

УДК 378.172:616.12–008.31–079

*М.П. Гребняк, К.О. Якімова*

*Донецький національний медичний університет ім. М. Горького*

### **КРИТЕРІАЛЬНІ ОЗНАКИ СЕРЦЕВОГО РИТМУ В ОЦІНЦІ ЗДОРОВ'Я СТУДЕНТІВ**

Представлено результати дослідження варіабельності серцевого ритму за спектральними, автокореляційними та геометричними показниками. Під впливом фізичного навантаження відбулася стабілізація серцевого ритму зі збільшенням асиметрії та ексцесу. Встановлені зміни свідчать про недостатність саморегулюючих механізмів при фізичному навантаженні.

*Ключові слова:* *серцевий ритм, здоров'я, студенти.*

До однієї з провідних проблем гігієнічного забезпечення підготовки молоді відноситься вивчення механізмів адаптації до навчальної діяльності. Чутливим індикатором адаптаційних можливостей цілосного організму є дослідження функціонування серцево-судинної системи у взаємодії з іншими системами та органами, що забезпечує відносну сталість внутрішнього середовища організму [1, 5]. Це досягається тим, що серцево-судинна система пов'язує всі частини організму з органами дихання, травлення і виділення, і завдяки цьому є посередником між кожною окремою клітиною організму і зовнішнім середовищем. Фактором, який підлягає первинній регуляції, є концентрація в тканинах деяких речовин, які транспортує кров, і насамперед кисню. Ряд математичних методів аналізу серцевого ритму дозволяє отримати досить повне уявлення про складні механізми екстракардіальної регуляції. Серед них велике значення мають статистичний, автокореляційний та спектральний аналіз. На думку багатьох авторів, серцевий ритм є найбільш інформативним показником, що відображає як ефективність серцевої діяльності, так і особливості його регуляції [2–5, 7]. В системі підтримки життєво важливих показників внутрішнього середовища на заданому рівні серцевий ритм може виступати в ролі єдиного або сполученого об'єкта регуляції.

Мета роботи – вивчення особливостей адаптаційних можливостей цілосного організму за показниками варіабельності серцевого ритму при експериментальному фізичному навантаженні.

**Матеріал та методи.** Після отримання інформованої згоди обстежено 202 студентів-волонтери чоловічої статі 18–22 років. Усі обстежені практично здорові, без ознак серцево-судинної та дихальної патології. ЕКГ реєстрували після 10-хвилинного відпочинку в позі «сидячи» протягом 2 хв. Дозоване фізичне навантаження (степ-тест) виконувалось протягом 5 хв. Оцінювались загальноприйняті показники автокореляційного і спектрального аналізу варіабельності серцевого ритму (ВСР). В якості методів оцінки ВСР використані рекомендації Європейського кардіологічного товариства: статистичні, геометричні, спектральні, автокореляційні, варіаційної пульсометрії. Статистична обробка цифрового матеріалу здійснювалась за допомогою пакету прикладних програм StatPlus 2009.

**Результати та їх обговорення.** Відповідно до отриманих даних зміна ритму серця пов'язана зі зміною загального стану організму. Вивчення серцевого ритму за допомогою випадкових процесів та автоматичного регулювання дозволяє з'ясувати стан регуляторних механізмів серцево-судинної системи при різних рівнях рухової активності. Вони,

© М.П. Гребняк, К.О. Якімова, 2013

поряд із визначенням безпосереднього рівня функціонування серцево-судинної системи, дозволяють виявити характер регуляторних впливів центральних і гуморальних факторів на роботу серця.

У обстежених студентів у стані спокою середня тривалість R-R інтервалів становила  $(0,83 \pm 0,009)$  с із коливаннями  $(0,71 \pm 0,006)$  с до  $(0,96 \pm 0,008)$  с. Розмах між найбільшою і найменшою тривалістю серцевих циклів становив  $(0,25 \pm 0,006)$  с. Дисперсія серцевого ритму становила  $(0,049 \pm 0,01)$  с (табл. 1).

Таблиця 1. Статистична характеристика серцевого ритму студентів у стійких станах ( $\bar{X} \pm S_x$ )

Показники	Стан		Різниця показників	Достовірність відмінності
	у спокої	при фізичному навантаженні		
Емпіричне середнє значення, с	$0,83 \pm 0,009$	$0,42 \pm 0,003$	$-0,41 \pm 0,009$	$< 0,001$
Дисперсія, с	$0,049 \pm 0,01$	$0,017 \pm 0,0006$	$-0,32 \pm 0,003$	$< 0,001$
Найменше значення, с	$0,71 \pm 0,006$	$0,37 \pm 0,002$	$-0,34 \pm 0,006$	$< 0,001$
Найбільше значення, с	$0,96 \pm 0,008$	$0,46 \pm 0,003$	$0,50 \pm 0,009$	$< 0,001$
Розмах, с	$0,25 \pm 0,06$	$0,09 \pm 0,002$	$0,16 \pm 0,007$	$< 0,001$
Коефіцієнт варіації, %	$5,9 \pm 0,15$	$4,0 \pm 0,11$	$-1,9 \pm 0,18$	$< 0,001$
Коефіцієнт асиметрії, од.	$0,03 \pm 0,028$	$0,10 \pm 0,019$	$0,07 \pm 0,034$	$< 0,05$
Показник ексцесу, од.	$0,21 \pm 0,048$	$0,57 \pm 0,062$	$0,36 \pm 0,078$	$< 0,001$

Для більшості студентів у стані спокою характерна лівостороння асиметрія, однак є сукупності R-R інтервалів із різко вираженою асиметрією і гостровершинністю. У цілому в стані спокою розподіл R-R інтервалів можна охарактеризувати як нормальний. При цьому коефіцієнт асиметрії становив  $(0,03 \pm 0,028)$  од., а показник ексцесу –  $(0,21 \pm 0,048)$  од. Під впливом фізичного навантаження у студентів відбувалися зміни показників серцевого ритму. Найбільші зміни відбувалися зі середньою тривалістю серцевих скорочень, їх мінімальними і максимальними величинами, дисперсією, а також розмахом між ними.

Під час дозованого фізичного навантаження середня тривалість серцевих скорочень зменшилася до  $0,42 \pm 0,003$  сек ( $p < 0,001$ ); з коливаннями в межах  $(0,37-0,46)$  с. Їх ритм став стійкішим, про що свідчить суттєве скорочення зони розмаху до  $0,09 \pm 0,002$  с ( $p < 0,001$ ) і дисперсії  $0,017 \pm 0,0006$  с ( $p < 0,001$ ).

При впливі фізичного навантаження змінився характер розподілу R-R інтервалів. Асиметрія збільшилася до  $0,10 \pm 0,019$  ( $p < 0,05$ ), залишаючись при цьому лівосторонньою. Основна маса одиниць динамічного ряду зо-

середжена в ділянці менших величин розподілу. Показник ексцесу досяг величини  $0,57 \pm 0,062$  ( $p < 0,001$ ), що свідчить про збільшення ймовірності появи інтервалів однакової тривалості.

Сучасна концепція управління діяльністю серця була сформульована на основі морфологічної структури інтеррецептивного аналізатора і електрофізіологічних даних про структуру головного мозку, відповідальних за ті чи інші реакції серцево-судинної системи. Її керуючий центр утворюють багато струк-

тур на всіх рівнях нервової системи. На підставі аналізу інформації про внутрішнє і зовнішнє середовище надаються керуючі команди на виконавчі органи. Таким чином, послідовність імпульсів, які керують роботою серця, є інформаційно значущою і відображає рівень регулювання [3, 6].

Управління серцевою діяльністю проводиться трьома рівнями ЦНС, особливою яких є різні програми управління ритмом серця. Найдосконаліша програма здійснюється корою головного мозку. На підставі інформації про взаємодію між організмом і зовнішнім середовищем відбувається пристосування діяльності серцево-судинної системи до зовнішнього середовища, що обумовлює ступінь ефективності роботи людини в конкретних умовах виробництва. Інтервали серцевих скорочень при цьому рівні управління відповідають змінливим обставинам і зовнішнього середовища і прогнозованим ситуаціям.

Другий, менш складний рівень управління складається зі стабілізації властивостей внутрішнього середовища в системі «організм – серцево-судинна система». Головну роль у підтримці гомеостазу відіграють центри нер-

вової системи, що збирають всю основну вегетативну інформацію: довгастий мозок, стовбурова частина мозку і гіпоталамус. При цьому рівні управління формування певної сукупності R-R інтервалів відбувається в результаті постійної координації фізіологічних функцій і конкретної діяльності. Третій, найбільш простий рівень управління полягає в підтримці автономності серця, регулярності його скорочень і збереженні органної цілісності. Власне саморегуляція серця здійснюється самими клітинними елементами при усуненні керуючих впливів. Характерною особливістю цього рівня управління є висока стабільність інтервалів серцевих скорочень.

Вивчення кількості серій (різниця між послідовними інтервалами та інверсіями менше 20 мс) обстежених осіб дозволило дати якісно-кількісну характеристику спрямованості змін динамічного ряду R-R інтервалів, а також змін інтенсивності процесу в часовому вимірі. На основі особливостей цих математичних методів з'явилась можливість розділити (за різними варіантами окремих видів тренда або його відсутності) всіх обстежених студентів на 4 групи (табл. 2).

Таблиця 2. Характеристика тренда серцевого ритму у студентів, % ( $X \pm S_x$ )

Тренд	Стан	
	у спокої	при фізичному навантаженні
Відсутній	6,1±1,4	31,8±2,7
Монотонний	4,5±1,2	15,6±2,1
Коливальний	39,1±2,8	19,6±2,3
Монотонно-коливальний	50,3±2,9	33,0±2,7

Аналіз матеріалу таблиці 2 свідчить про те, що у 93,9±1,4 % студентів наявний тренд у стані спокою, що показує співвідношення якості саморегуляції серцево-судинної системи. Жорстка стабілізація показників у решти студентів дає підставу припустити, що саморегулюючі механізми у них виявляються недостатніми, і відбувається втручання вищих рівнів регулювання.

Під впливом дозованого фізичного навантаження у 31,8±2,7 % студентів посилилася

стабілізація серцевого ритму ( $p < 0,001$ ). Це ймовірно є наслідком того, що саморегуляція нижчої ланки не спроможна самостійно задовольняти зрослі потреби, і регулювання починає здійснюватися центрами вищого порядку, з притаманною їм значним ступенем стабілізації ритмічного процесу.

Монотонна зміна інтенсивності процесу в 15,6±2,1 % студентів ( $p < 0,001$ ) може бути проявом тривалого перехідного процесу, а це є наслідком неадекватності відповіді серцево-судинної системи при фізичному навантаженні. У відповідь на дозоване навантаження у 19,5±3,6 % студентів ( $p < 0,001$ ) зник коливальний і у 17,3±4,0 % студентів ( $p < 0,05$ ) – монотонно-коливальний тренд. Це свідчить про те, що серцево-судинна система у них почала працювати з більшим ступенем напруги.

### Висновки

1. Математичні методи аналізу серцевого ритму дозволили виявити його внутрішню структуру й організацію завдяки регулюючим впливам. Залежно від якості регулювання забезпечуються реакції тієї чи іншої системи, що виявляється у динамічній характеристиці перехідного процесу і статистичних властивостях стійкого стану.

2. При фізичному навантаженні відбулася значна перебудова серцевого ритму: величина R-R інтервалів зменшилася, звузився розмах їх мінімальних і максимальних тривалостей з одночасним зменшенням дисперсії. Змінився також характер розподілу – з переміщення значної кількості R-R інтервалів у ділянку менших величин сукупності.

3. Аналіз варіабельності серцевого ритму відноситься до індикатору адаптаційних можливостей, що дозволяє охарактеризувати детальну активність регуляційних механізмів.

**Перспективи подальших досліджень** полягають у дослідженні варіабельності серцевого ритму у студентів із різним станом здоров'я.

### Список літератури

1. Гребняк Н. П. Роль варіабельності серцевого ритма в оцінці функціонального стану здоров'я / Н. П. Гребняк, В. П. Гребняк, А. Г. Рыбковский // Медико-фізіологічні та педагогічні основи фізичного виховання студентів. – Донецьк. – 2006. – Гл. 2. – С. 16–26.

2. Влияние приема лекарственных трав на сердечную деятельность гимназистов при экзаменационном стрессе / Л. Э. Гукасян, Э. С. Геворкян, С. М. Миносян, А. В. Даян // Гигиена и санитария. – 2010. – № 2. – С. 82–84.

3. Лукина А. И. Показатели вариабельности сердечного ритма во время экзамена у студентов с разными профилями моторного доминирования / А. И. Лукина // Вестник СамГУ. – 2012. – № 3/1 (94). – С. 203–209.

4. Особенности сердечного ритма у учеников в период контрольных работ / С. М. Минасян, Э. С. Геворкян, Ц. И. Адамян [и др.] // Гигиена и санитария. – 2007. – № 7. – С. 57–60.

5. Назаренко В. И. Особенности вариабельности сердечного ритма при выполнении сложных зрительных работ в условиях светодиодного освещения с цветовой температурой 4000 К и 7900 К / В. И. Назаренко, В. Г. Мартиросова, К. А. Алыхтин // Український журнал з проблем медицини праці. – 2011. – № 4 (28). – С. 18–21.

6. Показатели вариабельности сердечного ритма и психофизиологического состояния организма подростков с нормальным и повышенным артериальным давлением / Е. М. Спивак, Н. В. Печникова, А. Г. Гущин, Н. Л. Головин // Ярославский педагогический вестник. – 2012. – Т. 3, № 3. – С. 159–161.

7. Чуян Е. Н. Вариабельность сердечного ритма после физической нагрузки в условиях превентивного воздействия низкоинтенсивного электромагнитного излучения высокой частоты / Е. Н. Чуян, И. Р. Никифоров // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. – 2011. – Т. 24 (63). – № 2. – С. 321–331.

*Н.П. Гребняк, К.А. Якимова*

#### **КРИТЕРИАЛЬНЫЕ ПРИЗНАКИ СЕРДЕЧНОГО РИТМА В ОЦЕНКЕ ЗДОРОВЬЯ СТУДЕНТОВ**

Представлено результаты исследования вариабельности сердечного ритма по спектральным, автокорреляционным и геометрическим показателям. Под влиянием физической нагрузки произошла стабилизация сердечного ритма с увеличением ассиметрии и эксцесса. Установленные изменения свидетельствуют о недостаточности саморегулирующих механизмов при физической нагрузке.

*Ключевые слова:* сердечный ритм, здоровье, студенты.

*М.Р. Grebnyak, K.O. Yakimova*

#### **CRITERION SIGNS OF HEARTBEAT IN ESTIMATING STUDENTS HEALTH**

The results of research of heartbeat variability due to spectral, autocorrelative and geometrical indications are given. Under the influence of physical load the stability of heartbeat with the increase of assimetria to excess happened. These changes are evidence of insufficiency of selfcorrelative mechanisms in physical load.

*Key words:* heartbeat, health, students.