

2. Носков В. Б. Слюна в клинической лабораторной диагностике (обзор литературы) / В. Б. Носков // Клиническая лабораторная диагностика. – 2008. – № 6. – С. 14–17.
3. Рыжковский Б. Я. Изменения буккального эпителия при некоторых заболеваниях у детей / Б. Я. Рыжковский, Г. Н. Холодок // Клиническая лабораторная диагностика. – 1995. – № 2. – С. 39–40.
4. Савичук Н. О. Слизистая оболочка полости рта как часть лимфатической ткани, связанной с слизистыми оболочками: факторы локального (клеточного) иммунитета / Н. О. Савичук, О. Е. Олейник, О. В. Назар // Актуальні проблеми сучасної медицини: Вісник Української медичної стоматологічної академії. – 2009. – Т. 9, Вип. 3. – Ч. 1. – С. 211–216.
5. Самошкин В. В. Организационно-методические предпосылки к использованию физических тренировок с учетом индивидуальной толерантности к нагрузке при недостаточной физической подготовленности школьников / В. В. Самошкин // Питання валеології і екології в традиційній та нетрадиційній медицині. – Дніпропетровськ : Поліграфіст. – 2007. – С. 23–24.
6. Сергієнко Л. П. Тестування рухових здібностей студентів / Л. П. Сергієнко. – К. : Олімпійська література, 2001. – 439 с.
7. Серова Н. Б. Улучшение физического здоровья детей средствами физической культуры в городском оздоровительном лагере / Н. Б. Серова // Физическая культура. – 2004. – № 4. – С. 24–27.
8. Стельмахівська В. П. Здоров'я дітей та підлітків і навколишнє середовище / В. П. Стельмахівська, В. І. Берзін // Проблеми екології та медицини. – 2008. – № 1–2. – С. 33–37.
9. Шутка Г. І. Фізичний розвиток дітей в літніх оздоровчих таборах як актуальна соціально-педагогічна проблема / Г. І. Шутка // Соціалізація особистості. – К. : НПУ ім. М. П. Драгоманова, 2000. – Вип. 3. – С. 69–77.
10. Colgan S. P. Lipid mediators in epithelial cell-cell interactions / S. P. Colgan // Cell Mol. Life Sci. – 2002. – V. 59. – P. 754–760.
11. Eberhard J. Leucotriene A(4)-hydrolase expression and leucotriene B(4) levels in chronic inflammation of bacterial origin: immunohistochemistry and reverse-phase high-performance liquid chromatography analysis of oral mucosal epithelium / J. Eberhard, S. Jepsen, M. Tiemann // Virchows Arch. – 2002. – V. 440. – P. 627–634.
12. Farmer I. Expression of adhesion and activation molecules in human buccal epithelial cell lines and normal human buccal epithelium in situ / I. Farmer, J. Freysdottir, A. M. Dalghous // J. Oral Pathol. Med. – 2001. – V. 30. – P. 13–20.

Рецензент: докт. біол. наук, проф. Мицкан Б. М.

УДК 612.17

ББК 74.267.5

Роман Файчак, Зіновій Остап'як

## ВПЛИВ ФІЗИЧНОГО НАВАНТАЖЕННЯ НА ВЕГЕТАТИВНУ РЕГУЛЯЦІЮ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ЛІЦЕЙСТІВ В УМОВАХ ЕКЗАМЕНАЦІЙНОГО СТРЕСУ

*У статті показано, що в ліцейстів 14 років до і під час екзаменів реалізація вегетативної регуляції відображає весь спектр частоти серцевого ритму. Встановлено, що на відміну від даних, отриманих у пацієнтів із серцевою патологією, показник низьких частот не може служити маркером активності симпатичної системи, а швидше відповідає за активність блукаючого нерва або іншої гальмівної структури. Тому співвідношення НЧ/ВЧ не може служити показником вегетативного балансу, незважаючи на те, у якому стані перебуває організм у конкретний момент (спокій чи стрес).*

**Ключові слова:** ліцейсти, вегетативна регуляція серцевого ритму, екзаменаційний стрес.

*В статті показано, що у лицеистів 14 лет до и во время экзаменов реализация вегетативной регуляции отображает весь спектр частоты сердечного ритма. Установлено, что в отличие от данных полученных у больных с сердечной патологией показатель низких частот не может служить маркером активности симпатичной системы у здоровых, а быстрее отвечает за активность блуждающего нерва или другой тормозной структуры. Поэтому соотношение НЧ/ВЧ не может служить показателем вегетативного баланса, невзирая в каком состоянии находится организм в данный момент (покой или стресс).*

**Ключевые слова:** лицеисты, вегетативная регуляция сердечного ритма, экзаменационный стресс.

*It is shown in the article, that at the students of lyceum 14 years to and during examinations realization of the vegetative adjusting represents all spectrum of frequency of cardiac rhythm. It is set that in a difference from information of got at patients with cardiac pathology the index of low frequencies can not serve as a marker to activity of the likable system at healthy, and is quick responsible for activity of wandering nerve or other brake structure. Therefore, the HF/LF correlation can not serve as the index of vegetative balance, non what state an organism presently is in (rest or stress).*

**Key words:** students of lyceum, vegetative adjusting of cardiac rhythm, examination stress.

**Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень.** Дослідження функціональних резервів серцево-судинної системи в галузі фізичної культури і спорту сьогодні набули широкого розповсюдження. Розвиток та удосконалення технічної бази, створення апаратури для відповідних обстежень у “польових” умовах дозволило отримувати значну кількість кардіологічних показників [10]. Серед цих показників найбільшого поширення для встановлення функціональних резервів серцево-судинної системи набуло дослідження варіабельності серцевого ритму (ВСР) за Р.М.Баєвським [1]. Згідно з літературними даними [8; 11], вагусна активність є основною складовою високочастотного (ВЧ) компонента за показниками блокування мускаринових рецепторів чи ваготомії і залежить від фаз дихання. При оцінці низькочастотного (НЧ) компонента є цілий ряд протиріч. Одні автори [3; 4] вважають, що фізіологічна оцінка НЧ компонента неоднозначна через численність факторів, що на неї впливають. У ряді робіт [6; 8] передбачається, що виражений у нормалізованих одиницях НЧ компонент є кількісним маркером симпатичної модуляції, у той час коли інші дослідники [2; 7] розглядають НЧ як такий, що відображає і симпатичну, і вагусну активність. Ще інші дослідники [5; 9] вважають НЧ відображенням активності вазомоторного центру і барорецепторних зон з дуги аорти.

Спектр дуже низьких частот (ДНЧ), на думку багатьох авторів [1; 12], відображає діяльність симпатичної нервової системи, вплив церебральної ерготропної активності на нижчерозташовані структури, характеризують вплив вищих вегетативних центрів на серцево-судинний підкорковий центр.

Неоднозначна також думка дослідників щодо впливу на спектральний діапазон ВСР різних видів фізичного навантаження. Серед опрацьованих нами джерел наукової літератури для встановлення спектрів ВСР найбільш часто фізичне навантаження застосовується у вигляді динамометрії чи ортостатичної проби [2; 3], при яких визначалися підсилення низькочастотної частини спектру і зниження середньоквадратичного відхилення сусідніх RR-інтервалів (SDNN), тоді як при степ-тесті відбувається ослаблення НЧ і ВЧ складових [2]. Психоемоційне навантаження (підрахунок “про себе”) викликає збільшення НЧ і зменшення ВЧ складових [4]. Є точка зору, згідно з якою співвідношення ВЧ/НЧ компонентів відображає вагусно-симпатичний баланс або симпатичні модуляції [11]. При цьому вірогідної різниці спектральних показників ВСР залежно від статі в різних вікових групах не знайдено. Враховуючи високу варіабельність результатів дослідження ВСР, сьогодні постає гостра проблема в стандартизації змін спектрів під впливом фізичного навантаження різної інтенсивності при різних станах організму.

**Мета дослідження:** виявити вплив фізичного навантаження на показники варіабельності сецевого ритму у лицеїстів під час екзаменів.

**Методи та організація дослідження.** Обстежено 32 юнаки і 16 дівчат 14 років до екзаменів (дослідна група ДГ-1) і під час екзаменів (ДГ-2). Дослідження проводи-

лося на комп'ютерному комплексі "CardioLab+" з програмою визначення ВСР при стандартних фізичних навантаженнях. За кардіографічною кривою визначали ЧСС в спокої і при велоергометрії (велоергометр "Kettler", рівень одноступеневого фізичного навантаження 2 Вт/кг маси тіла в юнаків і 1,5 Вт/кг маси тіла в дівчат). Після реєстрації ЕКГ отриманий довгий ряд RR-інтервалів у результаті перетворень Фур'є трансформуються в частотний спектр тих періодичних коливань, які склали вихідну криву. Частотний спектр розбивали на 3 діапазони: дуже низькочастотний (ДНЧ) з межами від 0 до 0,04 Гц, низькочастотний (НЧ) від 0,04 до 0,15 Гц і високочастотний (ВЧ) від 0,15 до 0,4 Гц. Депресію сегмента ST, параметри ДНЧ, НЧ, ВЧ, НЧ/ВЧ, SDDN та pNN50 аналізували протягом 3 хв велоергометричного тестування і 5 хв відпочинку. Достовірність різниці визначали за допомогою t-критерія Стьюдента з використанням пакету програм Excel-2008.

**Результати дослідження.** У юнаків ДГ-1 виявлено такий розподіл потужностей спектру: ДНЧ становить 42%, НЧ – 23,5%, ВЧ – 27,0% (рис. 1).

Співвідношення НЧ/ВЧ дорівнює 1,7 при SDDN – 146,7 і pNN50 – 4,6.

У юнаків ДГ-2 встановлено, що ДНЧ підвищується до 77,3%, приріст потужності становить 83,3%, НЧ знижується до 7,2% (на 69,4%), ВЧ знижується до 9,9% (на 63,4%). При цьому діапазон коливань протягом тесту для ДНЧ становить 35%, НЧ – 16%, ВЧ – 18%. Відповідно співвідношення НЧ/ВЧ у цій групі зменшується на 8,2% і становить – 1,4 при SDDN – 148 і pNN50 – 5.

У дівчат ДГ-1 ДНЧ становить 44,0%, НЧ – 21,0%, ВЧ – 23,2%. У дівчат ДГ-2 ДНЧ під час екзаменів становить 77,0%, приріст потужності на 67,6%, НЧ – 5,7%, зниження потужності на 76,3%, ВЧ – 7,3%, зниження потужності на 68,6%. Діапазон протягом тесту ДНЧ – 33%, НЧ – 19%, ВЧ – 16%. НЧ/ВЧ в спокої – 1,8, при навантаженні – 1,3, pNN50 – 5,3.

Як видно з наведених даних (табл. 1), у нормі як у юнаків, так і в дівчат до екзаменів спостерігається значне перевищення потужності спектру в ділянці ДНЧ над НЧ і ВЧ.

Таблиця 1

**Порівняльний аналіз параметрів ВСР юнаків і дівчат 14 років**

| Показник                                       | Юнаки |       | Дівчата |       |
|------------------------------------------------|-------|-------|---------|-------|
|                                                | ДГ-1  | ДГ-2  | ДГ-1    | ДГ-2  |
| Максимальна ЧСС                                | 92    | 142,4 | 94      | 142,7 |
| % ДНЧ до екзаменів                             | 47    | 42    | 50      | 46    |
| % ДНЧ під час екзаменів                        | 80,2  | 77    | 83,8    | 80,4  |
| Приріст ДНЧ (%)                                | 71,2  | 83,3  | 67,6    | 74,7  |
| Вірогідність приросту (t)                      | 1,9   | 2,1   | 1,5     | 1,8   |
| % НЧ до екзаменів                              | 23,8  | 23,5  | 24      | 23,8  |
| % НЧ під час екзаменів                         | 6,1   | 7,2   | 5,7     | 6,5   |
| Зменшення % НЧ під час екзаменів               | 73,1  | 69,4  | 76,3    | 72,6  |
| Вірогідність зниження НЧ під час екзаменів (t) | 1,0   | 1,3   | 1,0     | 1,7   |
| % ВЧ до екзаменів                              | 24,9  | 27    | 23,2    | 25,1  |
| % ВЧ під час екзаменів                         | 7,9   | 9,9   | 7,3     | 8,6   |
| Зменшення % ВЧ під час екзаменів               | 67,1  | 63,4  | 68,6    | 65,8  |
| Вірогідність зниження ВЧ під час екзаменів (t) | 0,6   | 1,2   | 0,9     | 1,6   |

Продовж. табл. 1

|                                                              |       |       |       |       |
|--------------------------------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| Діапазон ДНЧ протягом тесту (%)                              | 33,0  | 35,0  | 33,0  | 34,0  |
| Діапазон НЧ протягом тесту (%)                               | 20,0  | 16,0  | 19,0  | 17,0  |
| Діапазон ВЧ протягом тесту (%)                               | 16,0  | 18,0  | 16,0  | 17,0  |
| НЧ/ВЧ до екзаменів                                           | 1,8   | 1,7   | 1,8   | 1,7   |
| НЧ/ВЧ під час екзаменів                                      | 1,4   | 1,4   | 1,3   | 1,3   |
| Середньоквадратичне відхилення сусідніх RR-інтервалів (SDNN) | 149,5 | 147,6 | 150,0 | 148,0 |
| pNN50                                                        | 4,9   | 4,6   | 5,3   | 5,0   |

При навантаженні на 80,4% підвищується питома вага ДНЧ (відображають надсегментарні ерготропні механізми), а частка НЧ і ВЧ знижується відповідно на 72,6% і 65,8%. Причому НЧ і ВЧ в спокої і при навантаженнях ведуть себе синергічно. Спостерігається гендерна різниця в розподілі частот спектра, середньоквадратичного відхилення сусідніх RR-інтервалів і співвідношення НЧ/ВЧ під час екзаменів. Співвідношення НЧ/ВЧ до екзаменів складає 1,7, тоді як при велоергометрії воно зменшується до 1,3, що не відповідає сучасній уяві про ВСР тому, що вплив симпатичної системи при фізичних навантаженнях повинен переважати [1; 9; 10].

У дівчат з низьким (Н) і нижче середнім (НС) рівнем соматичного здоров'я (СЗ) показник ВЧ становив  $919,9 \pm 154,7$  мс<sup>2</sup> і був вірогідно нижчим ( $p < 0,05$ ), ніж у дівчат з вище середнім (ВС) і середнім (С) рівнем СЗ, мав величину  $2973,6 \pm 858,3$  мс. Потужність у цьому діапазоні в основному пов'язана з дихальними рухами і відображає вагусний контроль серцевого ритму, тобто домінуючу активність парасимпатичного відділу нервової системи. Отже, отримані дані вказують на зниження середніх показників парасимпатичних впливів в регуляції серцевої діяльності в дівчат з Н і НС рівнем СЗ.

Потужність в діапазоні ДНЧ служить маркером інтенсивності вазомоторних хвиль, які модулюються переважно симпатичною нервовою системою (ВНС). Цей показник статистично вірогідно не відрізнявся в ліцеїстів обох статей незалежно від групи дослідження.

Припускають, що в основі механізмів формування ДНЧ лежать стресові фактори, які активують ренін-ангіотензин-альдостеронову систему і підвищують концентрацію катехоламінів у плазмі, а їх основний пік пов'язаний з активністю надсегментарних (гіпоталамічних) центрів вегетативної регуляції, які передаються через симпатичну нервову систему [3].

Проведений аналіз ВСР залежно від рівня соматичного здоров'я (СЗ) показав, що потужність у діапазоні ДНЧ у хлопців з низьким і нижче середнього рівнем СЗ була вірогідно вищою у порівнянні з відповідними показниками в хлопців із середнім і вище середнього рівнем СЗ (відповідно 34,6% і 37,8%). У дівчат з середнім і вище середнього рівня СЗ ДНЧ становила  $901,9 \pm 116,6$  мс<sup>2</sup> і була вірогідно нижчою ( $p < 0,05$ ), ніж у дівчат з низьким і нижче середнього рівня СЗ, відповідно на 45,3% і 46,1%.

Під час аналізу потужності кожного з частотних компонентів у відсотках від сумарної потужності коливань (ВЧ%, НЧ%, ДНЧ%) юнаки дослідних підгруп не відрізнялись за цими показниками. У дівчат з низьким і нижче середнього рівня СЗ з відносних значень потужності вірогідно знижений ( $p < 0,05$ ) показник HF%, який становив у

них  $31,2 \pm 2,4\%$ , тоді як у дівчат з ВС рівнем СЗ він складав  $37,8 \pm 2,27\%$ . Це свідчить про значне зниження відносного рівня активності парасимпатичної ланки регуляції в ліцеїстів 14 років з низьким і нижче середнього рівня СЗ.

Співвідношення середніх значень НЧ і ВЧ компонентів ВСР виражених у нормалізованих одиницях (ВЧ/НЧ) характеризує баланс симпато-парасимпатичного впливу. Цей показник статистично вірогідно не відрізнявся як у юнаків, так і в дівчат усіх дослідних підгруп.

#### **Висновок**

Показник ДНЧ відображає реалізацію синусовим вузлом симпатичних впливів. Високі частоти відображають активність парасимпатичної нервової системи. Показник "НЧ" не може служити маркером активності симпатичної системи, а швидше відповідає за активність блукаючого нерва або іншої гальмівної структури. Тому, співвідношення НЧ/ВЧ не може служити показником вегетативного балансу, незважаючи в якому стані перебуває організм у даний момент (спокій чи стрес).

1. Баевский Р. М. Математический анализ изменений сердечного ритма при стрессе / Р. М. Баевский, О. И. Кирилов. – М. : Наука, 2007. – 221 с.
2. Детская спортивная медицина. Руководство для врачей / под ред. С. Б. Тихвинского и С. В. Хрущева. – М., 1991. – 359 с.
3. Карпман В. Л. Сердце и работоспособность человека / В. Л. Карпман, С. В. Хрущев, Ю. А. Борисова. – М. : Физкультура и спорт, 1978. – 176 с.
4. Методы анализа и возрастные нормы variability ритма сердца : методические рекомендации / сост.: О. В. Коркушко [и др]. – К., 2008. – 23 с.
5. Михайлов В. М. Нагрузочное тестирование под контролем ЭКГ: велоэргометрия, тредмилл-тест, степ-тест, ходьба / В. М. Михайлов. – Иваново, 2005. – 440 с.
6. Попов С. Н. Медицинский контроль в массовой физической культуре / С. Н. Попов // Спортивная медицина. – М. : Физкультура и спорт, 2007. – 304 с.
7. Пратусевич Ю. М. Определение работоспособности учащейся молодежи / Ю. М. Пратусевич. – М. : Медицина, 2005. – 126 с.
8. Романчук А. П. Вегетативное обеспечение кардиореспираторной системы / А. П. Романчук // Теория и практика физической культуры. – 2006. – № 7. – С. 48–50.
9. Самошкин В. В. Методические особенности использования тренировок на велоэргометре с учетом толерантности к физической нагрузке при физическом воспитании школьников / В. В. Самошкин // Сучасні досягнення валеології та спортивної медицини : V Всеукраїнська наук.-практ. конф. – Одеса, 2009. – С. 31–34.
10. Самошкин В. В. Толерантность к физической нагрузке у школьников с недостаточной физической подготовленностью / В. В. Самошкин // Актуальные вопросы медицины и биологии. – Днепропетровск, 2008. – С. 33.
11. Сватъев А. В. Функціональна діагностика у фізичному вихованні і спорті / А. В. Сватъев, М. В. Маліков. – Запоріжжя : ЗДУ, 2004. – 195 с.
12. Селиверстова Г. П. Методы прогнозирования функциональных резервов организма и возможных достижений человека / Г. П. Селиверстова // Теория и практика физической культуры. – № 5. – 2006. – С. 30–31.

*Рецензент:* канд. біол. наук, доц. Лісовський Б. П.