УДК 616.1: 612.017.1: 577.115-121.7: 796/799
© Колчина О.Ю., 2011

ВАРІАБЕЛЬНІСТЬ СЕРЦЕВОГО РИТМУ У ОСІБ МОЛОДОГО ВІКУ ПРИ ВАЖКИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ

Колчина О.Ю.

Східноукраїнській національний Університет ім. В. Даля

Вступ: Стосовно різних видів фізичних навантажень, що використовуються в сучасному тренуванні, виникають специфічні адаптаційні реакції, зумовлені особливостями доцільної нервової і гуморальної регуляції, мірою активності різних органів і функціональних механізмів [1,3,8]. Під час оцінки стану ССС у спортсменок адекватним є використання методик, що характеризують тонус вегетативної нервової системи (ВНС), які безпосередньо відображають адаптаційні резерви організму спортсмена. Вивчення ВСР у висококваліфікованих спортсменок є необхідним для розуміння фізіологічних механізмів адаптації серця до фізичних навантажень в умовах його гіперфункції, а також для правильної клінико-прогностичної оцінки отриманих даних [2,3,4].

Матеріали та методи: Під спостереженням знаходилося 86 осіб, з них 56 спортсменок високої кваліфікації (кандидати в майстри спорту і майстри спорту, члени збірних команд областей України і Росії по софтболу) у віці від 20 до 29 років. Ці спортсменки склали основну групу. Групу контролю становили 30 студенток Луганського державного медичного університету у віці від 20 до 29 років, практично здорових, що періодично займаються фізичною культурою.

Нами була зроблена спроба розробити підхід до тренувальних навантажень (ТН) за допомогою ФСО на основі аналізу ВСР. Показники ВСР (просторово-часові параметри) визначали за допомогою комп'ютерних програм (Task Force of the European Society of Cardiology and The North American Society of Pacing Electrophysiology, 1996) [5,9].

Для поглибленого вивчення ЧСС і ВСР у спортсменок і в групі контролю нами використовувалися наступні функціональні проби [6,7].

Проба з керованим глибоким диханням. При проведеннігіповентиляційної проби з частотою дихання 6 в 1 хв протягом 5 хв ЧСС у спортсменок складала - 69,38±1,53*, в групі контролю - 83,85±2,02. Сама низька величина ЧСС - 62,29±1,42* зареєстрована у спортсменок 1 підгрупи .

SDNN, RMSSD, pNN 50%, HF, HFn були вірогідно більшими в групі спортсменок, чим в групі контролю. Найвищі показники відмічалися у спортсменок 1 підгрупи. Показники 2 підгрупи спортсменок практично не відрізнялися від показників групи контролю.

AMo, ІБ, VLF, LF, LFn, LF/HF були вірогідно менші в групі спортсменок, ніж в групі контролю. Нижчі показники відмічалися у спортсменок 1 підгрупи. Показники 2 підгрупи спортсменок практично не відрізнялися від показників групи контролю.

Контроль отриманих результатів спектральних показників ВСР при проведенні гіповентиляційної проби з частотою дихання 6 в 1 хв протягом 5 хв продемонстрував наявність у спортсменок високого класу вірогідного підвищення показників ВСР, що свідчить про ваготонію (виражену у спортсменок 1 підгрупи), в порівнянні з групою контролю і спортсменками 2 підгрупи, у яких реєструвалася помірна симпатикотонія, що вказує на підвищену активність симпатоадреналової системи і гуморально-метаболічних впливів на фоні зниженого парасимпатичного тонусу.

Велоергометрична проба. Динаміка показників ЧСС і ВСР при проведенні велоергометричної проби свідчить про високу міру мобілізації симпатоадреналової системи спортсменок в період фізичного стресу (знижуються статистичні показники ВСР - SDDN, RMSSD, pNN 50%, а також амплітуда VLF- і HF-хвиль на фоні відносного збільшення LF-компонента і LF/HF).

Відновлення початкових параметрів ВСР (підвищення парасимпатичної активності) в групі контролю відбувалося через 25-35 хвилин після закінчення велоергометричної проби, а у спортсменок через 10-15 хвилин. Найкращі показники ВСР відмічені у спортсменок 1 підгрупи. У цих спортсменок відновлення початкових параметрів ВСР (підвищення парасимпатичної активності) відбувалося через 7 - 10 хвилин після закінчення велоергометричної проби. Найгірші серед спортсменок показники ВСР відмічені в 2 підгрупі. У цих спортсменок відновлення початкових параметрів ВСР (підвищення парасимпатичної активності) відбувалося через 20 - 30 хвилин після закінчення велоергометричної проби, практично не відрізнялося від показників групи контролю (таблиця 1).

Тренування. Динаміка показників ЧСС і ВСР до і після тренування свідчить про високу міру мобілізації симпатоадреналової системи спортсменок в період стресу (знижуються статистичні показники ВСР - SDDN, RMSSD, pNN 50%, а також амплітуда VLF - і HF-хвиль на фоні відносного збільшення LF - компонента і LF/HF). Відновлення початкових параметрів ВСР (підвищення парасимпатичної активності) у осіб групи контролю відбувалося через 20 хвилин після закінчення тренування. Найкращі показники ВСР відмічені у спортсменок 1 підгрупи. У цих спортсменок відновлення початкових параметрів ВСР (підвищення парасимпатичної активності) відбувалося через 7 - 10 хвилин після закінчення тренування. Найгірші серед спортсменок показники ВСР відмічені у 2 підгрупі. У цих спортсменок відновлення початкових параметрів ВСР відбувалося через 30 і більше хвилин після закінчення тренування (таблиця 2,3).

Нічний сон. Були отримані наступні статистичні показники ЧСС і ВСР у спортсменок і у групи контролю вночі під час сну.

Частота серцевих скорочень у спортсменок - 58,3±1,9 (в групі контролю 73,9±2,6) вірогідно менша, ніж у ровесниць, що не займаються спортом. Найменша ЧСС зареєстрована у спортсменок 1 підгрупи (51,1±2,21). У спортсменок 2 підгрупи ЧСС - 67,79±3,15 невірогідно менша, ніж у студенток групи контролю.

Таблиця 1. Результати аналізу статистичних показників ВСР при проведенні велоергометричної проби у спортсменок та в групі контролю (M±m)

Показник	Група контролю (n=30)	Спортсмени високої кваліфікації		
		Всі спортсмени (n=56)	1 підгрупа – адаптовані (n=45)	2 підгрупа – дезадаптовані (n=11)
ЧСС	165,6±6,32	164,13±10,59	162,13±9,78	165,43±8,93
SDNN, мс	57,98±2,15	67,29±2,81*	78,51±2,23$^{***1-к}$	59,82±3,52^{***1-2}
RMSSD, мс	25,13±2,03	35,68±2,28***	41,81±1,82$^{***1-к}$	27,34±2,83^{***1-2}
pNN 50%	7,34±1,02	11,46±1,32*	14,53±1,31$^{***1-к}$	9,34±1,23^{***1-2}
АМо%	68,95±3,37	49,33±3,64*	38,78±2,07$^{***1-к}$	60,98±4,18^{***1-2}
ІБ у.о.	259,08±18,75	162,71±12,69***	121,79±13,44$^{***1-к}$	241,41±11,15^{***1-2}
VLF, мс^2	4006±294	2704±280**	2147±217$^{***1-к}$	3782±241^{***1-2}
LF, мс^2	3418±233	2411±153***	1964±173$^{***1-к}$	3180±181^{***1-2}
HF, мс^2	621±63	997±89*	1247±82$^{***1-к}$	748±81^{***1-2}
LF/HF	5,5±0, 42	2,42±0,21***	1,57±0,18$^{***1-к}$	4,25±0,28^{***1-2}
LF_n, %	94,6±6,98	71,55±4,69**	57,28±5,17$^{***1-к}$	80,83±5,91^{***1-2}
HF_n, %	5,40±0,48	28,45±1,69***	39,75±2,92$^{***1-к}$	13,26±0,71^{***1-2}

Примітка: різниця показників в групі спортсменок і в групі контролю вірогідна * (p<0,05); ** (p<0,01); *** (p<0,001); різниця показників в 1 підгрупі спортсменок і в групі контролю вірогідна *1-к (p<0,05); **1-к (p<0,01); ***1-к(p<0,001); різниця показників в 1 та 2 підгрупах спортсменок вірогідна *1-2 (p<0,05); **1-2 (p<0,01); ***1-2(p<0,001).

Таблиця 2. Результати аналізу статистичних показників ВСР під час тренування у спортсменок (M±m)

Показники	ЧСС	SDNN, мс	RMSSD, мс	pNN50 %	АМо %	ІБ
До тренування Всі спорт. (n=56)	83,79±7,04	74,19±8,9*	52,88±5,71*	17,83±1,01*	35,21±3,92*	112,32±6,44*
1 підгрупа (n=45)	72,31±5,92	87,32±6,51	63,87±5,82	24,28±1,12	25,72±3,75	89,81±6,11
2 підгрупа (n=11)	92,56±9,21	62,13±7,32^{*1-2}	41,74±4,91^{*1-2}	14,54±1,89^{*1-2}	46,09±3,56^{*1-2}	129,61±8,53^{*1-2}
Після тренування Всі спорт. (n=56) (7-20 хв)	102,31±7,53	44,77±5,76	38,6±1,7	13,65±1,52	62,53±5,42	182,84±9,3
1 підгрупа (n=45)	82,46±6,81	65,81±4,98	53,69±1,87	21,09±1,37	49,68±4,11	131,85±17,91
2 підгрупа (n=11)	112,82±7,14^{*1-2}	32,17±3,64^{*1-2}	31,42±3,91^{*1-2}	10,86±2,63^{*1-2}	69,81±5,6^{*1-2}	231,13±18,5^{*1-2}

Примітка: ∗- різниця показників до тренування та після вірогідна (p<0,05) - різниця показників спортсменок в 1 і 2 підгрупах вірогідна (p<0,05)

Таблиця 3. Результати аналізу спектральних показників ВСР під час тренування у спортсменок (M±m)

Показники	VLF, мс^2	LF, мс^2	HF, мс^2	LF/HF	LF_n, %	HF_n, %
До тренування Всі спортсмени (n=56)	2777±256*	1557±271*	1637±141*	0,95±0,11*	46,37±3,39*	53,63±3,41*
1 підгрупа (n=45)	2215±212	1261±119	2158±187	0,58±0,13	36,28±2,23	67,95±3,56
2 підгрупа (n=11)	3689±271^{*1-2}	2354±127^{*1-2}	1147±152^{*1-2}	2,05±0,16^{*1-2}	53,84±3,39^{*1-2}	41,96±3,08^{*1-2}
Після тренування Всі спортсмени (n=56) (7-20 хв)	3842±331	2586±212	975±106	2,65±0,22	71,52±4,11	28,48±4,1,46
1 підгрупа (n=45)	2967±328	2013±175	1332±123	1,51±0,13	59,74±4,32	36,93±2,37
2 підгрупа (n=11)	4374±331^{*1-2}	3289±252^{*1-2}	733±114^{*1-2}	4,49±0,21^{*1-2}	83,59±4,76^{*1-2}	19,69±1,96^{*1-2}

Примітка: ∗- різниця показників до тренування та після вірогідні (p<0,05), *1-2 - різниця показників спортсменок 1 і 2 підгруп вірогідні (p<0,05).

SDNN у спортсменок під час нічного сну дорівнювала 78,18±2,63 мс (в групі контролю 65,3±2,26 мс). Вірогідне збільшення SDNN відмічається у спортсменок 1 підгрупи і свідчить про збільшення потужності енергетичного спектра парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції**.**

SDANN - показник стабільності ВСР у спортсменок - 137,55±4,53 мс (в групі контролю 115,2±3,91 мс). Вірогідне збільшення SDANN відмічається у спортсменок 1 підгрупи і свідчить про збільшення потужності енергетичного спектра парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції.

RMSSD - відповідає HF - складовій спектра ВСР. Вірогідне збільшення RMSSD у спортсменок (відповідає HF-складовою спектра ВСР) свідчить про збільшення потужності енергетичного спектру парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції 60,45±2,12 мс (в групі контролю 48,9±2,07 мс)**.**

SDANN - показник стабільності ВСР у спортсменок - 137,55±4,53 мс (в групі контролю 115,2±3,91 мс). Вірогідне збільшення SDANN відмічається у спортсменок 1 підгрупи і свідчить про збільшення потужності енергетичного спектра парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції.

RMSSD - відповідає HF - складовій спектра ВСР. Вірогідне збільшення RMSSD у спортсменок (відповідає HF-складовою спектра ВСР) свідчить про збільшення потужності енергетичного спектру

парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції 60,45±2,12 мс (в групі контролю 48,9±2,07 мс). Найбільша величина RMSSD зареєстрована у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи RMSSD - 55,39±2,91 невірогідно більший, ніж у студентів групи контролю.

pNN 50%. Вірогідне збільшення pNN 50% у спортсменок (відповідає HF-складовою спектра ВСР) свідчить про збільшення потужності енергетичного спектра парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції. У спортсменок 34,2±2,24 % (в групі контролю 20,1±1,51 %). Найбільша величина pNN 50% відзначалася у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи pNN 50% невірогідно більший, ніж у групи контролю.

AMo. Вірогідне зменшення AMo у спортсменок (у спортсменок 24,5±1,37 %, в групі контролю - 34,3±2,16%) свідчить про збільшення потужності енергетичного спектра парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції. Найменше значення AMo відзначалося у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи AMo - 29,97±1,68 невірогідно менша, ніж у студентів групи контролю.

ІБ. Вірогідне зменшення ІБ у спортсменок (у спортсменок 52,13±4,59 у.о., в групі контролю - 88,3±7,14 у.о.) свідчить об помірну ваготонію в порівнянні з групою контролю, в якій реєструвалася вегетативна рівновага. Найменше значення ІБ у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи ІБ - 64,98±4,93 невірогідно менший, ніж у групи контролю.

VLF – в групі спортсменок VLF склала - 2643±158 мс^2 (в групі контролю 2005±176 мс^2). Вірогідне збільшення VLF у спортсменок свідчить про збільшення потужності енергетичного спектру гуморальної ланки регуляції. Найбільша величина VLF зареєстрована у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи VLF невірогідно більша, ніж у групи контролю.

LF. У групі спортсменок LF - 2240±169 мс^2 (в групі контролю 1547±114мс^2). Найбільша величина LF відзначалася у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи LF невірогідно більша, ніж у групи контролю.

HF. У групі спортсменок - 2319±156 мс^2 (в групі контролю - 1293±97 мс^2). Вірогідне збільшення HF у спортсменок відображає збільшення вагусного контролю серцевого ритму. Найбільша величина HF зареєстрована у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи HF невірогідно більша, ніж у групи контролю.

LF/HF. Показник симпато-парасимпатичного балансу. У групі спортсменок 1,11±0,13 (в групі контролю - 1,52±0,14). Найменше значення LF/HF у спортсменок 1 підгрупи. У спортсменок 2 підгрупи LF/HF невірогідно менше, ніж у групи контролю. LFn % - внесок симпатичної ланки вегетативної нервової регуляції в енергетичну потужність нейрогуморальної регуляції. У групі спортсменок 50,5 ±1,66 % (в групі контролю 56,93±2,14 %). У спортсменок 1 підгрупи LFn % вірогідно менше, ніж у групи контролю.

HFn - внесок парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції в енергетичну потужність нейрогуморальної регуляції. У групі спортсменок HFn складав 49,54±1,26 %, а в групі контролю відповідно - 43,07±1,94%. У спортсменок 1 підгрупи HFn вірогідно менший, ніж у групи контролю.

Вивчення статистичних і спектральних показників ВСР у спортсменок і групи контролю вночі під час сну також виявило вірогідне підвищення показників ВСР у всіх обстежених спортсменок, більш виразне у 1 підгрупи, що свідчить про помірну ваготонію, в порівнянні з групою контролю і спортсменками 2 підгрупи, у яких реєструвалася вегетативна рівновага, оскільки величина AMo перевищувала 34%, ІБ становив 88 у.о.

Отримані дані: Таким чином, оцінка показників ВСР дозволяє прогнозувати фізичні можливості спортсменок з метою підвищення ефективності тренувального процесу за допомогою оперативного контролю ФСО.

Регуляція ФСО спортсменок здійснюється за рахунок швидкої системи реагування HF- компонента (оптимальний шлях регуляції серцевого ритму у спортсменок).

У спортсменок високої кваліфікації симпатичні впливи на регуляцію серцевого ритму є зниженими внаслідок відносного підвищення парасимпатичних впливів на ВСР. Чим вищим є ступінь парасимпатичних впливів на серце в стані спокою, тим більшими є резервні можливості серця при максимальних симпатичних впливах (тренування).

Підводячи підсумок ,слід відмітити:

При холтерівському моніторуванні ЕКГ порушення ритму у вигляді одиничних надшлуночкових екстрасистол зареєстровані у 26-х спортсменок (46,2%). Порушення провідності не зареєстровані. Тренувальний процес супроводжувався виникненням синусової тахікардії з досягненням максимальних значень ЧСС у всіх спортсменок, яким протягом тренування проводилося добове Холтерівське моніторування. Ішемічні зміни сегмента ST не зареєстровані.

Фізичне навантаження можна стандартизувати за вельми показовим параметром, який легко визначається - величиною ЧСС. Чим вищою є ЧСС у спортсмена при зростаючому навантаженні, тим вищим стає максимальне споживання кисню і відповідно фізична працездатність спортсмена, кращим функціональний стан ССС. Завдяки економізації роботи серця внаслідок систематичного тренування, у відповідь на одне і те ж навантаження ЧСС у високотренованих осіб менша, ніж у осіб перетренованих.

Висновки: 1. Заняття спортом приводять до позитивних змін ВСР. Загальна потужність спектра (TP) зростає за рахунок зростання потужності енергетичного спектру парасимпатичної ланки вегетативної нервової регуляції (HF). Падає потужність спектра в LF- області. Після закінчення фізичного навантаження показники ВСР у спортсменок швидше, ніж у здорових нетренованих осіб повертаються до норми. У високотренованих спортсменок в стані спокою можливим є перехід до максимальної парасимпатичної регуляції ритму з інгібіцією симпатичних впливів.

2. Перетренованість супроводжується зростанням ЧСС і падінням ВСР і HF-компоненту на фоні зростання LF-, VLF-показників, млявими реакціями на фізичний стрес (пряме слідство і діагностична ознака падіння вегетативного тонусу).

3.Вивчення фізіологічних реакцій нейрогуморальної регуляції серцевої діяльності на фізичний стрес (тренування) дозволяє визначити характер реакції регулюючих систем на зовнішні чинники і дають можливість оцінити ефективність тренування і правильність вибраної методики тренування.

Перспективи подальших досліджень. Аналіз ВСР дозволяє кількісно охарактеризувати актив-

ність різних відділів ВНС як системи адаптації до фізичних навантажень через вплив на функцію синусового вузла. За допомогою аналізу показників ВСР стає можливим вивчення впливу фізичних навантажень на організм спортсмена, здійснення методичного контролю за підготовкою спортсмена.

Метод аналізу ВСР дозволяє розробляти індивідуальні режими тренування для кожного спортсмена, визначати перетренованість спортсменок і шляхи оптимізації тренування (підвищення ефективності за допомогою визначення % навантаження, що виконується від максимально можливої).

ЛИТЕРАТУРА:

1. **Ивашкин В. Т., Кузнецов Е. Н., Драпкина О. М.** Клиническое значение суточного мониторирования артериального давления / В.Т. Ивашкин, Е.Н. Кузнецов, О.М. Драпкина // Медпрактика. – М. – 2001. – С.20-32.
2. **Макаров Л. М.** Особенности динамики и измерения интервала Q-T при холтеровском мониторировании / Л. М. Макаров // Кардиология. – 2002. – № 1. – С. 98-102.
3. **Макаров Л. М.** Холтеровское мониторирование / Л. М. Макаров. – 2-е изд. – М.: МЕДПРАКТИКА, 2003. – 340 с.
4. **Медведев М. М.** ХМ в определении лечебной тактики при нарушении ритма сердца / М.М. Медведев // Инкарт. – С-П. – 2000. – 48 с.
5. **Носкова М. В.** Клиническое применение 12-канального суточного мониторирования ЭКГ по Холтеру / М. В. Носкова // Функциональная диагностика. – 2005. – № 1. – С. 33-39.
6. **Овчинников К.В., Воронова Н.В.** Взаимосвязь показателей вариабельности сердечного ритма в цикле «бодрствование–сон» / К.В. Овчинников, Н.В. Воронова // Российский физиологический сборник. – Ж. – 2004. – №8. – Ч 2. – С 445-446.
7. **Овчинников К.В.** Особенности циркадной выраженности спектральных показателей кардиоритма у лиц с различным вегетативным статусом / К.В. Овчинников // Вестник первого национального института здоровья №1. – Санкт-Петербург. – 2006. – С 32-33.
8. **Рогоза А. Н.** Суточное мониторирование артериального давления / А.Н. Рогоза // Руководство для практических врачей. – М. – 2002. – 35с.
9. **Рябыкина Г. В.** Методические рекомендации по практическому использованию холтеровского мониторирования ЭКГ. Часть II. Ритм сердца по данным холтеровского мониторирования у здоровых лиц. Нарушения ритма сердца: суправентрикулярные и желудочковые аритмии / Г. В. Рябыкина // Кардиология. – 2002. – № 8. – С. 76-86.

Колчина О.Ю. Варіабельність серцевого ритму у осіб молодого віку при важких фізичних навантаженнях // Український медичний альманах. – 2011. – Том 14, № 3. – С. 82-85.

Дослідження останніх років показали, що підвищення ефективності тренувального процесу за рахунок збільшення параметрів навантаження, що виконується, практично вичерпало свої можливості і найбільш перспективним в цьому напрямі представляється вдосконалення якісних сторін підготовки спортсменок. Вивчення ВСР у висококваліфікованих спортсменок є необхідним для розуміння фізіологічних механізмів адаптації серця до фізичних навантажень в умовах його гіперфункції, а також для правильної клініко-прогностичної оцінки отриманих даних.

Ключові слова: Холтерівське моніторування, фізичне навантаження, частата серцевих скорочень (ЧСС), варіабельність серцевого ритму (ВРС).

Колчина Е.Ю. Вариабельность сердечного ритма у лиц молодого возраста при тяжелых физических нагрузках // Український медичний альманах. – 2011. – Том 14, № 3. – С. 82-85.

Исследования последних лет показали, что повышение эффективности тренировочного процесса за счет увеличения параметров нагрузок, что выполняются, практически исчерпало свои возможности и наибольшими перспективным в этом направлении представляется совершенствование качественных сторон подготовки спортсменок. Изучение ВСР у высококвалифицированных спортсменок есть необходимое для понимания физиологических механизмов адаптации сердца к физическим нагрузкам в условиях его гиперфункции, а так же для правильной клинико-прогностической оценки полученных данных.

Ключевые слова: Холтеровское мониторирование, физическая нагрузка, ЧСС, ВСР.

Kolchyna E.Yu. The variability of heart rate in young people at hard physical activity // Український медичний альманах. – 2011. – Том 14, № 3. – С. 82-85.

Studies of the last years have shown that increasing to efficiency of training process at the expense of raising of loading parameters has almost reached its reasonable and, in this connection we consider as most perspective way of further progress in improvement of qualitative sides of preparation. Studying VSR for highly skilled sportswoman is essential for understanding of physiological mechanism of heart adaptation to physical load during its hiperfunction, and for getting correct clinicoprognostic assessment for obtained data.

Keywords: Holter monitoring, physical load, cardiac rhythm, VSR.

Надійшла 14.01.2011 р.
Рецензент: проф. Ю.Г.Бурмак