

## АДАПТАЦІЙНІ РЕАКЦІЇ РИТМУ СЕРЦЯ У СПОРТСМЕНІВ З РІЗНИМ РІВНЕМ ПСИХОФІЗІОЛОГІЧНОГО РЕАГУВАННЯ

*Результати досліджень свідчать про зв'язок психомоторного напруження спортсменів з показниками зорово-моторної реакції. Виявлено, що швидкість психофізіологічного реагування зумовлена зменшенням тривалості та періодичності коливань кардіоінтервалів. У той же час, спостерігається тенденція до зростання аперіодичних коливань кардіоритму. Виявлений факт узгоджується із наявністю зростання рівня психоемоційної регуляції у спортсменів з високим рівнем швидкісного реагування.*

**Ключові слова:** сенсо-моторне реагування, автономна регуляція ритму серця, спортсмени високої кваліфікації, психомоторна регуляція.

**Актуальність.** Однією з ключових компонентів функціонального стану людини в умовах напруженої м'язової діяльності є система автономної регуляції ритму серця. Існують дослідження, присвячені вивченню зв'язку психофізіологічних реакцій людини в умовах екстремальних видів діяльності з автономною регуляцією ритму серця [1, 2].

Швидкість зорового реагування залежить від низки факторів, які зумовлюють ефективність виконання діяльності спортсмена: аферентна, рецепторна частка сприйняття інформації, центральна частка переробки зорової інформації на рівні центральної нервової системи та еферентна, виконавча частка нейропсихофізіологічного реагування.

Однак, прояв нейродинамічних та психомоторних якостей спортсменів в умовах змагальної діяльності в багатьох випадках залежить від функціонального стану організму [3, 4].

Недостатньо вивченим залишається зв'язок між автономною регуляцією ритму серця та рівнем психофізіологічного реагування в спортсменів.

Існує багато різних підходів щодо виявлення характеру реагування системи регуляції кардіоінтервалів на відповідні навантаження. Однак, в умовах поточного контролю за станом спортсмена найбільш поширеним залишаються тести із стандартними навантаженнями [5].

**Метою роботи** було вивчення особливостей адаптаційних реакцій ритму серця в спортсменів із різним рівнем психофізіологічного реагування

**Матеріали і методи дослідження.** З метою диференціації спортсменів за рівнем психофізіологічного реагування, відповідно до рівня швидкості реагування спортсменів було поділено на дві групи: з високим рівнем швидкості реагування (120 до 240 мс, 7 спортсменів), із середнім рівнем швидкості реагування (240 мс і вище, 12 спортсменів).

Статистичний аналіз проводився за допомогою програмного пакета STATISTICA 6. У зв'язку з цим вибірка, яка обстежувалась, не відповідає нормальному розподілу, нами застосовувались методи непараметричної статистики за допомогою критеріїв знакових рангових сум Вілкоксона [8]. Для демонстрації розмаху даних використовувався інтерквартильний розмах, із вказівкою низької та високої квартиль (25% і 75%, відповідно).

**Результати та їх обговорення.** На рис. 1 представлений порівняльний аналіз двох груп обстежуваних за показниками простої зорово-моторної реакції в спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Аналіз табл. 1 свідчить про більш якісні характеристики зорово-моторної реакції в спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування. Наявність достовірно низьких значень стабільності реакції (коефіцієнту варіації сV) у спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування, порівняно зі спортсменами низького рівня швидкості психофізіологічного реагування вказує на напруженість психоемоційної регуляції. Можна зазначити, що зростання швидкості психофізіологічного реагування супроводжується психоемоційним напруженням спортсменів, що зумовлює стабільність відтворення зорово-моторної реакції.

У табл. 2 представлено результати дослідження показників нейродинамічних функцій у спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Результати дослідження теплінг-тесту свідчать, що спортсмени з високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування відрізняються більш якісними характеристиками теплінг-тесту, порівняно зі спортсменами низького рівня реагування.

Це відображається в зростанні частоти торкань у спортсменів зі зростанням швидкості реагування, що вказує на покращання функціонального стану нервово-м'язової системи та швидкості проведення нервового імпульсу (табл. 2). На цей факт також вказує наявність кращих значень лабільності та сквапності у спортсменів із високим рівнем психофізіологічного реагування. Водночас, більші абсолютні значення стабільності (коефіцієнта варіації) у спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування вказують на погіршення рівня стабільності відтворення частоти торкань при виконанні теплінг-тесту, що свідчить про наявність варіабельності під час рухової діяльності. Цей феномен відображає стохастичність психофізіологічної організації, як відображення результату формування функціональної системи, відповідальної за сприйняття та переробку інформації, та можливість пошуку та залучання нових елементів функціональної системи в екстремальних умовах [6].

Таблиця 1

*Значення простої зорово-моторної реакції в спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування*

Швидкість реагування	Латентність простої зорово-моторної реакції, мс			Стабільність реакції, сV		
	Медіана	Нижній кuartиль	Верхній кuartиль	Медіана	Нижній кuartиль	Верхній кuartиль
Висока	259,85	246,01	272,50	14,03	10,30	16,50
Низька	300,45*	280,43	325,05	17,05*	13,30	24,30

**Примітка:** \*  $p < 0,01$ , порівняно із групою спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Аналогічна тенденція спостерігається в дослідженні балансу нервових процесів (табл. 2).

Крім того, виявлено, що спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування баланс нервових процесів схиляється до збудження, порівняно з групою спортсменів із низьким рівнем швидкісного реагування (табл. 2).

Таблиця 2

*Результати дослідження показників нейродинамічних функцій у спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування*

Показники	Висока швидкість реагування			Низька швидкість реагування		
	Медіана	Нижній кuartиль	Верхній кuartиль	Медіана	Нижній кuartиль	Верхній кuartиль
<b>Теппінг тест</b>						
Частота торкань, к-ть	6,76	6,30	7,18	6,05*	5,55	6,65
Лабільність, у.о.	51,40	49,20	58,15	37,45*	36,75	53,10
Скважність, у.о.	2,80	2,55	3,08	4,20*	3,09	4,50
Стабільність, сV	9,85	9,17	16,55	11,75*	10,80	17,05
<b>Баланс нервових процесів</b>						
Точність, у.о.	3,40	2,70	3,60	3,05	2,65	3,90
Стабільність, сV	2,70	2,60	4,02	4,60*	3,00	6,45
Збудження, у.о.	-1,20	-3,18	-0,39	-0,93	-1,60	-0,61
Тренд за збудженням, у.о.	-243,70	-442,30	-11,80	-303,10	-427,55	-188,40
<b>Функціональна рухливість нервових процесів</b>						
Динамічність, у.о.	68,00	61,70	84,00	69,01	62,40	80,70
Пропускна здатність, у.о.	1,70	1,50	1,90	1,60	1,50	1,90
Гранична швидкість переробки інформації, мс	350,00	320,00	440,00	380,00	350,00	440,00
Імпульсність, у.о.	0,03	-0,12	0,47	-0,13*	-0,15	0,07

**Примітка:** \*  $p < 0,01$ , порівняно з групою спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Вивчення варіабельності ритму серця дало можливість диференціювати спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування за показниками вегетативної регуляції.

У табл. 3 наведено результати дослідження статистичних показників варіабельності ритму серця в спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Аналіз табл. 3 засвідчив, що за статистичними параметрами варіабельності ритму серця достовірна різниця між групами спортсменів із різним рівнем швидкісного реагування спостерігається лише за середнім значенням RR інтервалів (mean RR) та показником SD2, який відображає періодичні коливання кардіоритму (табл. 3).

Таким чином, швидкість психофізіологічного реагування зумовлена зменшенням тривалості та періодичності коливань кардіоінтервалів. У той же час, спостерігається тенденція до зростання аперіодичних коливань кардіоритму (за показником SD2, табл. 3). Виявлений факт узгоджується з наявністю зростання рівня психоемоційної регуляції в спортсменів із високим рівнем швидкісного реагування.

У табл. 4 представлено результати дослідження спектральних характеристик варіабельності ритму серця у спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Таблиця 3

Результати дослідження статистичних показників варіабельності ритму серця в спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування

Показники	Висока швидкість реагування			Низька швидкість реагування		
	Медіана	Нижній квантиль	Верхній квантиль	Медіана	Нижній квантиль	Верхній квантиль
Mean RR, мс	967,45	917,20	1083,05	1159,50*	1008,70	1221,40
STD, мс	96,45	61,95	138,35	110,10	99,40	123,40
RR triangular index, у.о.	17,61	12,88	24,37	20,57	16,16	23,55
SD1, мс	72,45	38,35	100,20	64,40	55,00	66,30
SD2, мс	130,85	82,500	180,65	167,40*	141,10	168,90

Примітка: \*  $p < 0,01$ , порівняно з групою спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Таблиця 4

Результати дослідження спектральних характеристик варіабельності ритму серця у спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування

Показники	Висока швидкість реагування			Низька швидкість реагування		
	Медіана	Нижній квантиль	Верхній квантиль	Медіана	Нижній квантиль	Верхній квантиль
VLF, мс <sup>2</sup>	5275,00	1267,50	10095,00	7088,00	4802,00	10398,00
LF, мс <sup>2</sup>	2444,50	1674,00	3704,50	2428,00	2395,00	2767,00
HF, мс <sup>2</sup>	1092,50	600,00	3512,50	2373,00*	1959,00	2586,00
Total	9668,00	3541,50	17312,00	12979,50*	11575,00	16710,00
LF/HF	1,91	1,308	2,65	1,41*	1,01	1,51

Примітка: \*  $p < 0,01$ , порівняно з групою спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Аналіз табл. 4 свідчить про наявність достовірної різниці між показниками високочастотних коливань кардіоінтервалів (HF), загальної потужності спектру кардіоінтервалів (Total) та вегетативного балансу (LF/HF). Наявність достовірно більших значень високочастотних коливань кардіоінтервалів у спортсменів з низьким рівнем швидкісного реагування вказує на активацію парасимпатичного тону автономної регуляції ритму серця у цієї групи спортсменів (табл. 4).

На цей факт також вказує і показник загальної потужності спектру коливань кардіоінтервалів (табл. 4). Збільшенні вегетативного балансу в спортсменів із високим рівнем швидкісного реагування свідчить про зростання напруження автономної регуляції ритму серця за рахунок ослаблення парасимпатичного тону.

Таким чином, зростання швидкісного реагування на рівні психофізіологічних функцій пов'язано зі зростання напруження автономної регуляції ритму серця за рахунок ослаблення парасимпатичного тону, що узгоджується зі зменшенням тривалості та періодичності коливань кардіоінтервалів у спортсменів із високою швидкістю психофізіологічного реагування.

Для дослідження особливостей формування функціональної системи, відповідальної за регуляції ритму серця, було застосовано інформаційно-ентропійні характеристики варіабельності ритму серця у спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування (табл. 5).

Таблиця 5

Результати дослідження інформаційно-ентропійних характеристик варіабельності ритму серця у спортсменів із різним рівнем швидкості психофізіологічного реагування

Показники	Висока швидкість реагування			Низька швидкість реагування		
	Медіана	Нижній квантиль	Верхній квантиль	Медіана	Нижній квантиль	Верхній квантиль
Determinism, %	98,820	97,920	99,04	98,98	97,28	99,46
Shannon Entropy, у.о.	3,124	2,918	3,31	3,29	2,87	3,46
Approximate entropy	1,13	0,981	1,15	1,00*	0,87	1,10
Sample entropy, у.о.	1,504	1,44	1,64	1,53	1,19	1,66

Примітка: \*  $p < 0,01$ , порівняно з групою спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування.

Аналіз табл. 5 показав наявність достовірної різниці лише за показником приблизної ентропії (approximate entropy), який достовірно вищий у спортсменів із високим рівнем психофізіологічного реагування.

Отриманий факт свідчить про наявність більш стохастичної організації функціональної системи регуляції ритму серця в спортсменів із високим рівнем швидкості психофізіологічного реагування. Отриманий результат узгоджується з нашими попередніми дослідженнями, в яких було показано, що зростання ентропії системи автономної регуляції ритму серця відображає стан адаптації організму спортсмена до напруженої м'язової діяльності [7].

**Висновок.** Можна зазначити, що зростання швидкості психофізіологічного реагування супроводжується психоемоційним напруженням спортсменів, що зумовлює стабільність відтворення зорово-моторної реакції.

На цей факт також вказує наявність кращих значень лабільності та сквапності в спортсменів із високим рівнем психофізіологічного реагування. В той же час, більші абсолютні значення стабільності (коефіцієнту варіації) у спортсменів із високим рівнем швидкості нейропсихофізіологічного реагування вказують на погіршення рівня стабільності відтворення частоти торкань при виконанні теппінг-тесту, що свідчить про наявність варіабельності під час рухової діяльності. Цей феномен відображає стохастичність психофізіологічної організації, як відображення результату формування функціональної системи, відповідальної за сприйняття та переробку інформації, та можливість пошуку та залучання нових елементів функціональної системи в екстремальних умовах [8].

Виявлено, що швидкість психофізіологічного реагування зумовлена зменшенням тривалості та періодичності коливань кардіоінтервалів. У той же час, спостерігається тенденція до зростання аперіодичних коливань кардіоритму. Виявлений факт узгоджується із наявністю зростання рівня психоемоційної регуляції у спортсменів із високим рівнем швидкісного реагування. Можна стверджувати, що зростання швидкісного реагування на рівні психофізіологічних функцій пов'язано зі зростання напруження адаптаційних механізмів регуляції ритму серця за рахунок ослаблення парасимпатичного тону. Напруження адаптаційних механізмів у спортсменів високою швидкістю психофізіологічного реагування супроводжується зменшенням тривалості та періодичності коливань кардіоінтервалів.

## ЛІТЕРАТУРА

1. *Tulppo M. P.* Effect of exercise and passive head-up tilt on fractal and complexity properties of heart rate dynamics / M. P. Tulppo, R. L. Naghson, T. H. Makikallio // *American Journal Physiology Heart Circ. Physiology.* – 2001. – №280(3).- P.1082-1087.
2. *Tulppo M. P.* Quantitative beat-to-beat analysis of heart rate dynamics during exercise / M. P. Tulppo, T. H. Makikallio, T. Seppanen // *American Journal Physiology.* – 1996. – № 40. – P. 244-252.
3. *Ложкин Г.В.* Психологический контроль готовности спортсменов высокой квалификации / Г.В. Ложкин, В.И. Воронова // *Наука в олимпийском спорте.* – 2001. – №2. – С. 109 – 113.
4. *Родионов А. В.* Принцип психофизиологического сопряжения в подготовке спортсменов-единоборцев высокой квалификации / А. В. Родионов // *Наука в олимпийском спорте.* – 2003.- №1.– С. 143-146.
5. *Lucini D.* Selective reductions of cardiac autonomic responses to light bicycle exercise with aging in healthy humans / D. Lucini, M. Cerchiello, M. Pagan // *Auton. Neurosci.* – 2004. – Vol. 30. – № 110. – P. 55-63.
6. *Реброва О.Ю.* Описание процедуры и результатов статистического анализа медицинских данных в научных публикациях / О.Ю. Реброва // *Международный журнал медицинской практики.* – 2000. – № 4. – С. 43-46.
7. *Коробейников Г.В.* Функціональна організація психофізіологічних станів людини в залежності від рівня адаптованості до напруженої м'язової діяльності / Г.В. Коробейников, О. К. Дудник // *Медична інформатика та інженерія.* – 2008. – № 1. – С. 92-98.
8. *Коробейников Г.В.* Контроль за психофизиологическим состоянием спортсменов высокой квалификации в условиях напряженной мышечной деятельности / Г.В. Коробейников, Л.Г. Коробейникова, А.К. Дудник // *Международная научно-практическая конференция государств – участников СНГ по проблемам физ. культуры и спорта.* – Минск: БГУФК, 2010. – С. 120-125.

Подано до редакції 09.07.12