

# HEART RATE VARIABILITY EVALUATION DEPENDING ON THE LEVEL OF PHYSICAL HEALTH

Redkovets S.

## ОЦІНКА ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ЗАЛЕЖНО ВІД РІВНЯ ФІЗИЧНОГО ЗДОРОВ'Я



**РІДКОВЕЦЬ С.Г.**  
Національна медична  
академія  
післядипломної освіти  
ім. П.Л. Шупика,  
м. Київ

УДК 212.172+612.017

**Ключові слова:**  
**варіабельність**  
**серцевого ритму,**  
**адаптація, рівень**  
**фізичного здоров'я.**

У практиці оздоровчої медицини основне значення надається діагностиці, орієнтованій не на розпізнавання хвороб, а на оцінку резервних можливостей організму. Серед безлічі підходів до оцінки резервних можливостей організму — найбільш практичний підхід, що ґрунтується на уявленнях про теорію адаптації і вченні про гомеостаз. Одним з провідних показників стану адаптації організму є ступінь напруги його регуляторних систем. Напруга регуляторних систем — це неспецифічна відповідь організму на будь-які не сприятливі для нього дії, що вимагають мобілізації функціональних резервів. Вона залежить від статі, віку, індивідуальних особливостей організму, рівня здоров'я, але не виходить за межі так званої фізіологічної норми, характеризуючи таким чином особливості адаптації. Встановлено, що адаптація відбувається за допомогою специфічних і неспецифічних механізмів, але в усіх випад-

ках захисно-приспосувальні реакції спочатку мають неспецифічний характер, що відображено у концепції загального адаптаційного синдрому Г. Сельє.

При оцінці фізичного стану велике значення надається оцінці функції серцево-судинної системи як основного показника стану резервних і адаптаційних можливостей організму.

Серцево-судинна система — яскравий приклад унікального керування, побудованого за ієрархічним типом, де кожен нижній рівень за нормальних умов функціонує автономно. При змінах зовнішнього середовища і/або у разі розвитку патологічного процесу з метою збереження гомеостазу активуються вищі рівні керування [5, 6]. Варіабельність ритму серця (ВСР) — це природні зміни інтервалів часу між серцевими скороченнями (тривалості кардіоциклу) нормального синусового ритму серця. Зміни частоти серцевих скорочень (ЧСС) (тривалості кардіоциклу) зумовлені вегетативними впливами на синусовий вузол серця — симпатичними (n. Sympaticus) і парасимпатичними (n. Vagus). Симпатичні імпульси прискорюють ритм серця (вкорочують кардіоінтервали), парасимпатичні — уповільнюють (подовжують кардіоінтервали). Основною метою регу-

ОЦЕНКА ВАРИАБЕЛЬНОСТИ СЕРДЕЧНОГО  
РИТМА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ УРОВНЯ  
ФИЗИЧЕСКОГО ЗДОРОВЬЯ

Редковец С.Г.

Национальная медицинская академия  
последипломного образования им. П.Л. Шупика,  
г. Киев

**Целью работы** является изучение состояния регуляторных систем организма в зависимости от уровня физического здоровья у практически здоровых людей.

**Материалы и методы.** В исследовании приняли участие 127 студенток медицинских училищ г. Киева в возрасте 19-20 лет, не имеющие отклонений в состоянии здоровья и относящиеся к группе "практически здоровых" лиц. Оценку уровня физического здоровья проводили по Г.Л. Апанасенко, оценку вариабельности сердечного ритма — методом математической статистики и выражали в количественных показателях.

**Выводы.** Анализ показателей вариабельности сердечного ритма по группам с различными уровнями физического здоровья установил, что наиболее оптимальные показатели индекса напряжения зарегистрированы в группе со "средним" и "выше среднего" значениями уровня физического здоровья. Наличие корреляции между уровнем физического здоровья и индексом напряжения подтверждает взаимосвязь данных показателей.

**Ключевые слова:** **вариабельность**  
**сердечного ритма, адаптация, уровень**  
**физического здоровья.**

HEART RATE VARIABILITY EVALUATION  
DEPENDING ON THE LEVEL OF PHYSICAL HEALTH  
Redkovets S.

National P. Shupyk Medical Academy  
of Postgraduate Education

**Objective.** We studied the state of the regulatory systems of the organism depending on the level of physical health in practically healthy people.

**Materials and Methods.** 127 students of medical colleges at the age of 19-20 with no deviations in health status and belonging to the group of "healthy" individuals were examined in Kyiv. Assessment of physical health was carried out according to Apanasenko. Assessment of heart rate variability was performed with the help of the method of mathematical statistics and expressed in quantitative indices.

**Conclusions.** Analysis of heart rate variability in groups with different levels of physical health demonstrated that the optimum parameters of stress index were registered in the group with the "average" and "above average" values of physical health. The correlation between the level of physical health and stress index confirms the relationship between these indicators.

**Keywords:** **heart rate variability, adaptation, level of physical health.**

© Рідковець С.Г. СТАТТЯ, 2015.

ляції ЧСС є стабілізація артеріального тиску, що реалізується за допомогою барорефлекторного механізму. ВСР може мати зовнішнє і внутрішнє походження. ВСР у стані повного спокою і за відсутності будь-яких зовнішніх збуджуючих факторів має внутрішнє походження. У основі такої варіабельності лежать регуляторні коливання і біологічні ритми фізіологічних процесів. Зовнішніми причинами ВРС є такі фактори, як зміна положення тіла, фізичні навантаження, психоемоційний, температурний стрес тощо. Відповідно, ВСР відображає роботу серцево-судинної системи і роботу механізмів регуляції цілісного організму. Показники ВСР відображають життєво важливі показники керування фізіологічними функціями організму — вегетативний баланс та функціональні резерви механізмів його керування.

**Метою роботи** є вивчення стану адаптаційного потенціалу практично здорових дівчат 19-20 років на основі оцінки варіабельності серцевого ритму залежно від рівня фізичного здоров'я для проведення за необхідності його подальшої корекції.

**Матеріали і методи.** У дослідженні взяли участь 127 студенток медичних училищ м. Києва віком 19-20 років, що не мають відхилень у стані здоров'я і належать до групи "практично здорових" осіб.

Усім дівчатам проводили оцінку рівня фізичного здоров'я (РФЗ) за Апанасенко Г.Л. [1, 2, 5, 6], яка охоплювала такі дані: зріст, вагу, життєву ємність легень, кистьову динамометрію, оцінку функціонального стану серцево-судинної системи (ЧСС), артеріальний тиск, час відновлення частоти серцевих скорочень після проби з фізичним навантаженням (20 присідань за 30 секунд).

Розраховувалися й оцінювалися у балах такі показники:

1. ІМТ (індекс маси тіла): вага (кг)/зріст (м)<sup>2</sup>. Оцінка здійснювалася у такий спосіб: менше 16,9 оцінювалося у -2 бали; від 17,0 до 18,4 — -1 бал; від 18,5-23,8 — 0 балів; 23,9-26,0 < -1 бал; понад 26,1 — -2 бали.

2. ЖІ (життєвий індекс): ЖЕЛ\* (мл)/маса тіла (кг). Оцінка здійснювалася у такий спосіб: менше 40 оцінювалося в -1 бал; від 41 до 45 — 0 балів; від 45 до 50 — 1 бал; від 51 до 57 — 2 бали; понад 57 — 3 бали.

3. СІ (силовий індекс): динамометрія кисті (кг)/маса тіла (кг)\* 100%. Оцінка здійснювалася у такий спосіб: менше 40% оцінювалося у -1 бал; від 41% до 50% — 0 балів; від 51% до 55% — 1 бал; від 56% до 60% — 2 бали, більше 61% — 3 бали.

4. ПД (подвійний добуток)\*\*: добуток ЧСС (за 1 хвилину) і АТ систолічного, поділений на 100. Оцінка здійснювалася у такий спосіб: більше 111 оцінювалося у -2 бали; від 95 до 110 — -1 бал; від 85 до 94 — 0 балів; від 70 до 84 — 3 бали; менше 69 — 5 балів.

5.  $t_b$  (час відновлення ЧСС після 20 присідань за 30 секунд). Оцінка здійснювалася у такий спосіб: показник більше 3 хвилин оцінювався у -2 бали; від 2 до 3 хвилин — 1 бал; від 1,30 до 1,59 — 3 бали; від 1,00 до 1,29 — 5 балів; менше 1 хвилини — 7 балів.

*Примітка:* \* — життєва ємність легень; \*\* — приклад розрахунку ПД. ЧСС за 1 хвилину — 70, АТ<sub>систолічний</sub> — 120;  $70 \times 120 = 8400:100 = 84$ .

Висновок щодо РФЗ складається з суми усіх показників і оцінювався у такий спосіб: менше 3 балів — низький показник; 4-6 балів — показник нижче середнього; 7-11 балів — середній показник; 12-15 балів — показник вище середнього; 16-18 балів — високий показник.

Сумарний бал, що характеризує "безпечний рівень" здоров'я — 12 і більше балів, що відповідає стану РФЗ "вище середнього" і "високий".

На основі оцінки РФЗ за Апанасенко Г.Л. [1, 2, 5, 6] усіх обстежуваних розподілено на три групи.

До групи 1 увійшли дівчата, які мають загальний бал РФЗ <3, що відповідало низькому рівню фізичного здоров'я.

До групи 2 включено тих, чий загальний бал РФЗ перебував у межах від 4 до 6 балів, що відповідало рівню здоров'я "нижче середнього".

Група 3 включала тих, чий бал РФЗ перевищує 7. До цієї групи увійшли випробовувані з балом від 7 до 11, що відповідає

значенню РФЗ "середнє", а також ті, чий бал РФЗ був більше 12, що відповідало РФЗ "вище середнього".

Усім студенткам було проведено визначення функціонального стану вегетативної нервової системи за методикою кардіоінтервалометрії (ВСР), яку проводили методом математичної статистики і виражали у кількісних показниках. Розробка нових математичних методів і алгоритмів обробки біологічних сигналів, фізіологічна інтерпретація одержуваних даних та безсумнівний клінічний результат дозволили виокремити оцінку ВСР як самостійний неінвазивний метод у кардіології з можливістю визначення стану вегетативної нервової системи.

Біоелектричну активність серця та функціональний стан вегетативної нервової системи вивчали за допомогою діагностичного автоматизованого комплексу "Кардіо+". Методика проведення — досліджуваний надіває датчик, запускається програма тесту "варіаційна пульсометрія". Після налаштування на пульс пацієнта, що триває близько 1 хвилини, програма починає виміри кардіоінтервалів. Після виміру 100 кардіоінтервалів (у мілісекундах) будується статистичний розподіл цих значень. Потім обчислюються параметри закону розподілу і низку показників, які допускають медичну інтерпретацію.

Алгоритм оцінки варіабельності серцевого ритму у нашому дослідженні передбачав оцінку внутрішньогрупових властивостей динамічного ряду кардіоінтервалів: математичне сподівання відображає середній рівень частоти серцевих скорочень; мода — значення кардіоінтервалу в аналізованій вибірці, яке найчастіше зустрічається (тобто най-

є оцінка адаптованості людини до умов середовища проживання. З цієї точки зору метод ВСР є незамінним, оскільки дозволяє оцінити пристосувальні резерви організму, у межах яких здійснюються саморегуляторні механізми і зберігається його гомеостаз.

**Результати та їх обговорення.** Кількісна оцінка ступеня напруги регуляторних систем здійснюється на основі аналізу варіабельності серцевого ритму, який дозволяє визначити функціональний стан симпатичної та парасимпатичної систем і ступінь централізації процесів регуляції. Нині цей метод є одним з найбільш інформативних і доступних методів оцінки індивідуальних адаптаційних можливостей системи вегетативної регуляції кровообігу, що дозволяє проводити оперативний контроль і прогнозування функціонального стану організму [3, 4].

Отримані нами результати дослідження представлено у таблиці.

Таблиця

**Показники варіабельності серцевого ритму (M±m, Макс/мін) у групах з різними рівнями фізичного здоров'я**

Показник	Загальне значення (n=127)	Група 1 (n=50)	Група 2 (n=30)	Група 3 (n=47)
Математичне сподівання (мс)	829,2 ± 42,7	849,5 ± 11,2	798,8 ± 18,7	827,0 ± 6,5
Макс	1079	926	1023	1079
Мін	574	577	574	640
Мода (мс)	788,0 ± 11,5	740,0 ± 12,6	803,3 ± 19,9*	829,5 ± 16,7*
Макс	1075	975	1025	1075
Мін	525	575	525	625
Амплітуда моди (%)	37,2 ± 0,9	39,2 ± 1,5	37,4 ± 2,0	34,7 ± 1,6*
Макс	71	58	63	71
Мін	19	24	19	19
Варіаційний розмах (мс)	274,8 ± 10,5	263,1 ± 8,3	259,0 ± 14,3	296,7 ± 19,4
Макс	519	519	435	515
Мін	114	114	119	144
Середньоквадратичне відхилення (мс)	57,6 ± 1,8	53,4 ± 2,7	55,7 ± 3,2	63,3 ± 3,4*
Макс	151.3	104.8	98.8	151.3
Мін	27.3	30.1	27.8	27.3
Індекс напруги (ум. од.)	110,3 ± 6,6	125,3 ± 1,6	112,6 ± 16,0	92,9 ± 10,0*
Макс	360	316	360	357.8
Мін	13.3	19.5	25.6	13.3

Примітка: \* — достовірність відмінностей з групою 1 (p<0,05).

Показники варіабельності серцевого ритму відображають стан різних ланок системи вегетативної регуляції і дозволяють робити висновок про індивідуальні особливості адаптації.

Сумарний ефект регуляції якнайповніше відображає такий показник, як ЧСС. Сумарна активність регуляторних механізмів оцінюється за середньоквадратичним відхиленням (СКВ), вегетативний баланс оцінюється за показником індексу напруги (ІН).

Отримані результати свідчать про чималу різноманітність показників у групах, проте відображають достовірну тенденцію зниження ІН при збільшенні РФЗ. ІН у групі 3 достовірно нижчий, ніж у групі 1 за рахунок зменшення амплітуди моди і збільшення моди. Проте у кожній групі розмах показників достатньо великий.

Аналіз ІН у групах показав: ІН вище 150 од. (свідчить про централізацію процесів регуляції серцевою діяльністю) був діагностований у групі 1 у 18 осіб (36%); у групі 2 — у 6 осіб (20%); у групі 3 — також у 6 осіб (13%).

Отримані результати наведено на рисунку.

Варто відзначити, що коли у групі 1 майже однакова кількість осіб мала ІН менше 80 одиниць (17 осіб), від 80 до 150 (15 осіб) і вище 150 (18 осіб), то у групі 3 майже однакова кількість осіб мала ІН нижче 80 одиниць (22 особи) і від 80 до 150 (19 осіб). Це свідчить про більш оптимальне напруження регуляторних систем організму (за математичним аналізом динамічних рядів кардіоінтервалів за Р.М. Баєвським) у даній групі, проте наявність осіб з високим ІН не знімає завдання включення діагностики показників ВСР при аналізі стану здоров'я практично здорових людей.

Аналіз кореляції ІН як показника напруги регуляторних систем і СКВ як показника активності серцево-судинної системи відносно РФЗ виявив наявність достатньо сильно залежності, що характеризує зниження РФЗ і з точки зору збільшення напруги механізмів регуляції при підвищенні активності симпатичної нервової системи.

Найбільш суттєвий вплив на зарахування індивіда до певної

групи за РФЗ виявляли показники стану серцево-судинної системи ("подвійний добуток" і час відновлення пульсу після навантаження). Дівчата 19-20 років з низьким РФЗ характеризуються переважно надмірною масою тіла (до 27% у групі), великою напругою регуляторних систем організму згідно з даними ВСР за Баєвським Р.М., зниженням економізації функції серцево-судинної системи (тахікардія у 43,3% від складу групи, "подвійний добуток" у спокої у середньому 92,6 ум. од.). З підвищенням РФЗ (середній і вище середнього) спостерігається нормалізація маси тіла (ІМТ >25 не більше 1%), менш виражена напруга регуляторних систем організму (за даними ВСР) і більшою мірою виявляється економізація функцій. Так, відзначено наявність середньої кореляції ІН з показником подвійного добутку ( $r = 0,55$ ). Це означає, що стан напруги супроводжується зниженням економізації функцій у вигляді збільшення систолічної роботи серця.

**Висновки**

Аналіз показників варіабельності серцевого ритму у групах РФЗ виявив, що найбільш оптимальні показники ІН зареєстровано у групі 3, тобто за середніх і вище середнього значень загального показника РФЗ. Наявність кореляції між РФЗ та ІН підтверджує взаємозв'язок даних показників

( $r=0,55$ ). Проте варто враховувати чималий розмах показників ВСР у групах, що ставить питання про необхідність включення даної оцінки до комплексу показників оцінки рівня здоров'я у практично здорових людей.

**ЛІТЕРАТУРА**

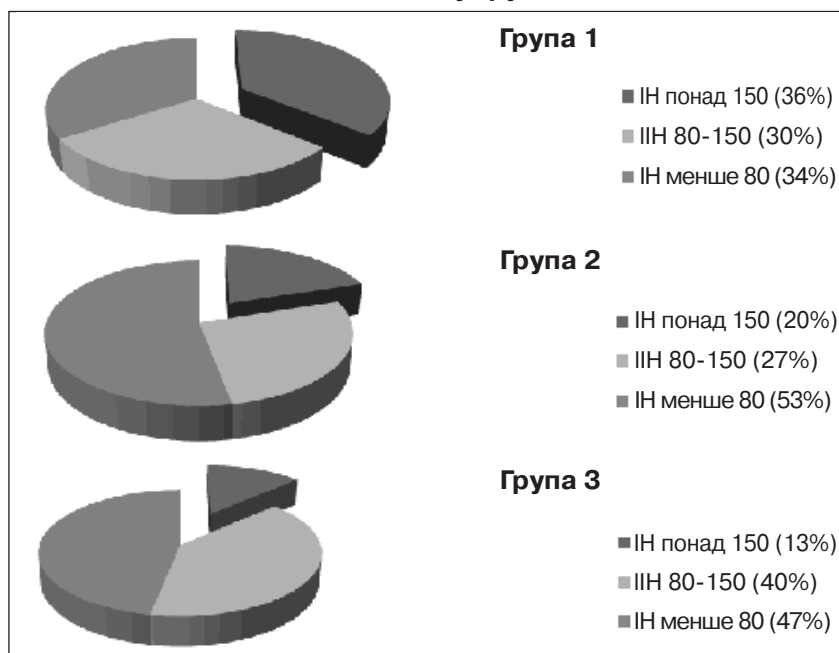
1. Апанасенко Г.Л. Санологія (медичні аспекти валеології) / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова, А.В. Магльований // Підручник для лікарів-слухачів закладів (факультетів) післядипломної освіти. — Львів, ПП "Кварт", 2011. — 303 с.
2. Апанасенко Г.Л. Основи управління здоров'ям / Г.Л. Апанасенко, Л.А. Попова, А.В. Маглеваний. — Saarbrücken, Lambert Academic Publishing, 2012. — 405 с.
3. Баевский Р.М. Анализ variability сердечного ритма: история и философия, теория и практика / Р.М. Баевский // Клиническая информатика и телемедицина. — 2004. — № 1. — С. 54-56.
4. Баевский Р.М. Введение в донозологическую диагностику / Р.М. Баевский, А.П. Берсенева. — Слово, 2008 — 174 с.
5. Коркушко О.В. Анализ variability ритма сердца в клинической практике. Возрастные аспекты / О.В. Коркушко, А.В. Писарук, В.Б. Шатило, В.Ю. Лишневецкая, Н.Д. Чеботарев, Ю.Н. Погорецкий. — К., 2002. — 192 с.
6. Лисенюк В.П. Медична реабілітація: сучасні стандарти,

тести, шкали та критерії ефективності. Низькоінтенсивна резонансна фізіотерапія і її застосування у реабілітаційній медицині. Посібник / В.П. Лисенюк, І.З. Самосюк, Л.І. Фісенко та ін. — К. : Видавничо-поліграфічний центр "Київський університет", 2007. — 264 с.

**REFERENCES**

1. *Apanasenko H.L., Popova L.A. and Mahlovanyi A.V. Sanolohiia (medychni aspekty valeolohii) : pidruchnyk [Sanology (Medical Aspects of Valeology): Textbook]. Lviv : Kwart ; 2011 : 303 p. (in Ukrainian).*
2. *Apanasenko G.L., Popova L.A. and Maglovanyi A.V. Osnovy upravleniia zdoroviem [Background of Health Management]. Saarbrücken : Lambert Academic Publishing ; 2012 : 405 p. (in Russian).*
3. *Baevskii R.M. Klinicheskaia informatika i telemeditsina. 2004 ; 1 : 54-56. (in Russian).*
4. *Baevskii R.M. and Berseneva A.P. Vvedenie v donozologicheskuiu diagnostiku [Introduction in Pre-Nosologic Diagnosis]. Moscow : Slovo ; 2008 : 174 p. (in Russian).*
5. *Korkushko O.V., Pissaruk A.V., Shatilo V.B., Lishnevskaya V.Yu., Chebotarev N.D. and Pogoretskii Yu.N. Analiz variabelnosti ritma serdtsa v klinicheskoi praktike. Vozrastnye aspekty [Analyses of Heart Rate Variability in Clinic Practice. Age Aspects]. Kiev ; 2002 : 192 p. (in Russian).*
6. *Lyseniuk V.P., Samosiuk I.Z., Fisenko L.I. et al. Medychna reabilitatsiia: suchasni standarty, testy, shkaly ta kryterii efektyvnosti. Nyzkointensyvna rezonansna fizioterapiia i ii zastosuvannia v reabilitatsiini medytsyni : posibnyk [Medical Rehabilitation: Modern Standards, Tests, Scales and Criteria of the Efficiency. Low Intensive Resonant Physiotherapy and Its Use in Rehabilitation Medicine: Manual]. Kyiv : Kyivskiy universytet ; 2007 : 264 p. (in Ukrainian).*

**Розподіл ІН у групах**



*Рисунок*