

МОДЕЛЮВАННЯ У СПОРТИВНОМУ ТРЕНУВАННІ

УДК 796.015.132

ФАКТОРНИЙ АНАЛІЗ СТРУКТУРИ СПЕЦІАЛЬНОЇ ПІДГОТОВЛЕНОСТІ СПОРТСМЕНІВ-КАРАТИСТІВ

Вовканич Л.С., Дунець-Лесько А.В.

Львівський державний університет фізичної культури

Анотація. У роботі проаналізована факторна структура спеціальної працездатності каратистів та встановлено характер взаємозв'язку її показників з показниками системи зовнішнього дихання, серцево-судинної системи, сенсомоторних реакцій, рівнем розвитку систем аеробного та анаеробного енергозабезпечення. Виявлені показники фізіологічних систем, що можуть бути використані для контролю функціональної підготовленості каратистів.

Ключові слова: карате, спеціальна підготовленість, факторна структура, фізіологічні системи.

Вступ. Досягнення високих спортивних результатів у одноборствах передбачає високий рівень не лише тактичної, технічної, але й функціональної підготовленості спортсмена. Підвищення рівня функціональної підготовленості базується на адаптивних змінах у низці фізіологічних систем організму, підвищенні продуктивності систем аеробного та анаеробного енергозабезпечення. У зв'язку з цим для контролю рівня функціональної підготовленості та ефективності тренувального процесу доцільно використовувати окремі показники стану фізіологічних систем. Зокрема, у практиці сучасного спорту зцією метою використовується аналіз показників зовнішнього дихання, гемодинаміки, варіабельності серцевого ритму, сенсомоторних реакцій, стану систем енергозабезпечення [1, 4, 5, 9]. З метою оцінювання інформативності цих показників здійснюють аналіз їхнього взаємозв'язку із спортивним результатом чи рівнем спеціальної працездатності спортсменів. Водночас, у сучасній науковій літературі наявна лише невелика кількість публікацій стосовно показників функціонального стану систем організму одноборців, їхніх аеробних та анаеробних можливостей [5]. На сьогодні наявні лише окремі публікації [7] у напрямку напрацювання об'єктивних інструментальних методик контролю спеціальної працездатності каратистів.

Оскільки у доступній літературі практично відсутній комплексний аналіз функціональної підготовленості та спеціальної працездатності спортсменів-каратистів, нами було виконане дослідження взаємозв'язку їхньої спеціальної працездатності із показниками функціонального стану ряду фізіологічних систем.

Мета дослідження. Аналіз факторної структури спеціальної працездатності каратистів та зв'язку її показників з параметрами системи зовнішнього дихання, серцево-судинної системи, сенсомоторних реакцій, рівнем розвитку систем аеробного та анаеробного енергозабезпечення.

Методика дослідження. Аналіз факторної структури та взаємозв'язків між окремими показниками здійснювали з допомогою програми SPSS 11.5 [11]. Цифровий матеріал для аналізу отриманий під час обстеження 30 кваліфікованих спортсменів-каратистів (1 р. — МС) віком 17-22 років. Показники зовнішнього дихання оцінювали за допомогою комп'ютерного спірографічного комплексу відкритого типу «Спіроком-Standart» [4]. Реєстрацію параметрів ВСП проводили за допомогою програмно-апаратного комплексу КардіоЛаб СЕ 12 [3]. Тестування сенсомоторних реакцій проводили з використанням комп'ютерної програми Effecton 2006 [3]. Для вивчення анаеробних можливостей використовували 30-секундний велоергометричний тест Уінгейта в модифікації О. Inbar [10]. Загальну фізичну працездатність та аеробні можливості спортсменів-каратистів оцінювали за допомогою визначення PWC170 та розрахунку максимального споживання кисню (МСК) [2]. Для визначення рівня спеціальної працездатності спортсменів-каратистів використовували метод хронодинамометрії з використанням приладу «Спудерг-10» конструкції М. П. Савчина [6, 8]. Проводили моментальні виміри (1 удар) та аналіз 8-секундної серії ударів.

Результати дослідження та їх обговорення.

Для аналізу структури зв'язків спеціальної працездатності із показниками функціонального

Факторний аналіз показників зовнішнього дихання та спеціальної працездатності спортсменів-каратистів

Показник	Розподіл показників за факторами		
	1	2	3
Зовнішнє дихання	ЧД (0,746) ФЖЕЛ (-0,663)	МВЛ (0,773) ЖЕЛ (0,970) РОВд (0,757) ПОШ (0,827) ІТ (0,791)	ДО (0,949) ХОД (0,927) РОВид (0,731)
Спеціальна працездатність	W8 (0,909) F8 (0,974) КВВ (0,594) ІВВ (0,896) ІКФП (0,735)	К8 (0,822) ШПР (-0,827)	ГЕУ (0,764)

стану ряду фізіологічних систем нами був використаний факторний аналіз, оскільки він ґрунтується на співставленні кореляційних зв'язків між окремими показниками, та дозволяє одночасно проаналізувати і представити у компактній формі взаємодію значного числа параметрів. Під час факторного аналізу показників зовнішнього дихання у кореляційну матрицю була включена низка показників зовнішнього дихання (ДО, ХОД, ЧД, МВЛ, ЖЕЛ, РОвд, РОвид, ФЖЕЛ, ПОШ та ІТ) та спеціальної працездатності (К8, F8, W8, КВВ, ІВВ, ІКФП, ШПР, ГЕУ). Результати факторного аналізу засвідчують взаємозв'язок окремих показників зовнішнього дихання із спеціальною працездатністю спортсменів-каратистів. Вони групуються у три фактори (табл. 1), частка кожного з яких у загальному об'ємі кореляційних зв'язків достатньо велика — відповідно 35,0%, 31,4%, та 26,7%.

Під час аналізу факторів встановлено, що усі три фактори містять показники як спеціальної працездатності, так і зовнішнього дихання спортсменів-каратистів. Аналіз першого фактора дозволив констатувати взаємозв'язок частоти дихання спортсмена та величини форсованої ЖЕЛ із багатьма показниками 8-и секундного тесту спеціальної працездатності (W8, F8, КВВ, ІВВ, ІКФП). Характер зв'язків вказує на те, що спортсмени з вищою частотою дихання та меншою ФЖЕЛ продемонструють кращі результати під час 8-секундного тесту. Другий фактор вказує на взаємозв'язок низки показників зовнішнього дихання (МВЛ, ЖЕЛ та ін.) з кількістю ударів у 8-и секундному тесті та швидкістю простої реакції (часом виконання удару). При цьому спортсмени з вищими показниками зовнішнього дихання демонструють більшу кількість ударів та менший час реакції. Градієнт ефективності удару (ГЕУ) увійшов до третього фактору поряд із такими показниками зовнішнього дихання, як ДО, ХОД, РОвид. При

цьому обидві групи показників характеризуються позитивними коефіцієнтами кореляції, тобто кращі параметри зовнішнього дихання відповідають вищому ГЕУ. Зв'язок показників зовнішнього дихання із результатами тестів спеціальної працездатності свідчить про необхідність високого рівня розвитку цієї системи для досягнення високих показників спеціальної працездатності. Це може бути зумовлено як важливою роллю дихальної мускулатури у виконанні ударних рухів, так і необхідністю узгодження дихальних рухів з ударною технікою.

Для факторного аналізу показників варіабельності серцевого ритму (ВСР) у спокої та спеціальної працездатності каратистів були використані найважливіші параметри ВСР (Мо, АМо, ΔХ, ІН, ІVР, SDNN, ТР, HF%, LF%, VLF%). Факторний аналіз виявив, що показники ВСР та спеціальної працездатності каратистів об'єднуються у три фактори, частка кожного з яких перевищує 20% (34,7%, 26,9% та 22,5%) від загального обсягу кореляційних зв'язків (табл. 2).

До першого фактору увійшла низка показників ВСР та спеціальної працездатності. Аналіз коефіцієнтів кореляції вказує, що покращення більшості показників спеціальної працездатності (швидкісно-силових та потужностей — F8, W8 тощо) супроводжується зниженням активності симпатичного (АМо, ІVР) та підвищенням активності парасимпатичного відділу (SDNN, HF%) вегетативної нервової системи. Водночас спостерігається зростання загальної потужності спектру коливань ВСР та зменшується рівень напруженості регуляторних систем організму (ІН).

Такий взаємозв'язок між показниками ВСР та спеціальною працездатністю підтверджується компонентами другого фактору, який містить переважно показники швидкісних характеристик тесту (К8, ШПР). Покращення цих показників супроводжується зміщенням балансу регуля-

Факторний аналіз показників ВСР та спеціальної працездатності спортсменів-каратистів

Показник	Розподіл показників за факторами		
	1	2	3
Серцево-судинна система	AMo (-0,812) IH (-0,717) IVR (-0,775) SDNN (0,871) HF% (0,665) TP 0,669)	ΔX (-0,777) LF% (0,917)	Mo (-0,884) VLF% (-0,809)
Спеціальна працездатність	F8 (0,805) W8 (0,767) KBB (0,605) IBB (0,643) GEY (0,753)	K8 (0,738) ІКФП (0,783) ШПР (-0,888)	

торних систем у сторону посилення тонузу вазомоторного центру (LF%) та певної централізації впливу на серцевий ритм (ΔX). Виявлений зв'язок показників ВСР із результатами тестів спеціальної працездатності вказує на важливу роль зростання адаптаційних можливостей організму для покращення спеціальної працездатності та свідчить про важливість оцінювання параметрів ВСР для прогнозування результативності тренувальної та змагальної діяльності спортсменів-каратистів.

Для аналізу зв'язку параметрів серцево-судинної системи та спеціальної працездатності каратистів використали 4 показники гемодинаміки (ЧСС, АТд, АТс, АТпульс) та 10 показників спеціальної працездатності. Результат факторного аналізу вказує, що ці показники групуються у чотири фактори, проте лише три із них характеризуються значним обсягом кореляційних зв'язків — 36,2%, 21,3% та 16,2% (табл. 3).

Аналіз утворених факторів засвідчив меншу тісноту зв'язків між показниками серцево-судинної системи та спеціальною працездатністю каратистів. Зокрема, перший фактор містить

лише показники спеціальної працездатності. Водночас, другий та третій фактори містять як показники спеціальної працездатності, так і окремі параметри гемодинаміки. Аналіз цих факторів дозволяє підтвердити припущення про зв'язок між рівнем активації симпатичної нервової системи (відображається на показниках ЧСС та АТс) та швидкістю виконання удару (ШПР). Водночас, вищі функціональні можливості серцево-судинної системи, показниками яких можуть бути високі величини АТпульс, зумовлюють покращення потужності ударних дій (GEY). Загалом, хоча факторний аналіз вказує на зв'язок параметрів гемодинаміки у спокої із спеціальною працездатністю каратистів, цей зв'язок слабший, ніж у випадку попередньо проаналізованих нами показників зовнішнього ди- хання та ВСР.

Під час аналізу взаємозв'язку показників сенсомоторних реакцій та спеціальної працездатності спортсменів-каратистів нами були взяті до 7 показників сенсомоторних реакцій і функціонального стану ЦНС (ЛЧРВ, РРО, ДП, Лаб, СВ, ЕР, ВК). Проведений факторний аналіз

Таблиця 3

Факторний аналіз показників серцево-судинної системи та спеціальної працездатності спортсменів-каратистів

Показник	Розподіл показників за факторами		
	1	2	3
Серцево-судинна система	–	АТс (-0,782) ЧСС (0,844)	АТд (-0,716) АТпульс (0,749)
Спеціальна працездатність	F8 (0,949) W8 (0,882) KBB (0,648) IBB (0,882) ІКФП (0,860)	ШПР (-0,686)	GEY (0,592)

Таблиця 4

Факторний аналіз показників сенсомоторних функцій та спеціальної працездатності спортсменів-каратистів

Показник	Розподіл показників за факторами		
	1	2	3
Сенсомоторні функції	ЛЧРВ (-0,939) Лаб.НС (0,712)	ДП (0,744) СВ (0,945)	РРО (-0,844) ЕР (0,587) ВК (-0,658)
Спеціальна працездатність	К8 (0,695) F8 (0,934) W8 (0,836) КВВ (0,740) ІВВ (0,706) ІКФП (0,802)	ГЕУ (0,696)	

Таблиця 5

Факторний аналіз показників аеробної та анаеробної систем енергозабезпечення та спеціальної працездатності спортсменів-каратистів

Показник	Розподіл показників за факторами		
	1	2	3
Системи енергозабезпечення	Азаг (0,738) W _{max} (0,745) PWC170 (0,762) МПК (0,762)	W _{сер} (0,672) W _{мін} (0,733)	ІВ (-0,711)
Спеціальна працезд.	К8 (0,692) F8 (0,634) КВВ (0,578) ШПР (-0,547) ГЕУ (0,542)	ІВВ (-0,774) ІКФП (-0,591)	W8 (0,629)

дозволив виявити параметри, які утворюють три фактори, частка кожного з яких у загальному об'ємі кореляційних зв'язків перевищує 18%. До цих факторів увійшли як показники сенсомоторних функцій, так і окремі параметри спеціальної працездатності спортсменів-каратистів, що свідчить про їхній взаємозв'язок (табл. 4).

До першого фактору, частка якого у загальному об'ємі кореляційних зв'язків становить 40,3%, увійшла низка показників сенсомоторних реакцій та спеціальної працездатності. Аналіз цього фактору свідчить про взаємозв'язані зміни лабільності ЦНС (Лаб.НС) та часу реакції вибору (ЛЧРВ). Покращення цих показників поєднується з приростом багатьох швидко-силових показників спеціальної працездатності (К8, F8, W8 та ін.). Другий фактор (20,4%) вказує на однонаправлені зміни ГЕУ та динамічної працездатності у тепінг-тесті. Обидва ці показники пов'язані з СВ, що може вказувати на необхідність вищої активації ЦНС для досягнення кращих параметрів ударної техніки. Третій фактор (18,1%), містить лише показники

функціонального стану ЦНС. Загалом, отримані результати вказують на досить тісний взаємозв'язок показників, що характеризують функціональний стан ЦНС, з спеціальною працездатністю каратистів. Це свідчить про перспективність використання показників сенсомоторних реакцій та функціонального стану ЦНС у якості індикаторів підготовленості каратистів.

Результати факторного аналізу засвідчують, що показники, отримані під час оцінювання стану систем енергозабезпечення та спеціальної працездатності, формують п'ять факторів. При цьому частка трьох перших факторів становить 35,9%, 28,7% та 19,3% відповідно (табл. 5).

Перший фактор представлений як показниками можливостей систем анаеробного та аеробного енергозабезпечення (Азаг, W_{сер}, W_{max}, PWC170, МПК), так й окремими параметрами спеціальної працездатності (К8, F8, КВВ тощо). Таке поєднання показників підтверджує важливість функціонального стану як аеробних, так і анаеробних систем для досягнення високих показників

кількості та потужності виконання спеціального 8-секундного тесту. У другому та третьому факторі поєднуються параметри, що вказують на швидкість розвитку втоми під час тесту Уінгейта (Wмін, IB) та тесту спеціальної працездатності (IBB, W8). Поєднання їх з параметром ІКФП у другому факторі вказує на значну роль креатинфосфкіназної системи у енергозабезпеченні цих тестів.

Аналіз отриманих результатів підтверджує зв'язок показників використаних нами тестів оцінювання стану систем енергозабезпечення із рівнем спеціальної працездатності каратистів.

Висновки

Встановлена факторна структура спеціальної працездатності каратистів та характер взаємозв'язку її показників з показниками системи зовнішнього дихання, серцево-судинної системи, сенсомоторних реакцій, рівнем розвитку систем аеробного та анаеробного енергозабезпечення.

Визначені показники фізіологічних систем, що можуть бути використані для контролю функціональної підготовленості каратистів.

Список літератури

1. *Діагностика психофізіологічного стану спортсменів високої кваліфікації* / Г. В. Коробейников, Г. В. Россоха, Л. Д. Коняева [та ін.] // Актуальні проблеми фізичної культури і спорту. — 2004. — № 5. — С. 35—41.
2. *Дунець-Лесько А. В.* Аеробні та анаеробні можливості і рівень спеціальної підготовленості спортсменів-каратистів / А. В. Дунець-Лесько, Л. С. Вовканич, І. О. Богдан // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фізичної культури та спорту — Вип. 15. — Л., 2011. — Т. 1. — С. 80—86.
3. *Дунець-Лесько А. В.* Вплив велоергометричних навантажень на показники сенсомоторних реакцій та серцевий ритм кваліфікованих спортсменів-каратистів / А. В. Дунець-Лесько, Л. С. Вовканич, І. О. Богдан // Молода спортивна наука України : зб. наук. пр. з галузі фізичної культури та спорту — Вип. 14. — Л., 2010. — Т. 3. — С. 72—77.
4. *Дунець-Лесько А. В.* Характеристика функціонального стану дихальної системи кваліфікованих спортсменів-каратистів / А. В. Дунець-Лесько // Спортивна наука України. Науковий вісник Львівського державного університету фізичної культури. — Електронне наукове фахове видання: Львів, ЛДУФК. — 2009, № 8, С. 58-66. [Електронний ресурс]. — Режим доступу: <http://www.sportscience.org.ua/index.php/Arhiv.html>
5. *Поднебесная Е. В.* Анализ общей работоспособности и уровня функциональной подготовленности каратистов в процессе подготовительного периода / Е. В. Поднебесная // Педагогика, психология и медико-биологические проблемы физического воспитания и спорта, 2007. — № 6. — С. 226—228.
6. *Савчин М. П.* Тренованість боксера та її діагностика / М. П. Савчин. — К. : Нора-прінт, 2003. — 218 с.
7. *Саєнко В. Г.* Побудова тренувального процесу спортсменів різної кваліфікації, які спеціалізуються з кіокушин карате: автореф. ... канд. наук з фіз. вих. і спорту / В. Г. Саєнко. — Київ. — 2008. — 22 с.
8. *Спеціальна працездатність спортсменів-каратистів (версія WKF)* / А. В. Дунець-Лесько, Л. С. Вовканич, І. О. Богдан [та ін.] // Матеріали II Міжнародної електронної науково-практичної конференції «Психолого-педагогічні та медико-біологічні питання організації занять у фізичному вихованні та спорті» 29 квітня 2011 року, Одеса. — С. 341-343.
9. *Физиологическое тестирование спортсменов высокого класса* / под. ред. Дж. Д. Мак-Дугласа, Г. Э. Уэнгера, Г. Дж. Грина. — К. : Олимпийская литература, 1998. — 298 с.
10. *Inbar O.* The Wingate Anaerobic Test. Human Kinetics / O. Inbar, O. Bar-Or, J. S. Skinner. — 1996. — 120 p.
11. *SPSS. Искусство обработки информации* / Пер. с нем. А.Бюль, П.Цессель. — СПб ООО., Диасофт ЮП. — 2002. — 608 с.

Надійшла до редакції 23.02.2012 р.

Вовканич Л.С., Дунець-Лесько А.В. Факторный анализ структуры специальной подготовленности спортсменов-каратистов.

В работе проанализирована факторная структура специальной работоспособности каратистов и установлен характер взаимосвязи ее показателей с показателями системы внешнего дыхания, сердечно-сосудистой системы, сенсомоторных реакций, уровнем развития систем аеробного и анаэробного энергообеспечения. Определены показатели физиологических систем, которые могут быть использованы для контроля функциональной подготовленности каратистов.

Ключевые слова: каратэ, специальная подготовленность, факторная структура, физиологические системы.

Vovkanych Lyubomyr, Dunets-Lesko Antonina. Factor analysis of structure of the special preparedness of karatists. The factor structure of the special capacity of karatists is analysed and character of its interconnection with the indexes of respiratory and cardiovascular systems, sensomotorical reactions, level of development of the systems of aerobic and anaerobic power supply was described. The indexes of the physiological systems which can be used for control of functional preparedness of karatists were determined.

Keywords: karate, special preparedness, factor structure, physiological systems.