 2-я – 104 человека с ИМТ $18,5$ – $24,9$ кг/м², 3-я – 49 человек с ИМТ $25,0$ – $29,9$ кг/м² и 4-я – 37 человек с ИМТ $\geq 30,0$ кг/м². Расчет ИМТ производили по формуле: ИМТ=вес(кг)/рост(м²). Выделяли следующие уровни физической активности (ФА) [3]: низкий, умеренный и высокий. В зависимости от степени привычной ФА студентов были определены 95 человек с низкой, 83 – с умеренной и 32 – с высокой ФА. Изучение уровня психологического стресса проводилось по опроснику Reeder [13], предусматривающему следующую балльную оценку (для мужчин и женщин соответственно): низкий (3,01–4 и 2,83–4), средний (2,01–3 и 1,83–2,82) и высокий (1–2 и 1–1,82) уровень

стресса. Инструментальное обследование включало измерение артериального давления (АД), окружности талии (ОТ), биоимпедансометрию и регистрацию ЭКГ. Биоимпедансометрия проводилась анализатором «Tanita BC-418 MA» («Tanita Corporation», Япония) с изучением состава тела по жировой, безжировой массе, содержанию жидкости в организме и уровню висцерального жира (ВЖ в норме 1–9 усл. ед.) [7]. Для выявления возможных ранних функциональных изменений со стороны сердечно-сосудистой системы, обусловленных изменением композитного состава тела человека, мы предприняли попытку выделения следующих значений уровней ВЖ: низкий – < 5 усл. ед., промежуточный – от 5 до 9 усл. ед. и высокий – > 9 усл. ед. Мониторирование ЭКГ и ВРС проводилось аппаратом «BTL-08 ECG HOLTER H100» на коротких 10-минутных промежутках.

Таблица 1

Общая характеристика обследованных молодых людей

Показатель	Группы и число обследованных		P
	Юноши (n=102)	Девушки (n=108)	
Возраст, годы	$22,1 \pm 0,4$	$22,1 \pm 0,4$	–
Рост, см	$179,5 \pm 0,7$	$166,4 \pm 0,5^*$	0,000
Масса тела, кг	$82,9 \pm 1,8$	$65,6 \pm 2,0^*$	0,000
ИМТ, кг/м ²	$25,7 \pm 0,6$	$23,7 \pm 0,5^*$	0,011
ИМТ $< 18,5$ кг/м ² , %	$3,8 \pm 1,9$ n=4	$14,8 \pm 3,5^*$ n=16	0,007
ИМТ $18,5$ – $24,9$ кг/м ² , %	$48,0 \pm 5,0$ n=49	$50,9 \pm 4,9$ n=55	0,679
ИМТ $25,0$ – $29,9$ кг/м ² , %	$29,4 \pm 4,6$ n=30	$17,6 \pm 3,7^*$ n=19	0,031
ИМТ ≥ 30 кг/м ² , %	$18,6 \pm 3,9$ n=19	$16,7 \pm 3,6$ n=18	0,720
ОТ (у юношей < 94 см; у девушек < 80 см), %	$67,6 \pm 4,7$ n=69	$66,7 \pm 4,6$ n=72	0,891
ОТ (у юношей 94 – 102 см; у девушек 80 – 88 см), %	$16,7 \pm 3,7$ n=17	$14,8 \pm 3,5$ n=16	0,709
ОТ (у юношей > 102 см; у девушек > 88 см), %	$15,7 \pm 3,6$ n=16	$18,5 \pm 3,8$ n=20	0,594
Общее содержание жира, %	$17,3 \pm 0,7$	$28,3 \pm 0,8^*$	0,000
Содержание туловищного жира, %	$18,0 \pm 0,8$	$25,9 \pm 1,0^*$	0,000
Уровень висцерального жира, усл. ед.	$4,2 \pm 0,3$	$2,8 \pm 0,2^*$	0,000
Уровень висцерального жира < 5 усл. ед., %	$60,8 \pm 4,9$ n=62	$78,7 \pm 4,0^*$ n=85	0,005
Уровень висцерального жира 5 – 9 усл. ед., %	$27,5 \pm 4,5$ n=28	$16,7 \pm 3,6$ n=18	0,061
Уровень висцерального жира > 9 усл. ед., %	$11,8 \pm 3,2$ n=12	$4,6 \pm 2,0$ n=5	0,055
Общее содержание жидкости в организме, %	$60,6 \pm 0,5$	$52,5 \pm 0,6^*$	0,000
САД, мм рт. ст.	$125,5 \pm 1,1$	$112,0 \pm 1,3^*$	0,000
ДАД, мм рт. ст.	$76,1 \pm 0,9$	$72,8 \pm 0,9^*$	0,01

Примечание: * – $p < 0,05$ по сравнению со значениями у юношей, САД – систолическое артериальное давление, ДАД – диастолическое артериальное давление, усл. ед. – условные единицы. ОТ – окружность талии, ИМТ – индекс массы тела.

При автоматической регистрации показателей ВРС [4, 18] оценивали временные (с 1-го по 5-й) и спектральные (6-й) показатели: 1) SDNN (мс) – стандартное отклонение всех анализируемых кардиоинтервалов; 2) SDANN (мс) – стандартное отклонение средних значений кардиоинтервалов, вычисленных по пятиминутным промежуткам; 3) RMSSD (мс) – среднее квадратичное отклонение разницы последовательных кардиоинтервалов; 4) рNN(50)(%) – доля последовательных кардиоинтервалов, различающихся более чем на 50 мс от общего числа интервалов; 5) TI (ед.) – триангулярный индекс, рассчитанный как интеграл плотности распределения, отнесенный к максимуму плотности распределения; 6) LF/HF (ед.) – коэффициент симпато-вагального баланса, отношение низкочастотного к высокочастотному компоненту спектра. Анализ кардиоадаптационных реакций предусматривал определение индекса напряжения ($IN = A_{Mo} / (2 \times M_{ox} \times BP, \text{ ед.})$) – интегрального показателя, характеризующего преобладание активности центральных механизмов регуляции над автономными [1], и вегетативного показателя ($BP = pNN(50) / 10 + (100 - A_{Mo}) / 10, \text{ ед.}$), отражающего общую ВРС с преобладанием парасимпатического влияния на ритм сердца [2].

Статистическую обработку проводили с использованием программы «Statistica-6.0». Количественные данные были представлены в виде среднего значения (\bar{X}) и стандартной ошибки среднего значения (m) с определением 95%-ного доверительного интервала ($p < 0,05$). При сопоставлении данных использовали парный критерий Стьюдента и коэффициент ранговой корреляции Спирмена.

Результаты и обсуждение

По данным исследования, частота избыточной массы тела и ожирения у молодых людей обоих полов составила 41,0%. При этом умеренный (ОТ 80–88 см у девушек и 94–102 см у юношей) и высокий (ОТ >88 см у девушек и >102 см у юношей) риски метаболических нарушений были обнаружены у 69 (32,9%) девушек и юношей (табл. 1). Увеличение распространенности указанных нарушений среди лиц молодого возраста находит подтверждение в исследованиях отечественных [5, 6] и иностранных [14, 19] авторов. Девушки по сравнению с юношами одного и того же возраста (табл. 1) отличались достоверно меньшими значениями ($p < 0,05$) роста, массы тела, ИМТ, систолического и диастолического АД и, наоборот, большей частотой дефицита массы тела ($ИМТ < 18,5 \text{ кг/м}^2$).

Анализ композитного состава тела выявил достоверно большее ($p < 0,05$) содержание у девушек по сравнению с юношами общего содержания жира, туловищного жира и, наоборот, меньшие значения уровней ВЖ и общего содержания жид-

кости в организме, что согласуется с данными авторитетных исследований [16, 20].

Изучение композитного состава у пациентов с ИМТ $\geq 30 \text{ кг/м}^2$ (с ожирением 1-й и 2-й степени) и ИМТ 25,0–29,9 кг/м^2 (с избыточной массой тела) по сравнению с лицами с нормальными значениями ИМТ (18,5–24,9 кг/м^2) выявило достоверно ($p < 0,01$) более высокие следующие показатели: содержания общего жира (35,2 \pm 1,3% против 18,8 \pm 0,7% и 25,9 \pm 1,0% против 18,8 \pm 0,7% соответственно), туловищного жира (35,1 \pm 1,3% против 17,7 \pm 0,9% и 26,0 \pm 1,0% против 17,7 \pm 0,9% соответственно) и ВЖ (9,0 \pm 0,5 против 1,5 \pm 0,08 усл. ед. и 4,7 \pm 0,3 против 1,5 \pm 0,08 усл. ед. соответственно); наоборот, статистически более низкими ($p < 0,05$) оказались содержание безжировой массы тела (64,9 \pm 1,3% против 80,6 \pm 1,8% и 74,2 \pm 1,0% против 80,6 \pm 1,8% соответственно) и содержание жидкости в организме (47,4 \pm 1,0% против 59,5 \pm 0,5% и 54,3 \pm 0,7% против 59,5 \pm 0,5% соответственно).

Далее оказалось, что у молодых людей с высоким уровнем ВЖ по сравнению с лицами с его промежуточным уровнем наблюдались более выраженные значения процентного содержания общего жира, туловищного жира и наоборот, меньшее содержание безжировой массы тела и жидкости в организме (табл. 2). Сравнение между группами с промежуточными и низкими уровнями ВЖ показателей общего и туловищного жира, безжировой массы и жидкости выявило такие же однонаправленные статистически значимые различия ($p < 0,01$). При этом группа молодых людей с низким содержанием ВЖ демонстрировала по сравнению с лицами с промежуточными и высокими его значениями более низкие показатели систолического и диастолического АД (табл. 2).

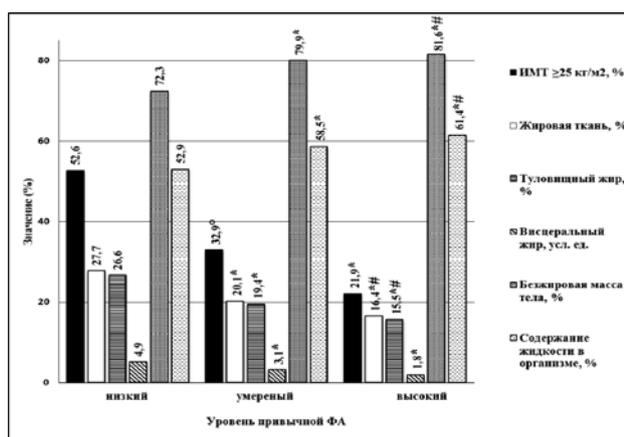
Небезынтересными оказались сопоставления привычных уровней ФА с показателями ИМТ среди лиц молодого возраста. Была выявлена довольно высокая распространенность привычно низкой ФА (45,2%) среди студентов медицинского вуза. Такая форма поведения с низкой ФА преобладала среди лиц с ожирением 1-й и 2-й степени (75,7 \pm 7,3%). При этом у лиц с привычно низким уровнем ФА наблюдался достоверно более высокий средний показатель ИМТ по сравнению с лицами с умеренным или высоким привычным уровнем ФА (рисунок). Изучение композитного состава тела показало, что у лиц с привычно низким уровнем ФА по сравнению с лицами с привычно умеренным и высоким уровнями ФА обнаруживались достоверно более высокие значения общего содержания жировой ткани, туловищного и ВЖ и, наоборот, меньшие значения безжировой массы тела и количества жидкости в организме (рисунок).

Изучение особенностей ВРС у молодых людей в зависимости от ИМТ выявило у лиц с ИМТ $\geq 30 \text{ кг/м}^2$ по сравнению с лицами с нормальным ИМТ

Композитный состав тела у молодых людей с различным содержанием висцерального жира

Показатель	Уровень висцерального жира и число обследованных		
	Низкий (< 5 усл. ед.), n=147	Промежуточный (5–9 усл. ед.), n=46	Высокий (> 9 усл. ед.), n=17
Уровень висцерального жира, усл. ед.	1,7±0,05	6,2±0,1*	11,9±0,5**
Масса тела, кг	64,5±0,9	89,7±1,0*	113,7±2,7**
ИМТ, кг/м ²	21,8±0,3	29,6±0,3*	36,5±0,9**
Общее содержание жировой ткани, %	19,6±0,6	29,2±0,9*	35,7±1,7**
Содержание туловищного жира, %	18,0±0,8	29,4±0,9*	36,8±2,0**
Безжировая масса тела, %	80,0±1,4	70,9±1,0*	64,3±1,7**
Содержание жидкости в организме, %	58,9±0,4	51,9±0,7*	47,1±1,3**
САД, мм рт. ст.	116,4±1,0	122,2±2,0*	127,4±2,7*
ДАД, мм рт. ст.	73,3±0,6	76,9±1,3*	77,6±2,6*

Примечание: * – $p < 0,01$ и ° – $p < 0,05$ по сравнению с одноименными показателями у лиц с низким уровнем висцерального жира; # – $p < 0,01$ по сравнению с одноименными показателями у лиц с промежуточным уровнем висцерального жира. САД – систолическое артериальное давление; ДАД – диастолическое артериальное давление.



Особенности композиционного состава тела у молодых людей с разными уровнями привычной физической активности

Примечание: * – $p < 0,01$ и ° – $p < 0,05$ по сравнению с одноименными показателями у лиц с низким уровнем ФА; # – $p < 0,01$ по сравнению с одноименными показателями у лиц с умеренным уровнем ФА.

достоверно ($p < 0,05$) большее значение параметра SDANN (28,4±4,3 против 21,8±1,5 мс). Более значимым среди ранних индикаторов возможного нарушения ВРС оказался показатель ВЖ. По нашим данным, у молодых людей с высоким содержанием ВЖ по сравнению с лицами, имеющими его низкий уровень, значения ИН и SDANN были достоверно ($p < 0,05$) выше (101,2 против 67,2 ед. и 34,4 против 21,2 мс соответственно), что сви-

детельствовало о преобладании центральных механизмов регуляции ритма сердца над автономными и большей активности симпатического отдела ВНС. Известно, что уровень ВЖ в качестве относительно простого маркера повышенного кардиоваскулярного риска применяется кардиологами и врачами общей практики для пациентов старше 40-летнего возраста [9]. Изучение вероятной корреляции между показателями композиционного состава тела человека и параметрами ВРС с применением непараметрических методов статистики выявило отрицательную связь между содержанием туловищного жира и SDNN ($r = -0,175$, $p < 0,05$) и, наоборот, положительные связи между уровнем ВЖ и SDANN ($r = 0,143$, $p < 0,05$) и содержанием туловищного жира и ИН ($r = 0,2$, $p < 0,01$). Вышеизложенные результаты отражают снижение общей ВРС и повышение активности центральных механизмов регуляции ритма сердца при более высоком содержании туловищного жира и более выраженную активность симпатического отдела ВНС при увеличении уровня ВЖ.

Изучение особенностей ВРС среди молодых людей с низким ($n=92$), средним ($n=102$) и высоким ($n=16$) уровнями стресса не выявило существенных изменений, что можно объяснить значительным разбросом субъективных трактовок привычного уровня психологического стресса. При этом в группах с высоким и средним уровнями стресса по сравнению с группой лиц с его низким уровнем наблюдались достоверно более высокие показатели ИМТ (26,2±1,3 против 23,5±0,6 кг/м² и 25,5±0,5 против 23,5±0,6 кг/м² соответственно, $p < 0,05$) и более высокие значения ВЖ (4,8±0,9 против 2,7±

0,3 усл. ед. и $4,0 \pm 0,2$ против $2,7 \pm 0,3$ усл. ед. соответственно, $p < 0,02$). Обратное сопоставление уровней ВЖ со степенью привычного стресса обнаружило, что среди молодых людей с низким уровнем ВЖ по сравнению с лицами с его высоким значением достоверно чаще наблюдался низкий уровень стресса ($49,6 \pm 4,2\%$ против $17,6 \pm 9,8\%$, $p < 0,02$). Наличие у молодых людей высокого и даже среднего уровня привычного стресса достоверно ассоциировалось не только с более высокими показателями ИМТ, что нашло подтверждение в работах других авторов [10, 12], но и с более высокими значениями ВЖ, что еще не нашло достаточного отражения в научных исследованиях. Выявленные нами изменения композитного состава не могли не отразиться на показателях, характеризующих состояние вегетативного баланса. Обнаруженные нами доклинические изменения ВРС (SDANN и ИН) у молодых людей были ассоциированы не только с повышением ИМТ ≥ 30 кг/м², но и с увеличением ВЖ > 9 усл. ед.

Таким образом, среди молодых людей были выявлены высокие частоты привычно низкой ФА (45,2%), избыточной массы тела и ожирения (41,0%), а также умеренных и высоких рисков развития метаболических нарушений (32,9%).

Не только высокий, но и промежуточный уровень висцерального жира является ранним и чувствительным индикатором избыточной массы тела и ожирения, низкой физической активности, высокого уровня привычного стресса и повышенной симпатической активности ВНС. Исходя из этих данных оправданной представляется градация значений висцерального жира с низким (< 5 усл. ед.), промежуточным (5–9 усл. ед.) и высоким (> 9 усл. ед.) уровнями.

Ранними ВРС-индикаторами активности симпатического отдела ВНС при ожирении является SDANN, а при высоком уровне висцерального жира – не только SDANN, но и интегральный параметр ИН. Вышеизложенное подтверждается наличием положительной корреляции между уровнем ВЖ и SDANN и содержанием туловищного жира и ИН.

Таким образом, амбулаторное применение методов биоимпедансометрии и ВРС позволяет диагностировать не только ранние изменения композитного состава тела человека, но и их связь с доклиническими изменениями вегетативного баланса, что увеличивает вероятность реализации предикторно-персонифицирующих принципов современной медицины.

ЛИТЕРАТУРА

1. Баяевский Р. М., Иванов Г. Г., Чирейкин Л. В., Гаверилушкин А. П. и др. Анализ вариабельности сердечного ритма при использовании различных электрокардиографических систем

(методические рекомендации) // Вестник аритмологии. – 2001. – № 24. – С. 65–87.

2. Бань А. С. Вегетативный показатель для оценки вариабельности ритма сердца спортсменов / А. С. Бань, Г. М. Загородный // Медицинский журнал. – 2010. – № 4. – С. 127–130.

3. Бойцов С. А., Чучалин А. Г. Профилактика хронических неинфекционных заболеваний: Рекомендации. – Москва, 2013. – 136 с.

4. Бокерия Л. А., Бокерия О. Л., Волковская И. В. Вариабельность сердечного ритма: методы измерения, интерпретация, клиническое использование // Анналы аритмологии. – 2009. – Т. 6. № 4. – С. 21–32.

5. Петрухин И. С., Колбасников С. В., Родионов А. А., Лунина Е. Ю. Распространенность факторов риска неинфекционных заболеваний среди студентов Тверской медицинской академии // Верхневолжский медицинский журнал. – 2012. – Т. 10. № 3. – С. 8–12.

6. Соболева Н. П., Руднев С. Г., Николаев Д. В., Ерюкова Т. А. и др. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространенность избыточной массы тела и ожирения // Российский медицинский журнал. – 2014. – Т. 4 – С. 4–13.

7. Bhatti S., Shaikh N., Sumbhauni A., Vaswani A. Body mass index, total body fat percentage, visceral fat level and skeletal muscle percentage determination in female patients // Medical channel. – 2009. – Vol. 15 (3). – P. 31–33.

8. Bravi A., Longtin A., Seely A. J. Review and classification of variability analysis techniques with clinical applications // Biomed. eng. online. – 2011. – Vol. 10 (90). – P. 1–27.

9. Despre's J.-P. Body Fat Distribution and risk of cardiovascular disease an update // Circulation. – 2012. – Vol. 126. – P. 1301–1313.

10. Harding J. L., Backholer K., Williams E. D., Peeters A. et al. Psychosocial stress is positively associated with body mass index gain over 5 years: evidence from the longitudinal AusDiab study // Obesity (Silver spring). – 2014. – Vol. 22 (1). – P. 277–286.

11. Ide H., Tabira K. Changes in sympathetic nervous system activity in male smokers after moderate-intensity exercise // Respir. care. – 2013. – Vol. 58 (11). – P. 1892–1898.

12. Isasi C. R., Parrinello C. M., Jung M. M., Carnethon M. R. et al. Psychosocial stress is associated with obesity and diet quality in Hispanic/Latino adults // Annals of epidemiology. – 2015. – Vol. 25 (2). – P. 84–89.

13. Martínez E. V., Gutiérrez-Bedmar M., García-Rodríguez A., Mariscal A. Weight status and psychological distress in a mediterranean spanish population: A symmetric U-shaped relationship // Nutrients. – 2014. – Vol. 6. – P. 1662–1677.

14. Papathanasiou G., Papandreou M., Galanos A., Kortianou E. et al. Smoking and physical activity interrelations in health science students. Is Smoking Associated with physical inactivity in young adults // Hellenic. j. cardiol. – 2012. – Vol. 53. – P. 17–25.

15. Sacha J., Barabach S., Statkiewicz-Barabach G., Sacha K. et al. How to strengthen or eaken HRV dependence on heart rate-description of the method and its perspectives // Int. j. cardiol. – 2013. – Vol. 168. – P. 1660–1663.