

РОМАНЕНКО Вячеслав

Харківська державна академія фізичної культури
<https://orcid.org/0000-0002-3878-0861>
 e-mail: slavaromash@gmail.com

БОЙЧЕНКО Наталя

Харківська державна академія фізичної культури
<https://orcid.org/0000-0003-4821-5900>
 e-mail: natalya-meg@ukr.net

ТРОПІН Юрій

Харківська державна академія фізичної культури
<https://orcid.org/0000-0002-6691-2470>
 e-mail: tropin.yuriy@gmail.com

ГОЛОХА Валерій

Харківська державна академія фізичної культури
<http://orcid.org/0000-0003-3733-5560>
 e-mail: vgolokha@gmail.com

ДОСЛІДЖЕННЯ ВАРІАБЕЛЬНОСТІ СЕРЦЕВОГО РИТМУ ЄДИНОБОРЦІВ ПІД ЧАС РЕАКЦІЇ ВИБОРУ

В статті проведено дослідження варіабельності серцевого ритму (BCP) єдиноборців під час реакції вибору. В дослідженні приймали участь викладачі кафедри єдиноборств (n=4, 49.2±8.9 років), було виконано 188 вимірювань (n=94, BCP в положенні лежачи; n=94, BCP при виконанні тестового завдання, яке присвячене вимірюванню реакції вибору). Визначення BCP в положенні лежачи (тривалість 5 хвилин) та при виконанні тестового завдання, яке було присвячене вимірюванню реакції вибору (тривалість 4.1±0.6 хвилини), відбувалося в ранкові часи кожного дня. На дослідження було витрачено 23.5±3.5 днів. Аналіз науково-методичної літератури дозволив визначити, що BCP є інтегральним показником функціонального стану серцево-судинної системи та в цілому всього організму, а сенсомоторні функції є одним з перспективних напрямків дослідження психофізіологічних особливостей організму єдиноборців. На підставі цього, для комплексного дослідження BCP та сенсомоторних реакцій розроблено мобільний застосунок «HRV SR+CR». Для дослідження BCP було використано мобільний застосунок «Research HRV». Результати дослідження показали, що розроблений мобільний застосунок «HRV SR+CR», дозволяє комплексно проводити оцінку функціонального стану єдиноборців на підставі аналізу динаміки BCP та рівня прояву реакції вибору. Попередня апробація мобільного застосунку «HRV SR+CR» показала надійність роботи програми. Аналіз результатів окремих респондентів свідчить про чутливість виконаних вимірювань. Визначено, що існують статистично значимі взаємозв'язки між показниками BCP та складовими реакції вибору. Так, відмічені високі статистичні значимі взаємозв'язки ($p < 0.001$) параметрів BCP з часом виконання самого руху та статистичні значимі взаємозв'язки ($p < 0.05$) з латентним часом реакції. Аналіз взаємозв'язків між кінцевим часом реакції вибору та окремими її складовими свідчить, що час реакції вибору, в даному дослідженні, в більшій ступені залежить від латентного часу реакції.

Ключові слова: єдиноборства, мобільні застосунки, варіабельність серцевого ритму, реакція вибору.

<http://doi.org/10.31891/pcs.2024.1.66>

1. ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМИ У ЗАГАЛЬНОМУ ВИГЛЯДІ ТА ЇЇ ЗВ'ЯЗОК ІЗ ВАЖЛИВИМИ НАУКОВИМИ ЧИ ПРАКТИЧНИМИ ЗАВДАННЯМИ

Проблема проведеного дослідження полягає в ідентифікації та розумінні факторів, які впливають на функціональний стан єдиноборців під час реагування руховими діями на зорові стимули. Вимірювання та аналіз динаміки варіабельності серцевого ритму, стає ключовим для розкриття фізіологічних та психоемоційних аспектів єдиноборців в їх спортивній діяльності. Додатково, існує потреба в розробці ефективних методів та інструментів для об'єктивної оцінки цих фізіологічних та

психоемоційних аспектів. Такі дослідження можуть мати практичне значення для підвищення ефективності планування тренувального процесу єдиноборців.

2. АНАЛІЗ ОСТАННІХ ДОСЛІДЖЕНЬ ТА ПУБЛІКАЦІЙ

Варіабельність серцевого ритму є важливим індикатором функціонального стану серцево-судинної системи та всього організму. Вона відображає зміни в інтервалах між пульсами, що відбивають активність автономної нервової системи і регуляцію серця [5, 6, 14]. Збільшення варіабельності серцевого ритму часто вказує на здоровий стан серцево-судинної системи та

загального функціонування організму. На відміну від низької варіабельності серцевого ритму, що може бути показником стресу, перенапруження або патологічних змін у серцево-судинній системі [7, 8].

Сенсомоторні функції відображають взаємодію між системою нервової та м'язової систем, і важливі для реагування організму на зовнішні подразники та виконання рухових завдань. Дослідження психофізіологічних особливостей сенсомоторних функцій може вказати на рівень реактивності, координації рухів та інші аспекти функціонування організму.

Стосовно єдиноборців, дослідження варіабельності серцевого ритму та сенсомоторних функцій може бути корисним для розуміння їхньої фізичної та психологічної підготовки, рівня стресостійкості, реакції на стресові ситуації та рівня адаптивності. Такі дослідження можуть допомогти тренерам та спортсменам в оптимізації тренувальних програм та підготовці до змагань [9, 11, 16, 17].

Дослідження науковців вказують на взаємозв'язок варіабельності серцевого ритму з сенсомоторними реакціями. Так, відмінності регуляторного забезпечення серцевого ритму у висококваліфікованих спортсменів супроводжуються характерними відмінностями сенсомоторної функції. Останнє може бути корисним для діагностики і подальшої корекції станів, пов'язаних з розвитком перенапруження та перетренованості [13].

Для оцінки стану здоров'я, функціонального стану використовують різні пристрої (датчики), технології, системи та методи [1, 3, 18]. Так, досліджувався аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою методу медіанної спектрограми [4]. Також, деякі автори, застосовують методику автоматизації дослідження ритму серця з визначенням кардіоінтервалів по фотоплетизмограмі при дослідженні на поліграфі. За проведеним аналізом моделі ритму серця показано, що варіабельність серцевого ритму, що визначається по RR - інтервалам відбиває стан не тільки серцевої, а й нервової систем [10]. Інші автори пропонують тестовий стенд на базі налагоджувальної плати EBYTE E73-TBM-01 і сенсору MAX30102 та програмне забезпечення для аналізу фотоплетизмограми,

який є системою віддаленого аналізу варіабельності серцевого ритму. Запропонована система не представляє собою універсальний комплекс для діагностування здоров'я людини, однак демонструє можливість та простоту реалізації системи визначення стресу людини з використанням розповсюджених на сьогоднішній день носимих пристроїв, які мають в своїй конструкції оптичні фотоплетизмографічні датчики та Bluetooth модулі [20].

Також, окремо привертають увагу системи визначення варіабельності серцевого ритму. Так, система Dia-Card-Solveig дозволяє проводити тривалий моніторинг варіабельності серцевого ритму у спортсменів не тільки в стані спокою але і в умовах тренувальних занять, здійснювати контроль за динамікою вегетативних функцій при адаптації до фізичних навантажень [2]. Система визначення показників варіабельності серцевого ритму CardiolabSens (виробництва НП «ХАЙ-Медика» м. Харків) широко застосовується науковцями з єдиноборств, спортивних ігор та легкої атлетики [12, 15]. Проведені дослідження доводять, що це метод є зручним неінвазивним методом оцінки і моніторингу стану індивідуальної адаптації спортсменів. Вивчення динаміки показників варіабельності серцевого ритму при фізичних навантаженнях дозволяють оцінити спрямованість адаптації і зробити прогноз наступної фізичної працездатності.

Науковцями також застосовуються мобільні застосунки для визначення показників варіабельності серцевого ритму. Так, автори для оцінки активності вегетативної нервової системи, адаптаційних резервів, рівня відновлення після навантаження, фізіологічного та психологічного статусу внутрішніх систем саморегуляції пропонують застосування мобільного застосунку «Elit HRV» із стаціонарним апаратно-програмним комплексом «Kubios HRV 2.2» [19].

Для вимірювання кардіоінтервалів науковці з єдиноборств широко використовують датчик серцевого ритму Polar H10. Авторами розроблено мобільний застосунок «Research HRV» для вимірювання варіабельності серцевого ритму єдиноборців. Застосунок працює під керуванням iOS, написаний мовою Swift з використанням

бібліотек UIKit, CoreData, CoreBluetooth, AVFoundation, Accelerate. В залежності від мети дослідження, програма дозволяє проводити вимірювання варіабельності серцевого ритму в трьох режимах 180, 300 та 600 s [11].

3. ВИДІЛЕННЯ НЕВИРШЕНИХ РАНІШЕ ЧАСТИН ЗАГАЛЬНОЇ ПРОБЛЕМИ, КОТРИМ ПРИСВЯЧУЄТЬСЯ ОЗНАЧЕНА СТАТТЯ

Аналізуючи вище описане, можна зробити висновок, що дослідження варіабельності серцевого ритму єдиноборців, викликає великий інтерес дослідників. Варіабельність серцевого ритму вказує на здоров'я серця та здатність організму адаптуватися до різних умов і стресорів. Також доведено взаємозв'язок варіабельності серцевого ритму з сенсомоторними реакціями спортсменів. Мобільні додатки, які вимірюють варіабельності серцевого ритму, стають все більш поширеними через їх зручність та доступність. Ці додатки можуть використовувати спеціалізовані сенсори на смартфонах або пульсометри, щоб отримувати дані про серцевий ритм. За допомогою алгоритмів обробки даних, вони надають користувачам інформацію про їхній рівень стресу, втоми та готовності до тренувань. Дослідження використання мобільних додатків для моніторингу варіабельності серцевого ритму під час реакції вибору серед єдиноборців можуть сприяти розробці персоналізованих підходів до тренувань та відновлення для кожного спортсмена.

4. ФОРМУЛЮВАННЯ ЦІЛЕЙ СТАТТІ

Мета дослідження - дослідити динаміку змін варіабельності серцевого ритму єдиноборців під час реакції вибору з використанням сучасних мобільних технологій.

Для досягнення мети у дослідженні використовувалися наступні методи: аналіз і узагальнення науково-методичної літератури; психо-фізіологічне вимірювання, методи математичної статистики.

В дослідженні приймали участь викладачі кафедри єдиноборств ($n=4$, 49.2 ± 8.9 років), було виконано 188 вимірювань ($n=94$, варіабельність серцевого ритму в положенні лежачи; $n=94$, варіабельність серцевого ритму при виконанні тестового завдання, яке присвячене вимірюванню реакції вибору). Вимірювання варіабельності серцевого ритму (BCP) в положенні лежачи (тривалість 5 хвилин) та вимірювання BCP при виконанні тестового завдання, яке було присвячене вимірюванню реакції вибору (тривалість 4.1 ± 0.6 хвилини) відбувалося в ранкові часи кожного дня. На дослідження було витрачено 23.5 ± 3.5 днів. Для дослідження BCP було використано мобільний застосунок «Research HRV» [11]. Для визначення BCP при виконанні тестового завдання, яке було присвячене вимірюванню реакції вибору, фахівцями кафедри єдиноборств ХДАФК розроблено мобільний застосунок «HRV SR+CR». Алгоритм визначення реакції вибору було обрано згідно попередніх досліджень фахівцями кафедри єдиноборств ХДАФК [20].

5. ВИКЛАД ОСНОВНОГО МАТЕРІАЛУ ДОСЛІДЖЕННЯ З ПОВНИМ ОБҐРУНТУВАННЯМ ОТРИМАНИХ НАУКОВИХ РЕЗУЛЬТАТІВ

Аналіз науково-методичної літератури дозволив визначити, що BCP є інтегральним показником функціонального стану серцево-судинної системи та в цілому всього організму, а сенсомоторні функції є одним з перспективних напрямків дослідження психофізіологічних особливостей організму єдиноборців. На підставі цього, для комплексного дослідження BCP та сенсомоторних реакцій розроблено мобільний застосунок «HRV SR+CR». Тестова вправа застосунку складається з двох етапів. Перший етап дозволяє визначити швидкість виконання простої рухової дії (торкнутися сфери, яка несподівано виникає, 20 спроб), другий - визначення часу реакції вибору (необхідно швидко обрати запропоновану фігуру, 20 спроб) (рис. 1).

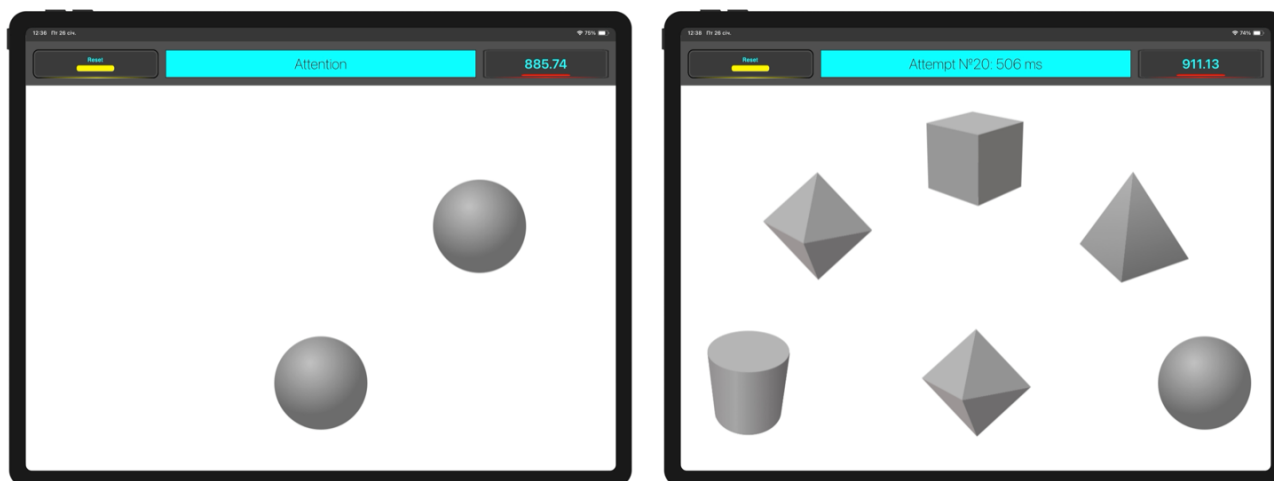


Рис. 1. Інтерфейс мобільного застосунку «HRV SR+CR»

На протязі виконання всієї тестової вправи програма здійснює запис ВСР з використанням нагрудного монітору серцевого ритму Polar H10.

Для отримання об'єктивної оцінки було здійснено вимірювання ВСР з використанням двох мобільних застосунків «Research HRV» та «HRV SR+CR» (табл. 1).

Таблиця 1

Показники варіабельності серцевого ритму (ВСР) досліджуваних респондентів

Показники ВСР	«Research HRV» ВСР в положенні лежачи (n=94)	«HRV SR+CR» ВСР на етапах тестової вправи (n=94)	
		1-й етап (проста моторика)	2-й етап (реакція вибору)
HR (кількість ударів за 1 хв)	58.9±6.8	66.0±5.5	68.1±6.1
R-R (мс)	1034.9±120.8	914.9±77.9	887.8±79.1
SDNN (мс)	43.0±11.7	42.6±18.0	34.2±12.5
RMSSD (мс)	33.2±18.2	27.4±11.2	23.5±10.1
SD1 (мс)	23.6±12.9	19.5±8.0	16.7±7.2
SD2 (мс)	55.2±13.6	56.5±24.7	45.2±16.5
pNN50 (%)	15.7±20.6	9.1±9.6	6.2±7.7
CV (%)	4.1±0.9	4.6±1.9	3.9±1.4
R (мс)	260.6±85.5	216.9±81.2	177.7±59.5
Moda (мс)	1035±121.8	915.5±77.9	887.9±81.4
AMo (%)	45.1±10.5	46.3±12.2	53.4±14.3
SI	103.8±71.8	150.5±101.9	208.5±129.8

Примітка: HR - частота серцевих скорочень, R-R тривалість інтервалів, SDNN - стандартне відхилення, RMSSD - квадратний корінь із суми квадратів різниці величин послідовних пар RR-інтервалів, SD1, SD2 - стандартні відхилення (побудова графіку Пуакаре), pNN50 - відсоток кількості пар послідовних кардіоінтервалів у кардіограмі, що відрізняються більш як на 50 мс, CV - коефіцієнт варіації, R - розмах варіації, Moda - мода, AMo - амплітуда моди, SI - індекс Баєвського.

Складна реакція, реакція вибору складається з часу, який треба витратити на розпізнавання необхідного об'єкту (латентна складова) та часу самого руху (моторна складова). Результати вимірювань різних

складових реакції вибору, значення яких було отримано з використанням мобільному застосунку «HRV SR+CR» представлені в табл. 2.

Таблиця 2

Час реакції досліджуваних респондентів (кількість вимірювань, n=94)

Реакція вибору	$\bar{X} \pm \delta$
Латентний час реакції вибору (мс)	326.7±86.0
Час виконання рухової дії (мс)	434.3±40.6
Реакція вибору (мс)	761.0±82.4

Для порівняння значень ВСР, які були отримані в різних мобільних застосунках було виконано кореляційний аналіз (критерій

Пірсона), результати якого представлені у таблиці 3.

Таблиця 3

Взаємозв'язки показників варіабельності серцевого ритму (ВСР) в положенні лежачи («Research HRV») з показниками ВСР тестової вправи («HRV SR+CR») ($p < 0.001$)

Показники ВСР	Етапи тестової вправи (кількість вимірювань, n=94)	
	1-й етап	2-й етап
HR	0.88	0.88
R-R	0.88	0.88
SDNN	0.45	0.62
RMSSD	0.79	0.81
SD1	0.79	0.81
SD2	0.32	0.47
pNN50	0.79	0.82
CV	0.33	0.60
R	0.49	0.53
Moda	0.89	0.88
AMo	0.51	0.51
SI	0.59	0.52

Примітка: HR - частота серцевих скорочень, R-R тривалість інтервалів, SDNN - стандартне відхилення, RMSSD - квадратний корінь із суми квадратів різниці величин послідовних пар RR-інтервалів, SD1, SD2 - стандартні відхилення (побудова графіку Пуакаре), pNN50 - відсоток кількості пар послідовних кардіоінтервалів у кардіограмі, що відрізняються більш як на 50 мс, CV - коефіцієнт варіації, R - розмах варіації, Moda - мода, AMo - амплітуда моди, SI - індекс Баєвського.

Так, було отримано статистично значимі ($p < 0.001$) взаємозв'язки між показниками ВСР в положенні лежачи (застосунок «Research HRV») та показниками ВСР при проходженні тестової вправи («HRV SR+CR»).

Порівняльний аналіз свідчить, що існує тісний зв'язок між результатами, які були отримані в різних мобільних застосунках, в різних умовах вимірювання ВСР. Це свідчить, що динаміка змін показників ВСР відповідає змінам вегетативної регуляції серцево-судинної системи респондентів. Це є

підставою вважати про об'єктивність оцінки ВСР як на першому, так і на другому етапі виконання тестової вправи в мобільному застосунку «HRV SR+CR».

Аналіз параметрів ВСР, які були отримані в різних мобільних застосунках свідчить про підвищення напруги регуляторних систем організму респондентів. Так, відмічено статистично значиме ($p < 0.001$) зростання індексу Баєвського (SI), який було отримано в різних умовах проведення вимірювання ВСР (табл. 4).

Таблиця 4

Відмінності значення SI (індекс Баєвського)

Мобільні застосунки	Умови визначення варіабельності серцевого ритму	V	p-value
Мобільний застосунок «Research HRV»	SI в положенні лежачи	811	8.392e-08
Мобільний застосунок «HRV SR+CR»	SI, етап визначення простої моторики		
Мобільний застосунок «HRV SR+CR»	SI, етап визначення простої моторики	683	5.183e-09
	SI, етап визначення реакції вибору		

Для визначення впливу змін ВСР на час реакції вибору виконано кореляційний аналіз отриманих результатів вимірювань (табл. 5).

Визначено, що існують статистично значимі взаємозв'язки між показниками ВСР та складовими реакції вибору. Так, відмічені високі статистичні значимі взаємозв'язки ($p < 0.001$) параметрів ВСР з часом виконання самого руху та статистичні значимі

взаємозв'язки ($p < 0.05$) з латентним часом реакції. Це також є підтвердженням того, що з підвищенням напруги регуляторних систем респондентів збільшується час реакції вибору. А рівень змін показників ВСР при виконанні рекомендованої тестової вправи, в мобільному застосунку «HRV SR+CR», може бути відображенням функціонального стану спортсмена.

Взаємозв'язки показників варіабельності серцевого ритму з окремими складовими реакції вибору (кількість вимірювань, n=94)

Показники	Латентний час реакції	Час виконання рухової дії
HR	0.22*	0.26*
R-R	0.24*	0.22*
SDNN	0.35**	0.49**
RMSSD	0.45**	0.73**
SD1	0.45**	0.73**
SD2	0.33*	0.46**
pNN50	0.44**	0.75**
CV	0.41**	0.44**
R	0.30*	0.62**
Moda	0.24*	0.20
AMo	0.33*	0.57**
SI	0.28*	0.54**

Примітка: *p<0.05, **p<0.001

Як було зазначено раніше, реакція вибору складається з часу латентної складової та часу виконання рухової дій. Саме від цих складових залежить кінцевий час реакції вибору. Аналіз взаємозв'язків між кінцевим

часом реакції вибору та окремими її складовими свідчить, що час реакції вибору, в даному дослідженні, в більшій ступені залежить від латентного часу реакції (рис. 2).

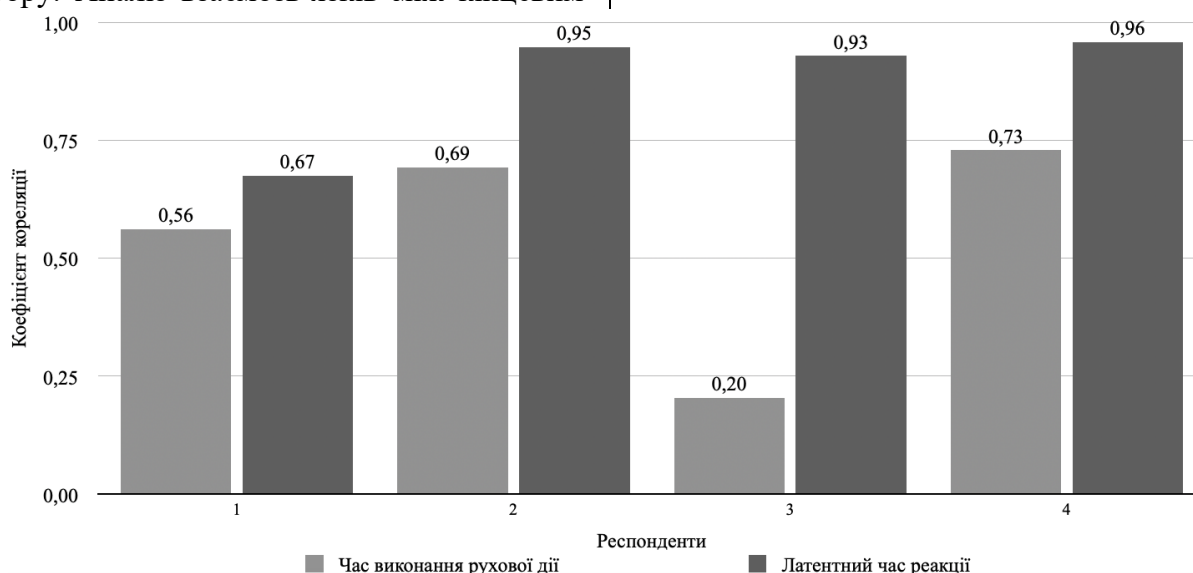


Рис. 2. Взаємозв'язок між кінцевим часом реакції вибору та окремими її складовими

Найбільші статистично значимі взаємозв'язки між латентним часом реакції та показниками ВСР мають RMSSD ($r=45$, $p<0.001$), SD1 ($r=45$, $p<0.001$) та pNN50 ($r=44$, $p<0.001$) (табл. 5).

Проведене дослідження показало, що мобільний застосунок «HRV SR+CR» дозволяє отримати основні показники ВСР, які характеризують функціональний стан респондентів як при виконанні простої рухової дії, так і під час виконання завдання для визначення часу реакції вибору.

Попередня апробація мобільного застосунку «HRV SR+CR» показала, що результати, які були отримані при виконанні

тестової вправи свідчать о надійності роботи програми та чутливості проведених вимірювань. Показники ВСР, час реакції та їх взаємозв'язки надають науковцю багато інформації щодо особливостей дії регуляторних систем респондента при виконанні завдань тесту.

6. ВИСНОВКИ З ДАНОГО ДОСЛІДЖЕННЯ І ПЕРСПЕКТИВИ ПОДАЛЬШИХ РОЗВІДОК У ДАНОМУ НАПРЯМКУ

1. Варіабельність серцевого ритму є інтегральним показником функціонального стану серцево-судинної системи та в цілому

всього організму, а сенсомоторні функції є одним з перспективних напрямків дослідження психофізіологічних особливостей організму єдиноборців.

2. Розроблено мобільний застосунок «HRV SR+CR», який дозволяє комплексно проводити оцінку функціонального стану єдиноборців на підставі аналізу динаміки ВСР та рівня прояву реакції вибору. Попередня апробація мобільного застосунку «HRV SR+CR» показала надійність роботи програми. Аналіз результатів окремих респондентів свідчить про чутливість виконаних вимірювань.

3. Визначено, що існують статистично значимі взаємозв'язки між показниками ВСР та складовими реакції вибору. Так, відмічені

високі статистичні значимі взаємозв'язки ($p < 0.001$) параметрів ВСР з часом виконання самого руху та статистичні значимі взаємозв'язки ($p < 0.05$) з латентним часом реакції.

4. Аналіз взаємозв'язків між кінцевим часом реакції вибору та окремими її складовими свідчить, що час реакції вибору, в даному дослідженні, в більшій ступені залежить від латентного часу реакції.

Перспективи досліджень будуть спрямовані на визначення функціонального стану кваліфікованих єдиноборців на різних етапах підготовки до змагань з використанням сучасних комп'ютерних технологій.

Література

1. Білий В. В. Огляд методик дистанційної оцінки фізичного здоров'я людини. *Науковий часопис НПУ імені М. П. Драгоманова*, 2023. № 5К (165), С. 20-26.
2. Довгань О., Бойко Д. Характеристика варіабельності серцевого ритму за допомогою комп'ютерного моніторингу ЕКГ. *Фізична культура, спорт та здоров'я нації*, 2014. №17, С. 656-659.
3. Злепко С. М., Белзецький, Р. С. Система дистанційного моніторингу за станом здоров'я людини. *Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах*, 2008. №1, С. 217-219.
4. Коваленко С. О. Аналіз варіабельності серцевого ритму за допомогою методу медіанної спектрограми. *Фізіологічний журнал*, 2005. №51(3), С. 92-95.
5. Коваленко С. О., Кудій Л. І. Варіабельність серцевого ритму. Методичні аспекти. *Монографія. Черкаси : Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького*, 2016. 298 с.
6. Коркушко О. В. Методы анализа и возрастные нормы вариабельности ритма сердца. *К.: Методические рекомендации*. 2003. 23 с.
7. Коц С. М., Коц В. П. Дослідження функціонального стану організму студентів. *Біологія та валеологія*, 2015. Вип. 17, С. 78–85.
8. Коц В. П., Коц С. М. Характеристика варіабельності серцевого ритму у молодих людей з різним рівнем рухової активності. *Біорізноманіття, екологія та експериментальна біологія*, 2018. №19, С. 141-147.
9. Луданов К. В. Варіабельність серцевого ритму, як контроль функціонального стану елітних борців. *Молодь та олімпійський рух. К.*, 2020, С. 157.
10. Новікова Л. В., Плеханов Є. О. Методика автоматизації дослідження ритму серця. *Биомедицинская инженерия и электроника*, 2017. №5(19), С. 103-106.
11. Ольховий О. М., Романенко В. В., Пятисоцька С. С. Дослідження варіабельності серцевого ритму в єдиноборствах. *Науково-методичні основи використання інформаційних технологій в галузі фізичної культури та спорту*, 2023. №7, С. 84-95.
12. Подрігало Л. В., Володченко О. А., Сокол К. М., Ровна О. О. Дослідження варіабельності серцевого ритму атлетів кікбоксингу. *Вісник Чернігівського національного педагогічного університету. Серія: Педагогічні науки. Фізичне виховання та спорт*, 2017. №2(147), С. 240-244.
13. Романчук О. П., Гузій О. В., Магльований А. В. Порівняльна характеристика сенсомоторних реакцій висококваліфікованих спортсменів з різними типами регуляції серцевого ритму. *Український журнал медицини, біології та спорту*, 2021. №6(5), С. 456-464.
14. Рубан Л., Хацаюк О., Ярещенко О., Корольов А., Оленченко В. Вегетативна реактивність у спортсменів у стані перетренованості. *Слобожанський науково-спортивний вісник*, 2019. №4(72), С. 54-59.
15. Шевчук Т. Я., Романюк А. П. Особливості варіабельності серцевого ритму в спортсменів ігрових видів спорту та легкоатлетів. *Вісник Запорізького національного університету. Біологічні науки*, 2015. №2, С. 174-184.
16. Штефюк І. К., Радченко Ю. А., Єрмакова А. О., Довгань О. В., Абрамов К. В., Брильов А. О., Ткаченко М. П. Результати оцінки функціонального стану спортсменів, які займаються рукопашним боєм з частковим контактом, за показниками варіабельності серцевого ритму та статодинамічної стійкості. *Український журнал медицини, біології та спорту*, 2018. № 7, С. 283-288.
17. Korobeinikov G., Korobeinikova L., Volsky D., Shenpen Go. Functional asymmetry of the brain and cognitive strategies in martial arts. *Teoriya i metodyka fizychnogo vykhovannya i sportu*. 2018. №2, С. 73-7.
18. Nicola Bruno, Paolo Battaglini P. Integrating perception and action through cognitive neuropsychology (broadly conceived), *Cognitive Neuropsychology*, 2008. №25:7-8, С. 879-890.

19. Perrotta A. S., Jeklin A. T., Hives B. A., Meanwell L. E., Warburton D. E. Validity of the elite HRV smartphone application for examining heart rate variability in a field-based setting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017. №31(8), C. 2296- 2302.
20. Romanenko V., Piatysotska S., Tropin Yu., Rydzik Ł., Holokha, V., Boychenko N. Study of the reaction of the choice of combat athletes using computer technology. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 2022. №26(4), C. 97-103.
21. Skopets O. M., Korotkyi I. V. Stand for a system for remote analysis of heart rate variability. *Microsystems. Electronics and Acoustics*, 2019. №24(4), C. 48-55.

Reference

1. Bilyy V. V. Ohlyad metodyk dystantsiynoyi otsinky fizychnoho zdorov'ya lyudyny. *Naukovyy zhurnal NPU imeni M. P. Drahomanova*, 2023. № 5K (165), S. 20-26.
2. Dovhan' O., Boyko D. Kharakterystyka variabel'nosti sertsevoho rytmu za dopomohoyu komp'yuternoho monitorynhu EKH. *Fizychna kul'tura, sport ta zdorov'ya natsiyi*, 2014. №17, S. 656-659.
3. Zlepko S. M., Belzets'kyi, R. S. Systema dystantsiynoho monitorynhu za stanom zdorov'ya lyudyny. *Vymiryuval'na ta obchyslyuval'na tekhnika u tekhnolohichnykh protsesakh*, 2008. №1, S. 217-219.
4. Kovalenko S. O. Analiz variabel'nosti serdechnoho rytmu za dopomohoyu metodu mediannoyi spektrohramy. *Fiziolohichnyy zhurnal*, 2005. №51 (3), S. 92-95.
5. Kovalenko S. O., Kudiy L. I. Variabel'nist' sertsevoho rytmu. Metodychni aspekty. *Monohrafiya. Cherkasy: Cherkas'kyi natsional'nyy universytet im. B. Khmel'nyts'koho*, 2016. 298 s.
6. Korkushko O. V. Metody analizu ta vikovi normy variabel'nosti rytmu sertsya. *K.: Metodychni porady*. 2003. 23 s.
7. Kots S. M., Kots V. P. Doslidzhennya funktsional'noho stanu orhanizmu studentiv. *Biolohiya ta valeolohiya*, 2015. Vyp. 17, S. 78-85.
8. Kots V. P., Kots S. M. Kharakterystyka variabel'nosti serdechnoho rytmu u molodykh lyudey z riznym rivnem rukhovoyi aktyvnosti. *Bioriznomanittya, ekolohiya ta eksperymental'na biolohiya*, 2018. №19, S. 141-147.
9. Ludanov K. V. Variabel'nist' serdechnoho rytmu yak kontrol' funktsional'noho stanu elitnykh bortsiv. *Molod' ta olimpiys'kyi rukh. K.*, 2020, S. 157.
10. Novikova L. V., Plekhanov YE. O. Metodyka avtomatyzatsiyi doslidzhennya rytmu sertsya. *Biomedychna inzheneriya ta elektronika*, 2017. №5(19), S. 103-106.
11. Ol'khovyy O. M., Romanenko V. V., P'yatysots'ka S. S. Doslidzhennya variabel'nosti serdechnoho rytmu v yedynoborstvakh. *Naukovo-metodychni zasady vykorystannya informatsiynykh tekhnolohiy u haluzi fizychnoyi kul'tury ta sportu*, 2023. №7, S. 84-95.
12. Pidrihalo L. V., Volodchenko O. O., Sokil K. M., Rivne O. O. Doslidzhennya variabel'nosti sertsevoho rytmu atletiv kikkoksnyhu. *Visnyk Chernihiv's'koho natsional'noho pedahohichnoho universytetu. Seriya: Pedahohichni nauky. Fizychno vykhovannya ta sport*, 2017. №2(147), S. 240-244.
13. Romanchuk O. P., Huziy O. V., Mahl'ovanyy O. V. Porivnyal'na kharakterystyka sensomotornykh reaktsiy vysokokvalifikovanykh sport-smeniv z riznymy typamy rehulyatsiyi sertsevoho rytmu. *Ukrayins'kyi zhurnal medytsyny, biolohiyi ta sportu*, 2021. №6 (5), S. 456-464.
14. Ruban L., Khatsayuk O., Yareschenko O., Korol'ov O., Olenchenko V. Vehetatyvna reaktyvnist' u sport-smeniv u stani peretrenovanosti, *Slobozhans'kyi naukovo-sportyvnyy visnyk*, 2019. №4(72), S. 54-59,
15. Shevchuk T. YA., Romanyuk O. P. Osoblyvosti variabel'nosti serdechnoho rytmu u sport-smeniv ihrovykh vydiv sportu ta lehkoatletiv. *Visnyk Zaporiz'koho natsional'noho universytetu. Biolohichni nauky*, 2015. №2, S. 174-184.
16. Shtefyuk I. K., Radchenko YU. O., Yermakova O. O., Dovhan' O. V., Abramov K. V., Bryl'ov O. O., Tkachenko M. P. Rezul'taty otsinky funktsional'noho stanu sport-smeniv, yaki zaymayut'sya rukopashnym boyem z chastkovym kontaktom, za pokaznykamy variabel'nosti sertsevoho rytmu ta statodynamichnoyi stiykosti. *Ukrayins'kyi zhurnal medytsyny, biolohiyi ta sportu*, 2018. №7, S. 283-288.
17. Korobeinikov G., Korobeinikova L., Volsky D., Shenpen Go. Functional asymmetry of the brain and cognitive strategies in martial arts. *Teoriya i metodyka fizychnoho vykhovannya i sportu*. 2018. №2, C. 73-7.
18. Nicola Bruno, Paolo Battaglini P. Integrating perception and action through cognitive neuropsychology (broadly conceived), *Cognitive Neuropsychology*, 2008. №25:7-8, C. 879-890.
19. Perrotta A. S., Jeklin A. T., Hives B. A., Meanwell L. E., Warburton D. E. Validity of the elite HRV smartphone application for examining heart rate variability in a field-based setting. *The Journal of Strength & Conditioning Research*, 2017. №31(8), C. 2296- 2302.
20. Romanenko V., Piatysotska S., Tropin Yu., Rydzik Ł., Holokha, V., Boychenko N. Study of the reaction of the choice of combat athletes using computer technology. *Slobozhanskyi Herald of Science and Sport*, 2022. №26(4), C. 97-103.
21. Skopets O. M., Korotkyi I. V. Stand for a system for remote analysis of heart rate variability. *Microsystems. Electronics and Acoustics*, 2019. №24(4), C. 48-55.

Abstract**ROMANENKO Vyacheslav, BOYCHENKO Natalya, TROPIN Yuriy, HOLOKHA Valerii****STUDY OF HEART RHYTHM VARIABILITY OF MARTIAL ARTS DURING THE CHOICE REACTION**

The article investigates the heart rate variability (HRV) of martial artists during decision-making reactions. The study involved instructors from the martial arts department (n=4, aged 49.2±8.9 years), with 188 measurements taken (n=94 for HRV in the supine position; n=94 for HRV during a decision-making test). HRV measurements in the supine position (5 minutes duration) and during the decision-making test (4.1±0.6 minutes duration) were conducted in the morning hours each day. The study lasted for 23.5±3.5 days. Analysis of scientific-methodical literature identified HRV as an integral indicator of the functional state of the cardiovascular system and the entire organism, with sensorimotor functions being a promising direction for researching the psychophysiological characteristics of martial artists. Based on this, a mobile application "HRV SR+CR" was developed for comprehensive research on HRV and sensorimotor reactions. The mobile application "Research HRV" was used for HRV analysis. The study results showed that the developed mobile application "HRV SR+CR" allows for a comprehensive assessment of martial artists' functional state based on the dynamics of HRV and the level of decision-making reaction expression. Preliminary testing of the mobile application "HRV SR+CR" demonstrated the program's reliability. Analysis of individual respondents' results indicates the sensitivity of the measurements performed. It was determined that there are statistically significant correlations between HRV parameters and components of the decision-making reaction. High statistically significant correlations ($p<0.001$) were noted between HRV parameters and the time taken to perform the movement itself, and statistically significant correlations ($p<0.05$) with the reaction latency time. The analysis of correlations between the final choice reaction time and its individual components suggests that the choice reaction time, in this study, depends to a greater extent on the reaction latency time.

Keywords: martial arts, mobile applications, heart rate variability, decision reaction.

Стаття надійшла до редакції 17.01.2024 р.