

Модельні характеристики швидкої кінетики реакції кардіореспіраторної системи спортсменів-танцюристів

Ігор Соронович, Му Ченьчуан, Андрій Дяченко,
Олеся Хом'яченко

Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

Анотація. Існує дефіцит кількісних і якісних характеристик швидкої кінетики, які характеризують інтегральний рівень підготовленості пари з урахуванням відмінностей стандартної і латиноамериканської програми. *Мета.* Розробити модельні характеристики швидкої кінетики кваліфікованих спортсменів у спортивних танцях. *Методи.* Статистичний аналіз: визначення нормативних параметрів показників реакції кардіореспіраторної системи, енергозабезпечення, що ґрунтується на правилі «трьох сигм».

Результати. Виділено групи показників, які характеризують узагальнені, групові та індивідуальні характеристики швидкої кінетики. Групові кількісні та якісні характеристики швидкої кінетики (групові моделі) дозволяють оцінити компоненти реакції, які формують відмінності функціонального забезпечення роботи партнерів і партнерок, у першому танці стандартної та латиноамериканської програми. До групових моделей відносять кількісні і якісні характеристики спортсменів з вираженим типом аеробного або анаеробного енергозабезпечення.

Індивідуальні кількісні та якісні характеристики швидкої кінетики (індивідуальні моделі) дозволяють встановити можливі межі функції, визначити найбільш високі (унікальні) характеристики реакції. У моделі використовують кількісні характеристики, які мають значення вище показників модельного ряду.

Ключові слова: спортивні танці, функціональні моделі, швидка кінетика, кваліфіковані спортсмени.

Ihor Soronovych, Mu Chenguang, Andrii Diachenko, Olesia Khomiachenko

MODEL CHARACTERISTICS OF THE RAPID REACTION KINETICS OF THE CARDIORESPIRATORY SYSTEM OF DANCERS

Abstract. There is a shortage of quantitative and qualitative characteristics of fast kinetics, which characterize the integrated level of the pair fitness with account for the differences between the standard and Latin American program. *Objective.* Develop model characteristics of fast kinetics of qualified athletes in sport dances. *Methods.* Statistical analysis: determination of normative parameters of cardiorespiratory system response indices, energy supply based on the «three sigma» rule. *Results:* Groups of indices characterizing the generalized, group and individual characteristics of fast kinetics are outlined. Group quantitative and qualitative characteristics of rapid kinetics (group models) allow assessing the components of the reaction that form the differences in the functional support of the partners in the first dance of the standard and Latin American program. The group models include quantitative and qualitative characteristics of athletes with a pronounced type of aerobic or anaerobic energy supply. Individual quantitative and qualitative characteristics of fast kinetics (individual models) allow establishing possible limits of function, defining the highest (unique) characteristics of reaction. The model uses quantitative characteristics that are higher than the indices of the model range.

Keywords: sport dance, functional models, fast kinetics, skilled athletes.

Вступ. Відомо, що функціональні можливості спортсменів у спортивних танцях мають виражену специфіку. Її особливість полягає в тому, що функціональне забезпечення спеціальної роботоздатності спортсменів-танцюристів пов'язане з демонстрацією майстерності пари, де одне з ключових місць займає артистична підготовленість партнера і партнерки, здатність протягом усього часу танцювання підтримувати естетичні характеристики роботи, в тому числі в період розвитку втоми [4]. Крім цього, змінний і повторний характер роботи, постійна зміна темпу і ритму танцювання, напрямків рухів, поєднання динамічних і статичних напружень висувають особливі вимоги до структури функціональних можливостей і її реалізації в процесі змагальної діяльності [5].

Зазвичай дані, представлені в спеціальній літературі, орієнтовані на характеристики потужності і ємності енергозабезпечення роботи [6]. Часто ці дані входять у протиріччя з параметрами спеціальної роботоздатності танцюристів. Особливо це проявляється на рівні функціонального забезпечення роботи пари, де відмінності потужності і ємності реакцій пов'язані не тільки з гендерними відмінностями, а й відмінностями реалізації цієї функції в період досягнення, підтримання функції, компенсації стомлення [5].

Це вказує на необхідність звертати увагу на сторони функціонального забезпечення, які враховують динамічні процеси розвитку реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення роботи протягом усього періоду танцювання в півфіналі і фіналі.

У системі функціонального забезпечення спеціальної роботоздатності кваліфікованих спортсменів реалізація цього підходу заснована на оцінюванні швидкої кінетики (швидкості розгортання реакції), стійкого стану і

Soronovych I., Mu Chenguang, Diachenko A., Khomiachenko O. Model characteristics of the rapid reaction kinetics of the cardiorespiratory system of dancers. *Theory and Methods of Physical education and sports.* 2021; 1: 55–62
DOI: 10.32652/tmfv.2021.1.55–62

Соронович І., Му Ченьчуан, Дяченко А., Хом'яченко О. Модельні характеристики швидкої кінетики реакції кардіореспіраторної системи спортсменів-танцюристів. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту.* 2021; 1: 55–62
DOI: 10.32652/tmfv.2021.1.55–62

компенсації стомлення [9]. У спеціальній літературі показано, що зазначені функціональні характеристики змагальної діяльності формують структуру функціонального забезпечення спеціальної роботоздатності, де збільшення або зниження ефективності одного з компонентів структури призводить до зниження ефективності змагальної діяльності [3]. У зв'язку з цим, питання розвитку і реалізації швидкої кінетики розглянуто як системну складову, що становить структуру спеціальної функціональної підготовленості спортсменів-танцюристів [12].

Як критерії швидкої кінетики розглянуто кількісні та якісні характеристики реакції кардіореспіраторної системи (КРС) та енергозабезпечення спортсменів, де структура реакції відображає структуру реактивних властивостей організму в процесі напружених фізичних навантажень [9]. Рівень реакції характеризує здатність швидко, адекватно і повною мірою, тобто реактивно, реагувати на тренувальні та змагальні навантаження. У зв'язку з цим значення мають стимули реакції (drives), які формують початкові установки розвитку реакції, впливають на структуру і реалізацію функціонального забезпечення спеціальної роботоздатності спортсменів [8, 10]. Вони проявляються у високій швидкості розгортання реакції КРС та енергозабезпечення роботи на самому початку змагальної діяльності [2].

У спеціальній літературі представлено кількісні та якісні характеристики швидкої кінетики КРС і енергозабезпечення роботи. Вони характеризують кількісні характеристики швидкості розвідування легеневої вентиляції (V_E), споживання O_2 ($VO_2 \max$), виділення CO_2 (VCO_2), частоти серцевих скорочень (ЧСС) [4, 9]. Показано, що відмінності прояву швидкості реакції пов'язані з активізацією нейрогуморальних стимулів. Розглянуто питання впливу нейрогуморальних стимулів на швидкість розгортання реакції, систематизовано механізми стимуляції функцій у процесі напруженої рухової діяльності. Як один зі стимулів швидкої кінетики виступає парціальний тиск вуглекислого газу ($PaCO_2$) в крові [8]. Показано, що збільшення

концентрації в крові діоксиду вуглецю і кисню супроводжується посиленням реакції легеневої вентиляції. Нейрогенний стимул, який впливає на посилення реакції, пов'язаний з індивідуальною реактивністю кардіореспіраторної системи (з нормо-, гіпо- та гіперактивністю) спортсмена, а також з вибором засобів і методів спортивної підготовки [9, 10].

Показано, що реалізація нейрогенного і гуморальних стимулів реакції пов'язана зі спрямованістю тренувального процесу, функціональною підготовленістю і функціональним станом спортсмена. Типологічні особливості фізіологічної реактивності КРС на фізичні навантаження впливають на структуру функціонального забезпечення спеціальної роботоздатності в початковій частині і на всіх етапах змагання [7, 9].

Дані наукової літератури свідчать, що рівень $PaCO_2$ пов'язаний з рівнем реакції легеневої вентиляції і споживання кисню [11]. Це вказує на важливі для стимуляції функцій характеристики реакції КРС. До них відносять питомі характеристики $PaCO_2$, VCO_2 і V_E ($EqPaCO_2$ і $EqVCO_2$). Про значення цих показників свідчить той факт, що синхронізація пікових рівнів $EqCO_2$ і $PaCO_2$ вказує на поріг респіраторної компенсації метаболічного ацидозу в процесі виконання вправ зі зростаючою інтенсивністю [8].

Учені посилення реакції дихання на збільшення $EqPaCO_2$ і $EqVCO_2$ розглядають як нейрогуморальні стимули реакцій, що характеризують реактивні властивості організму і чинять плив на формування цілісної структури функціонального забезпечення спортсменів [2].

Обидва компоненти швидкої кінетики – нейрогенний ($EqPaCO_2$) і гуморальний ($EqVCO_2$) – у відповідь на зміни гомеостазу стимулюють зовнішнє дихання і метаболічні реакції на початку напруженої рухової діяльності. Це проявляється у швидкості розгортання реакції КРС, аеробного і анаеробного енергозабезпечення напруженої рухової діяльності спортсменів. Очевидно, що ці процеси прямо пов'язані з формуванням цілісної структури функціонального забезпечення спеці-

альної роботоздатності спортсменів-танцюристів. Склалося розуміння того, що відмінності швидкої кінетики можуть бути причиною відмінностей функціональної підготовленості партнера і партнерки [4]. Це вимагає проведення спеціального аналізу, спрямованого на формування нормативної основи швидкої кінетики реакцій з урахуванням структури змагальної діяльності у спортивних танцях.

Модельні характеристики можуть бути розглянуті з урахуванням загальних і спеціальних вимог, а також відмінностей видів змагальних програм, партнерів і партнерок. До загальних вимог відносять зовнішні прояви реакції КРС і енергозабезпечення роботи. У спеціальній літературі вони представлені як показники швидкості споживання O_2 , виділення CO_2 , легеневої вентиляції, ЧСС. До спеціальних вимог відносять показники реактивності КРС у відповідь на зміни гомеостазу в процесі виконання інтенсивних фізичних навантажень. Йдеться про питомі характеристики $PaCO_2$, VCO_2 , VCO_2 і V_E , які відображають рівень нейрогуморальної стимуляції розвитку функцій під впливом фізичних навантажень.

Мета дослідження – розробити модельні характеристики швидкої кінетики кваліфікованих спортсменів у спортивних танцях.

Методи дослідження: аналіз науково-методичної літератури, систематизація, правило «трьох сигм».

Результати дослідження та їх обговорення. На першому етапі експерименту в процесі виконання стандартного навантаження на ергометри брали участь 42 (21 пара) кваліфікованих спортсмени-танцюристи, переможці та призери міжнародних змагань, вік – $24,8 \pm 2,9$ року. На другому етапі в процесі моделювання змагальної діяльності у спортивних танцях брали участь 60 спортсменів-танцюристів (30 пар), які спеціалізуються в стандартній (європейській) програмі, 60 спортсменів-танцюристів (30 пар) – у латиноамериканській програмі. Усі учасники були проінформовані про вимоги до початку дослідження, а тренери дали письмову згоду на участь. Місцевий комітет з етики

досліджень у дусі Гельсінської декларації схвалив усі процедури.

Дослідження проходили:

1) в лабораторії НДІ: стандартне навантаження 6 хв, інтенсивність роботи – швидкість бігової доріжки $3 \text{ м} \cdot \text{с}^{-1}$, кут нахилу 8° у чоловіків, 5° у жінок;

2) у танцювальному залі: програма – півфінал та фінал (5 танців по 1,5 хв); відпочинок між турами – 20 хв.

У процесі всієї роботи здійснювали реєстрацію показників: споживання кисню (VO_2), рівень викиду CO_2 (VCO_2), хвилину вентиляцію (V_E) визначали для кожного циклу дихання за допомогою газоаналізатора Охусон (Jaeger).

У роботі застосовували методи описового (дескриптивного) аналізу, що включають табличне представлення окремих змінних і обчислення середнього арифметичного значення – \bar{x} , стандартного відхилення – S , а також характеристик індивідуальних відмінностей – мінімальні (min), максимальні (max) показники реакції, верхні (75 %) та нижні (25 %) квартилі. Визначення нормативних параметрів показників реакції КРС, енергозабезпечення та спеціальної роботоздатності засноване на статистичному методі – правилі «трьох сигм».

Систематизація даних може бути проведена на основі виділення трьох рівнів функціональної підготовленості спортсменів: 1-й – високий; 2-й – середній; 3-й – низький. Для визначення відповідності розподілу скористалися особливістю нормального закону, так званім правилом «трьох сигм», суть якого полягає в наступному: інтервал $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ містить 68,27 % усіх значень, $[\bar{x} - 2\sigma; \bar{x} + 2\sigma]$ – 95,45 % усіх значень, $[\bar{x} - 3\sigma; \bar{x} + 3\sigma]$ – 99,73 % усіх значень випадкової величини. Для меншого розкиду в даних дотримувалися першого правила закону «трьох сигм».

Аналіз знижених, нормативних і найбільш високих (унікальних) значень показників дає підставу для індивідуалізації й диференціації спеціалізованої спрямованості тренувального процесу з урахуванням цільових установок спортивної підготовки юних і кваліфікованих танцюристів.

Для більш точної характеристики показників потужності і ємності енергозабезпечення роботи використовували два модельні діапазони. Перший включав характеристики, які відповідали інтервалу $[\bar{x} - \sigma; \bar{x} + \sigma]$ і включали 68,27 % усіх значень показників. Він мав найбільшу кількість показників і характеризував професійну придатність (потенціал) танцюристів для подальшого спортивного вдосконалення за умови пошуку й реалізації резервів організму, корекції знижених сторін підготовленості.

Другий діапазон включав показники вищі за середній рівень і характеристики вище інтервалу $[\bar{x} + \sigma]$, тобто ті значення, які характеризують індивідуальні унікальні функціональні можливості спортсменів, з огляду на їх потенціал й орієнтацію спортивного тренування в майбутньому.

Слід зазначити, що до прийняття позначень статистичних показників позначення середньо статистичного стандартного відхилення для вибірових сукупностей позначали як S .

Кількісні і якісні характеристики функціональної підготовленості представлено на основі досліджень, проведених у різні періоди за участю 42 кваліфікованих спортсменів-танцюристів (21 пара).

Кількість спортсменів, вік, кваліфікація (переможці і призери престижних національних і міжнародних змагань) дозволяє використовувати результати статичного аналізу (\bar{x} , S , правило «трьох сигм»), значення якого за основними показниками співвідносились з даними фахівців з функціональної підготовки і підготовленості спортсменів у різних видах спорту, в тому числі у спортивних танцях [4].

Йдеться про показники зовнішнього дихання (легеневої вентиляції), аеробного метаболізму (споживання O_2 і виділення CO_2), інтегральних характеристик розвитку функцій організму (ЧСС), які дають загальну характеристику швидкої кінетики реакцій. Ці показники реєстрували на основі аналізу моноекспонентної залежності реакції КРС та енергозабезпечення роботи. У початковій стадії роботи (до досягнення піку реакції) реєстрували

час досягнення половини реакції ($T_{50} - \text{VO}_2$, V_E , VCO_2 , ЧСС). Реєстрацію показників проводили в процесі виконання стандартного тесту з помірною інтенсивністю роботи. Режим навантаження забезпечував перехід від стану спокою до режиму роботи з помірною інтенсивністю та умовами рівномірного (лінійного) збільшення функцій. У таких умовах швидкість розвитку реакції залежить від індивідуальної реактивності нервової системи, а також від індивідуальної структури реактивних властивостей КРС та аеробного енергозабезпечення роботи, проявляється потенціал швидкої кінетики, який характеризується здатністю швидко, адекватно і повною мірою реагувати на збільшення інтенсивності і напруженості рухових дій.

Результати контролю і оцінювання швидкості розгортання реакцій належать до розряду загальних вимог швидкої кінетики, тому їхні модельні характеристики відносять до категорії узагальнених моделей функціональної підготовленості спортсменів. Узагальнені модельні характеристики швидкості розгортання КРС та аеробного енергозабезпечення спортсменів-танцюристів представлено в таблиці 1.

У таблиці 2 представлено високі (унікальні) показники швидкості реакції, які реєструють в окремих спортсменів. Вони вказують на можливі межі функції. Їх характеристики відносять до індивідуальних моделей функціональної підготовленості спортсменів.

Як видно з таблиці 1, показники швидкості розгортання реакції мають високе значення. Це свідчить про високий рівень вимог до швидкості реакцій, які висувають до спортсменів-танцюристів у початковій частині тренувальної та змагальної діяльності. При цьому мова йде про високі вимоги до функціональної підготовленості пари. Діапазон індивідуальних відмінностей показників швидкості реакції (CV – 8,0 % у партнерів, 8,0–8,5 % у партнерок), аналіз індивідуальних типологічних особливостей реакції КРС та енергозабезпечення роботи (див. табл. 2) свідчить про відмінності структури частини початкової реакції. У таблиці 2 показано два типи ре-

Таблиця 1. Узагальнені моделі швидкості розгортання реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення роботоздатності кваліфікованих спортсменів-танцюристів

Показники	Показники модельного діапазону, $\bar{x} \pm S$					
	Партнери			Партнерки		
		Знижені значення діапазону $\bar{x} - S^*$	Верхнє значення діапазону $\bar{x} + S^*$		Знижені значення діапазону $\bar{x} - S^*$	Верхнє значення діапазону $\bar{x} + S^*$
$T_{50} VO_2, c$	$26,3 \pm 2,1^{**}$	23,9	28,5	$26,0 \pm 2,2$	24,1	28,3
$T_{50} V_E, c$	$25,8 \pm 2,0^{**}$	23,9	27,9	$25,1 \pm 2,1$	23,0	27,3
$T_{50} VCO_2, c$	$24,9 \pm 2,0^{**}$	22,7	27,0	$24,5 \pm 2,1$	22,3	26,7
$T_{50} HR, c$	$26,3 \pm 2,1^{**}$	24,3	28,5	$26,0 \pm 2,1$	24,0	28,3

Примітки: * – середні значення трьох найбільш низьких і трьох найбільш високих значень показників у модельному діапазоні [$x - S; x + S$]; ** – відмінності партнерів і партнерок недостовірні

акції КРС та енергозабезпечення роботи: перший пов'язаний з активізацією переважно аеробного енергозабезпечення, другий – з анаеробним гліколізом і активним розгортанням реакції легеневої вентиляції як реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу.

Наведені характеристики реакції мають відношення до загальних вимог підготовленості спортсменів-танцюристів, вони дозволяють оцінити ступінь схильності спортсмена до високої або зниженої швидкості розгортання реакцій. Відомо, що на прояв швидкої кінетики впливають різні чинники підготовки і підготовленості. Йдеться про систему тренувальних засобів, які сприяють розвитку рухливості нервової, КРС, енергозабезпечення роботи, а також про умови навантаження при швидкому розгортанні реакцій збільшується або знижується.

Це чітко видно з показників швидкої кінетики в процесі виконання пер-

шого танцю стандартної та латиноамериканської програм змагань. Повільний вальс (28–30 такт \cdot хв⁻¹) і ча-ча-ча (30–32 такт \cdot хв⁻¹) відрізняються інтенсивністю і темпо-ритмовою структурою танцювання. Тому вони мають відмінності в структурі функціонального забезпечення роботи.

У таблицях 3–6 представлено модельні характеристики функціонального забезпечення швидкої кінетики реакції спортсменів-танцюристів, які спеціалізуються в стандартній (європейській) і латиноамериканській програмах. Бачимо, що показники легеневої вентиляції, споживання O_2 , виділення CO_2 мали високі значення з урахуванням інтенсивності виконання першого танцю стандартної програми.

Аналіз середніх значень, діапазон мінімальних і максимальних значень (відмінності кватилів 25 %–75 %) показників початкової частини реакції (швидкої кінетики) свідчить про високий ступінь вимог до рівня функціо-

нальної підготовленості танцюристів. Відповідно до загальних вимог потенціалу швидкої кінетики спортсменів-танцюристів, відмінності модельних характеристик швидкості розгортання реакцій статистично недостовірні ($p > 0,05$). Реєстрацію показників проводили в процесі виконання стандартного тесту з помірною інтенсивністю роботи.

Представлені дані, а також пов'язані з ними відмінності показників швидкої кінетики реакції в процесі виконання першого танцю стандартної та латиноамериканської програми змагань свідчать про високу специфічність функціонального забезпечення початкового етапу змагальної діяльності в різних програмах змагань ($p < 0,05$). Звертає на себе увагу той факт, що в однорідній групі спортсменів відмічаються типологічні особливості швидкої кінетики. Він пов'язаний з активним розгортанням переважно аеробної або анаеробної функції енергозабезпечення. Перший тип характеризується більш високим рівнем споживання O_2 на початкових етапах змагання. Другий тип характеризується більш високими показниками реакції легеневої вентиляції, виділення CO_2 і питомими характеристиками легеневої вентиляції, парціального тиску і виділення CO_2 , споживання O_2 , що свідчить про активізацію реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу.

Дискусія. У спеціальній літературі питанням функціональної підготовки спортсменів-танцюристів приділено

Таблиця 2. Індивідуальні моделі швидкості розгортання реакції кардіореспіраторної системи і енергозабезпечення роботи спортсменів-танцюристів, $x_n < x - S$

Показники	Партнери		Партнерки	
	М. Т.*	В. М.**	А. С.*	С. П.**
$T_{50} VO_2, c$	22,0	26,0	18,0	26,0
$T_{50} V_E, c$	26,0	22,0	24,0	22,0
$T_{50} VCO_2, c$	24,0	20,0	24,0	20,0
$T_{50} HR, c$	26,0	26,0	6,0	28,0

Примітки: * – спортсмени-танцюристи з переважно аеробним типом функціонального забезпечення початкової частини роботи; ** – спортсмени-танцюристи з анаеробним типом функціонального забезпечення початкової частини роботи.

Таблиця 3. Групові моделі швидкої кінетики кваліфікованих спортсменів-танцюристів під час виконання першого танцю (вальс) стандартної (європейської) програми

Показники	Показники модельного діапазону, $\bar{x} \pm S$					
	Партнери			Партнерки		
		Знижені значення діапазону $\bar{X} - S^*$	Верхнє значення діапазону $\bar{X} + S^*$		Знижені значення діапазону $\bar{X} - S^*$	Верхнє значення діапазону $\bar{X} + S^*$
PaCO ₂ , мм. рт. ст.	29,8 ± 1,3**	28,5	31,1	26,8 ± 1,5	25,3	28,2
V _E , л · хв ⁻¹	113,2 ± 9,2**	104,0	122,1	80,0 ± 8,8	71,3	98,7
VCO ₂ , л · хв ⁻¹	2,8 ± 0,2**	2,6	3,0	2,3 ± 0,2	2,1	2,5
VO ₂ , л · хв ⁻¹	2,9 ± 0,2**	2,7	3,1	2,3 ± 0,2	2,1	2,4
EqO ₂	39,5 ± 2,9	36,6	42,3	34,8 ± 2,1	32,7	34,3
EqCO ₂	40,4 ± 4,3	36,2	44,3	34,8 ± 2,3	32,5	37,0
EqPaCO ₂	3,8 ± 0,3**	3,5	4,0	3,0 ± 0,2	2,8	3,2
T ₅₀ VO ₂ , с	24,3 ± 3,3	21,1	27,5	25,0 ± 3,7	21,4	28,6
T ₅₀ V _E , с	23,8 ± 3,4	21,4	27,2	24,1 ± 3,5	20,6	27,6
T ₅₀ VCO ₂ , с	24,0 ± 3,5	20,5	27,4	24,5 ± 3,8	20,7	28,3
T ₅₀ HR, с	25,0 ± 3,4	21,6	28,4	25,0 ± 3,4	21,6	28,4

Примітки: * – середні значення трьох найбільш низьких і трьох найбільш високих значень показників у модельному діапазоні [$\bar{x} - S$; $\bar{x} + S$]; оцінювання показників проведено за 45 с виконання першого танцю; ** – відмінності партнерів і партнерок достовірні ($p < 0,05$)

значну увагу [6, 7, 13]. Учені констатували загальні вимоги до рівня функціональної підготовленості партнерів, партнерок, інтегральної підготовленості пари [1, 4]. Було визначено нормативні значення реакції КРС та енергозабезпечення роботи [11]. Встановлено, що нормативні вимоги до кількісних характеристик потужності системи енергозабезпечення відповідають характеристикам кваліфікованих спортсменів в окремих циклічних видах спорту [5]. Очевидно, що мова йде про питомі показники реакції енергозабезпечення (VO₂/kg, VCO₂/kg, V_E/kg). Разом з тим склалися чіткі уявлення, що зазначені характеристики вказують на загальні вимоги до підготовленості спортсменів-танцюристів, яких навряд чи вистачає для повноцінного оцінювання структури функціонального забезпечення спеціальної роботоздатності з урахуванням темпо-ритмової структури змагальних вправ, повторного і змінного характеру змагальної діяльності. Для цього показано необхідність проведення глибшого структурного аналізу, де на перший план виходять ха-

рактеристики реалізаційних компонентів функціональної підготовленості, а ключове місце займають характеристики швидкої кінетики реак-

ції, реалізація якої дозволить забезпечити швидке впрацювання основних систем функціонального забезпечення роботоздатності танцюристів, а та-

Таблиця 4. Індивідуальні моделі швидкої кінетики кваліфікованих спортсменів-танцюристів під час виконання першого танцю (вальс) стандартної (європейської) програми

Показники	Партнери		Партнерки	
	С. І.*	В. В.**	А. К.*	С. Д.**
PaCO ₂ , мм. рт. ст.	28,5	31,1	25,3	28,2
V _E , л · хв ⁻¹	109,0	122,1	68,2	85,1
VCO ₂ , л · хв ⁻¹	2,9	3,2	2,1	2,9
VO ₂ , л · хв ⁻¹	3,1	2,8	2,8	2,1
EqO ₂	35,2	43,6	28,6	38,1
EqCO ₂	37,6	38,1	38,1	27,6
EqPaCO ₂	3,6	3,8	2,6	3,0
T ₅₀ VO ₂ , с	18,0	26,0	22,0	26,0
T ₅₀ V _E , с	24,0	22,0	26,0	22,0
T ₅₀ VCO ₂ , с	24,0	20,0	20,0	26,0
T ₅₀ HR, с	26,0	26,0	22,0	28,0

Примітки: * – спортсмени-танцюристи з переважно аеробним типом функціонального забезпечення початкової частини роботи; ** – спортсмени-танцюристи з анаеробним типом функціонального забезпечення початкової частини роботи

Таблиця 5. Групові моделі швидкої кінетики кваліфікованих спортсменів-танцюристів під час виконання першого танцю (ча-ча-ча) латиноамериканської програми

Показники	Показники модельного діапазону, $\bar{x} \pm S$					
	Партнери			Партнерки		
		Знижені значення діапазону $\bar{x} - S^*$	Верхнє значення діапазону $\bar{x} + S^*$		Знижені значення діапазону $\bar{x} - S^*$	Верхнє значення діапазону $\bar{x} + S^*$
PaCO ₂ , мм. рт. ст.	30,0 ± 2,5	27,5	32,5	28,5 ± 2,0	26,5	30,5
V _E , л · хв ⁻¹	123,1 ± 7,4**	115,7	130,5	95,1 ± 6,6	88,5	101,6
VCO ₂ , л · хв ⁻¹	3,4 ± 0,2**	3,2	3,6	2,8 ± 0,2	2,6	2,6
VO ₂ , л · хв ⁻¹	3,3 ± 0,2	3,1	3,5	2,9 ± 0,2	2,7	3,3
EqO ₂	35,1 ± 2,5	32,6	37,6	35,1 ± 2,5	32,6	37,6
EqCO ₂	36,2 ± 2,5	33,7	38,7	31,7 ± 2,5	29,2	33,7
EqPaCO ₂	4,1 ± 0,3	3,7	4,4	4,1 ± 0,3	3,8	4,3
T ₅₀ VO ₂ , с	25,3 ± 4,4	18,0	26,0	25,5 ± 4,7	20,8	30,1
T ₅₀ V _E , с	25,9 ± 4,7	24,0	22,0	24,6 ± 4,5	20,1	29,1
T ₅₀ VCO ₂ , с	25,0 ± 4,5	24,0	20,0	25,4 ± 4,8	20,6	30,2
T ₅₀ HR, с	26,0 ± 4,4	22,0	28,0	25,9 ± 4,4	21,5	30,3

Примітки: * – середні значення трьох найбільш низьких і трьох найбільш високих значень показників у модельному діапазоні [$\bar{x} - S$; $\bar{x} + S$]; оцінювання показників проведено за 45 с виконання першого танцю; ** – відмінності партнерів і партнерок достовірні ($p < 0,05$)

кож сформувані передумови для підвищення ефективності всіх компонентів кінетики реакції в процесі виконання

програми змагань: швидкості розгортання реакції, стійкості, рухливості в умовах розвитку стомлення [2].

Таблиця 6. Індивідуальні моделі швидкої кінетики кваліфікованих спортсменів-танцюристів під час виконання першого танцю (ча-ча-ча) латиноамериканської програми

Показники	Партнери		Партнерки	
	С. Т.*	Т. М.**	Б. Б.*	Б. Р.**
PaCO ₂ , мм. рт. ст.	28,7	31,4	26,4	29,4
V _E , л · хв ⁻¹	117,7	130,5	88,5	101,6
VCO ₂ , л · хв ⁻¹	3,0	3,6	2,6	3,5
VO ₂ , л · хв ⁻¹	3,5	3,2	2,9	3,3
EqO ₂	39,2	36,3	32,6	37,6
EqCO ₂	33,6	40,8	28,5	32,8
EqPaCO ₂	4,1	4,2	3,4	3,5
T ₅₀ VO ₂ , с	20,0	18,0	20,0	26,0
T ₅₀ V _E , с	22,0	24,0	26,0	22,0
T ₅₀ VCO ₂ , с	24,0	26,0	26,0	20,3
T ₅₀ HR, с	26,0	28,0	28,0	28,0

Примітки: * – спортсмени-танцюристи з переважно аеробним типом функціонального забезпечення початкової частини роботи; ** – спортсмени-танцюристи з анаеробним типом функціонального забезпечення початкової частини роботи.

Проведений аналіз структури функціонального забезпечення швидкої кінетики реакції показав загальні і типологічні особливості, які впливають на оцінювання рівня спеціальної функціональної підготовленості спортсменів-танцюристів різної спеціалізації, партнерів, партнерок, інтегральної підготовленості пари. Наведені дані узагальнено і систематизовано на основі принципів моделювання. На цій основі в процесі побудови моделей функціональної підготовленості чітко виділяють групи моделей:

- узагальнені, які включають загальні для виду спорту характеристики швидкої кінетики;
- групові, які характеризують типологічні особливості швидкої кінетики залежно від виду змагань, статевих відмінностей, інтегральної підготовленості пари;
- індивідуальні, які характеризують межі функцій, зустрічаються досить рідко, проте характеризують унікальні сторони підготовленості або природні задатки спортсменів.

Відповідність підготовленості партнера, партнерки, пари зазначеним модельним характеристикам дає під-

стави для оцінювання якості проведеної тренувальної роботи, а також спрямованої корекції спеціальної функціональної підготовки.

Висновки. Результати вимірювання швидкої кінетики, оцінювання та інтерпретації показників контролю відповідно до програми змагань, статі, інтегральної підготовленості пари дозволили виділити закономірності, які вказують на нові можливості моделювання швидкої кінетики спортсменів-танцюристів як інструменту підвищення ефективності спеціальної функціональної підготовки.

Показники швидкості розгортання реакцій КРС і енергозабезпечення роботи, які були інтерпретовані на основі аналізу часу досягнення половини реакції, відображають загальний потенціал швидкої кінетики спортсменів-танцюристів. Відмінності показників $T_{50} - VO_2$, V_E , VCO_2 , ЧСС партнерів і партнерок, стандартної та латиноамериканської програм статично недостовірні ($p > 0,05$).

Показники реакції кардіореспіраторної системи на зміни гомеостазу $V_E \cdot PaCO_2^{-1}$, $V_E \cdot VCO_2^{-1}$ і $V_E \cdot VO_2^{-1}$, інтерпретовані для початкової частини змагальної діяльності танцюристів, мали достовірні відмінності для партнерів і партнерок, для першого танцю стандартної (вальс) і латиноамериканської програми (ча-ча-ча).

Виділено групи показників, які характеризують узагальнені, групові та індивідуальні характеристики швидкої кінетики.

Узагальнені (узагальнені моделі) кількісні та якісні характеристики швидкої кінетики дозволяють оцінити інтегральний рівень підготовленості партнерів і партнерок в стандартній (європейській) та латиноамериканській програмі. Представлений модельний ряд показників швидкої кінетики, зареєстровано в стандартному тесті. Дані представлені відповідно – партнери, партнерки: $T_{50} VO_2$ (секунд) – 23,9-28, 24,1-28,3; $T_{50} V_E$ – 23,9-27,9, 23,0-27,3; $T_{50} VCO_2$ – 22,7-27,0; 22,3-26,7; $T_{50} HR$ – 24,3-28,5, 24,0-28,3.

Групові кількісні та якісні характеристики швидкої кінетики (групові моделі) дозволяють оцінити компонен-

ти реакції, які формують відмінності функціонального забезпечення роботи партнерів і партнерок, у першому танці стандартної та латиноамериканської програми. До групових моделей відносять кількісні і якісні характеристики спортсменів з вираженим типом аеробного або анаеробного енергозабезпечення.

Модельний ряд для першого танцю стандартної програми змагань (вальс). Дані представлені відповідно – партнери, партнерки: $PaCO_2$ (мм. рт. ст.) – 28,5-31,4, 25,4-28,2; V_E (л · хв⁻¹) – 109,0-122,1, 68,2-85,9; VCO_2 (л · хв⁻¹) – 2,9-3,2, 2,1-2,9; VO_2 (л · хв⁻¹) – 2,8-3,2, 2,7-3,3; EqO_2 – 35,2-43,6, 28,6-38,1; $EqPaCO_2$ – 3,6, 3,8, 2,6-3,0; 38,1-27,6; $EqPaCO_2$ – 3,6, 3,8, 2,6-3,0; $T_{50} VO_2$ (секунд) – 18,0-26,0, 22,0-26,0; $T_{50} V_E$ – 22,0-24,0; 26,0-22,0; $T_{50} VCO_2$ – 20,0-24,0; 20,0-26,0; $T_{50} HR$ – 26,0-28,2; 22,0-28,1;

Модельний ряд для першого танцю латиноамериканської програми змагань (ча-ча-ча). Дані представлені відповідно – партнери, партнерки: $PaCO_2$ (мм. рт. ст.) – 27,5-32,5, 26,5-30,5; V_E , л · хв⁻¹ – 115,7-130,5, 88,5-101,6; VCO_2 (л · хв⁻¹) – 3,2-3,6, 2,6-2,6; VO_2 (л · хв⁻¹) – 3,1-3,5, 2,9-3,3; EqO_2 – 32,6-37,6, 32,6-37,6; $EqCO_2$ – 33,7-38,7, 29,2-33,7; $EqPaCO_2$ – 3,7-4,4, 3,8-4,3; $T_{50} VO_2$ (секунди) – 20,9-29,7, 20,8-30,1; $T_{50} V_E$ – 21,2-30,6, 20,1-29,1; $T_{50} VCO_2$ – 20,4-29,5, 20,6-30,2; $T_{50} HR$ – 21,6-30,4, 21,5-30,3.

Індивідуальні кількісні та якісні характеристики швидкої кінетики (індивідуальні моделі) дозволяють встановити можливі межі функції, визначити найбільш високі (унікальні) характеристики реакції. У моделі використовують кількісні характеристики, які мають значення вище показників модельного ряду.

Перспективи подальших досліджень передбачають імплементацію результатів моделювання в систему формування тренувальних і змагальних навантажень з урахуванням індивідуального типу швидкої кінетики реакції.

Конфлікт інтересів. Автори заявляють, що відсутній будь-який конфлікт інтересів.

ЛІТЕРАТУРА

1. Калужна ОМ, Войтович І. Фізична підготовка в тренувальному процесі спортсменів-танцюристів на етапі попередньої базової підготовки. Молода спортивна наука України. 2013;14(1):106-112.
2. Ли Бо. Совершенствование аэробных возможностей спортсменов в спортивных танцах. Физическое воспитание студентов. 2011;2:64-66.
3. Платонов ВН. Система подготовки спортсменов в олимпийском спорте. Общая теория и её практические приложения: учебник [для тренеров]: в 2 кн. Киев: Олимпийская лит. 2015;(2). 770 с.
4. Сороневич ИМ, Чайковский ЕВ, Пилевская В. Особенности функционального обеспечения соревновательной деятельности в спортивных танцах с учётом различной подготовленности партнеров. Физическое воспитание студентов. 2013;6:78-87.
5. Beck S, Wyon MA, Redding EJ. Changes in Energy Demand of Dance Activity and Cardiorespiratory Fitness During 1 Year of Vocational Contemporary Dance Training. Strength Cond Res. 2018 Mar; 32(3):841-848.
6. Faina M. Preparation of Dance = La preparazione del Danzare. Multi media Sport Service. 2005.65-77.
7. Gujing Li, Hui He, Mengting Huang, Xingxing Zhang, Jing Lu, Yongxiu Lai, Cheng Luo, Dezhong Yao. Identifying enhanced cortico-basal ganglia loops associated with prolonged dance training. Published: 02 June 2015. Scientific Reports 1 5:10271 | DOI: 10.1038/srep10271
8. Liu Y., Steinacker J.M., & Stauch M. Does the threshold of transcutaneous partial pressure of carbon dioxide represent the respiratory compensation point or anaerobic threshold? Eur J Appl Physiol Occup Physiol. 1995;71(4):326-31.
9. Mishchenko VS, Lysenko EN & Vinogradov BE. Reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to strenuous physical training in sports: monograph. Kiev, Naukoviy svit. 2007.352.
10. Miyamoto Y, Nakazono Y & Yamakoshi K. Neurogenic factors affecting ventilatory and circulatory responses to static and dynamic exercise in man. Apple Physiol. 1987;37(3):435-46.
11. Rodrigues-Krause J, Krause M, Reischak-Oliveira Á. Cardiorespiratory Considerations in Dance: From Classes to Performances. Affiliations expand J Dance Med Sci. 2015 Sep;19(3):91-102. doi: 10.12678/1089-313X.19.3.91.
12. Ward SA, Lamarra N & Whipp B. The control components of oxygen uptake kinetics during high intensity exercise in humans: book of abstract. 1996.268-9.
13. Yin AX, Geminiani E, Quinn B, Owen M, Kinney S, McCrystal T, Stracciolini A. The Evaluation of Strength, Flexibility, and Functional Performance in the Adolescent Ballet Dancer During Intensive Dance Training. 2019 Jul; 11(7):722-730. Epub 2019 Feb 13. doi: 10.1002/pmrj.12011.

LITERATURE

1. Kaluzhna OM, Voytovych I. Physical preparation in the training process of dancers at the stage of preliminary basic training. Moloda sportyvna nauka Ukrainy. 2013;14(1):106-112.
2. Lee Bo. Improving athletes' aerobic capacities in sport dance. Fizicheskoye vospitaniye studentov. 2011;2:64-66.

3. Platonov VN. System of athletes' preparation in the Olympic sport. General theory and its practical applications: textbook in 2 b. Kiev: Olimpiyskaya literature. 2015;(2). 770 p.

4. Soronovich IM, Chaykovsky EV, Pilevskaya V. Peculiarities of competitive activity functional support in sport dance with account for differences in partners' fitness. *Fizicheskoye vospitaniye studentov*. 2013;6:78-87.

5. Beck S, Wyon MA, Redding EJ. Changes in Energy Demand of Dance Activity and Cardiorespi-

ratory Fitness During 1 Year of Vocational Contemporary Dance Training. *Strength Cond Res*. 2018 Mar; 32(3):841-848.

6. Faina M. Preparation of Dance = La preparazione del Danzare. *Multi media Sport Servise*. 2005.65-77.

7. Gujing Li, Hui He, Mengting Huang, Xingxing Zhang, Jing Lu, Yongxiu Lai, Cheng Luo, Dezhong Yao. Identifying enhanced cortico-basal ganglia loops associated with prolonged dance training. Published: 02 June 2015.

Scientific Reports | 5:10271 | DOI: 10.1038/srep10271

8. Liu Y., Steinacker J.M., & Stauch M. Does the threshold of transcutaneous partial pressure of carbon dioxide represent the respiratory compensation point or anaerobic threshold? *Eur J Appl Physiol Occup Physiol*. 1995;71(4):326-31.

9. Mishchenko VS, Lysenko EN & Vinogradov BE. Reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to strenuous physical training in sports: monograph. Kiev, Naukoviy svit. 2007.352.

10. Miyamoto Y, Nakazono Y & Yamakoshi K. Neurogenic factors affecting ventilatory and circulatory responses to static and dynamic exercise in man. *Apple Physiol*. 1987;37(3):435-46.

11. Rodrigues-Krause J, Krause M, Reischak-Oliveira Á. Cardiorespiratory Considerations in Dance: From Classes to Performances. *Affiliations expand J Dance Med Sci*. 2015 Sep;19(3):91-102. doi: 10.12678/1089-313X.19.3.91.

12. Ward SA, Lamarra N & Whipp B. The control components of oxygen uptake kinetics during high intensity exercise in humans: book of abstract. 1996.268-9.

13. Yin AX, Geminiani E, Quinn B, Owen M, Kinney S, McCrystal T, Stracciolini A. The Evaluation of Strength, Flexibility, and Functional Performance in the Adolescent Ballet Dancer During Intensive Dance Training. 2019 Jul; 11(7):722-730. Epub 2019 Feb 13. doi: 10.1002/pmrj.12011.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Соронovich Ігор Михайлович <https://orcid.org/0000-0001-7519-5322>, soronovych@ukr.net

Му Ченьчуан <https://orcid.org/0000-0003-0080-2794>, muchenguang79@gmail.com

Дяченко Андрій Юрійович <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152>, adnk2007@ukr.net

Хом'яченко Олеся Олександрівна <https://orcid.org/0000-0001-5771-6534>, olesiakhomiachenko@ukr.net

Національний університет фізичного виховання і спорту України
03150, Київ, вул. Фізкультури, 1

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Soronovych Igor <https://orcid.org/0000-0001-7519-5322>, soronovych@ukr.net

Mu Chenguang <https://orcid.org/0000-0003-0080-2794>, muchenguang79@gmail.com

Diachenko Andrii <https://orcid.org/0000-0001-9781-3152>, adnk2007@ukr.net

Khomiachenko Olesia <https://orcid.org/0000-0001-5771-6534>, olesiakhomiachenko@ukr.net,

National University of Ukraine on Physical Education and Sport
03150, Kyiv, Fizkul'tury str., 1

Надійшла 25.01.2021