

СТРУКТУРНІ ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ І ЕНЕРГОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ СПОРТСМЕНІВ U19 ІГРОВИХ КОМАНДНИХ ВИДІВ СПОРТУ

Дяченко Андрій Юрійович¹, Рабін Мохамед Фахмі Хашім²

Опубліковано	Секція	УДК
30.03.2025	Фізична культура і спорт	796.015.132:796.325/.33

DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.16853486>

Анотація. У дослідженні представлені результати комплексного педагогічного і фізіологічного дослідження функціонального забезпечення спеціальної (переривчастої) витривалості футболістів, гандболістів і регбістів вікової категорії U19. Актуальність теми зумовлена необхідністю пошуку резервів функціональної підготовленості в кінці пубертатного періоду, коли розвиток симпатoadреналової системи досягає референтних значень, що сприяє розвитку енергетичного потенціалу спортсменів 17-18 років. Результати експерименту засвідчили статистично значущі відмінності структурної побудови функціонального забезпечення спеціально (переривчастої) витривалості спортсменів різних ігрових видів спорту. У футболістів домінуючим чинником встановлено аеробну потужність і спроможність ефективної реалізації кисню. У гандболістів і регбістів домінували анаеробні процеси. При тому, що у гандболістів акценти зроблено анаеробну алактатну і лактатну потужність, у регбістів на гліколітичну ємність. Інтегруючим чинником, що забезпечує ефективність реалізації енергетичних функцій є специфічні реактивні властивості кардіореспіраторної системи. Вони впливають на ефективність утилізації кисню на всіх етапах реалізації тестових навантажень і активізацію реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу. Доведено, що специфічні співвідношення цих процесів в ігрових командних видах спорту формують зміст і спеціалізовану функціональну спрямованість функціональної підготовки з урахування структурних вимог функціонального забезпечення змагальної діяльності. Перспективи подальших досліджень полягають у визначення метаболічного профілю функціонального забезпечення спеціальної працездатності, а саме швидкої кінетики, стійкого стану і компенсації втоми в конкретному виді спорту з урахування проявів енергетичних реакцій і специфічних реактивних властивостей кардіореспіраторної системи.

¹доктор наук з фізичного виховання і спорту, професор, завідувач кафедри водних видів спорту, Національний університет фізичного виховання та спорту України, вул. Фізкультури, 1, м. Київ, Україна, orcid.org/0000-0001-9781-3152, adiachenko@uni-sport.edu.ua

²кандидат наук з фізичного виховання і спорту, докторант, технічний директор «Proline» академії, Едмонтон, Канада, ORCID ID: 0000-0002-6087-4629, rabeenhashim@gmail.com

Ключові слова: футбол, гандбол, регбі, функціональна підготовка, функціональна підготовленість, спеціальна працездатність, спеціальна (переривчаста) витривалість, спортсмени U19.

Structural Features of the Cardiorespiratory Response and Energy Supply in U19 Athletes of Team Sports

Annotation. The study presents the results of a comprehensive pedagogical and physiological investigation of the functional support of special (intermittent) endurance in football, handball, and rugby players in the U19 age category. The relevance of the topic is determined by the need to identify reserves of functional preparedness at the end of the pubertal period, when the development of the sympathoadrenal system reaches reference values, contributing to the enhancement of the energy potential of athletes aged 17–18 years. The experimental results revealed statistically significant differences in the structural organization of functional support for special (intermittent) endurance among athletes of different team sports. In football players, the dominant factor was aerobic power and the ability to effectively utilize oxygen. In handball and rugby players, anaerobic processes prevailed; in handball players, emphasis was placed on anaerobic alactic and lactic power, while in rugby players — on glycolytic capacity. An integrating factor ensuring the effectiveness of energy function realization was the specific reactivity properties of the cardiorespiratory system. These influence the efficiency of oxygen utilization at all stages of test load performance and the activation of the respiratory compensation response to metabolic acidosis. It was proven that the specific ratios of these processes in team sports determine the content and specialized functional orientation of functional training, taking into account the structural requirements of functional support for competitive activity. Prospects for further research involve determining the metabolic profile of functional support for special working capacity – namely, fast kinetics, steady state, and fatigue compensation in a specific sport – considering the manifestations of energy reactions and specific reactive properties of the cardiorespiratory system.

Keywords: football, handball, rugby, functional training, functional preparedness, special working capacity, special (intermittent) endurance, U19 athletes.

Вступ

Постановка проблеми у загальному вигляді та її зв'язок із важливими науковими чи практичними завданнями. Сучасний стан спортивної підготовки вимагає пошуку неординарних засобів і методичних підходів до пошуку резервів спеціальної підготовленості спортсменів. Зокрема це стосується модернізації тренувальних засобів, які сприяють підвищенню рівня функціональних можливостей і спеціальної працездатності спортсменів [16]. Проблема полягає в тому, що на відміну від циклічних видів спорту, характеристики спеціальної працездатності спортсменів ігрових видів спорту підпорядковані рандомній високоваріативній структурі функціонального забезпечення спеціальної (переривчастої) витривалості. Це значно впливає на якісні характеристики оцінки спеціальної працездатності, їх інтерпретації відповідно реалізації функцій управління тренувальними і змагальними навантаженнями [5]. Особливо це стосується характеристики динамічних процесів швидкої кінетики, стійкого стану і компенсації втоми, які супроводжують спортсменів протягом змагальної діяльності [2].

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Серед спеціалістів теорії спорту є розуміння, що загальні тренувальні наративи, які багато років сприяли зростанню

спортивного майстерності сьогодні потребують суттєвої модернізації [6]. Це вимагає зміст сучасного спорту, де змагальний період триває майже річний цикл підготовки. В зв'язку з цим, особливої уваги потребують ігрові командні види спорту, коли короткотривалий підготовчий період дозволяє не стільки розвивати функції і пов'язані з ними прояви спеціальної працездатності, скільки відновлювати функціональні резерви. Спеціалізовані адаптаційні процеси і відповідні тренувальні ефекти пов'язані зі збільшення тренуваності здійснюються як правило протягом тривалого змагального періоду [15]. Моніторинг змагальної діяльності і емпіричні дослідження підтвердили наявні тенденції на успішному прикладі спортивної підготовки в провідних лігах ігрових видів спорту Північної Америки, системної організації змагань в європейському футболі, тощо [1].

В цьому напрямку особливу привертає система підготовки юних спортсменів на етапі підготовки до вищих досягнень [7]. Це особливий період вікового розвитку спортсменів коли сформовані фізіологічні, анатомічні, психологічні передумови для кумуляції функціональних резервів організму і забезпечення їх позитивного переносу на структури функціонального забезпечення спеціальної працездатності [4].

Водночас є розуміння, що сучасна система підготовки юних спортсменів досягла максимальних об'ємів і інтенсивності навантажень. «Революційні перетворення» функціональної спрямованості фізичної і спеціальної підготовки, які дозволили модернізувати тренувальний процес протягом останніх двох десятиліть стали нормою і не сприймаються в якості додаткового стимулюючого чинника розвитку функцій і спеціальної працездатності спортсменів. Разом з тим сенситивний період, який найбільше сприяє розвитку функціональних можливостей спортсменів U17-U19 потребує застосування додаткових нестандартних засобів впливу, які збільшують адаптаційний потенціал відповідно особливим вимогам виду спорту [10]. Це уявляється особливо важливим для ігрових командних видів спорту де функціональні стереотипи мають відносно обмежений характер. В більшості вони проявляються рандомно, в змінних умовах ігрової ситуації, коли темп, ритм, інтенсивність навантаження залежать від стандартних і непередбачуваних ігрових варіацій, дій суперника, рахунка, якості підготовленості партнерів, тощо [9]. Непередбачуваність дій вимагає відповідні функціональні перетворення і зміни структури реакції. Реактивність цих процесів багато в чому впливає на короткострокові ефекти функціонального забезпечення спеціальної працездатності, які відповідають певній ігровій ситуації [8].

Природньо виникає потреба розшири діапазон тренувальних впливів, які за своєю спрямованістю є додатковим джерелом розвитку функціональних можливостей і за структурою відповідають специфічним умовам змагальної діяльності в ігрових командних видах спорту.

Інструментом реалізації цього процесу є мета-аналіз даних про провідні компоненти функціонального забезпечення спеціальної працездатності в ігрових командних видах спорту, які мають загальну структуру, але суттєві відмінності в забезпечення спеціальної працездатності [12, 13, 14]. В сенсі даного дослідження мова йде про футбол, гандбол і регбі. В цьому контексті дослідження провідні спеціалісти використовують термін переривчаста витривалість (міжнародний термін – *intermittent endurance, IE*) [3]. Особливу допомогу надають дані про структурні компоненти функціональних можливостей футболістів, гандболістів, регбістів U19. Сформовані на цей період уявлення про функціональні резерви дають змогу виявити спільні і відмінні риси підготовленості. Їх визначення і ретельне вивчення є змістовною основою модуляції тренувального процесу відповідно досвіду «споріднених» видів спорту.

Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми. Попри значну кількість робіт, дослідження, які узагальнюють науковий і емпіричний досвід функціональної підготовки і підготовленості в ігрових командних видах спорту представлено край

недостатньо. Наявність окремих підходів до оцінки функціональних можливостей спортсменів в різних ігрових командних видах спорту не дозволяє поєднати структурні компоненти аналізу і виявити однакові і відмінні риси підготовленості. В першу чергу мова йде про відмінності вибору системи контролю, оцінки і інтерпретації отриманих даних.

Водночас є дані, які свідчать, що розширення спектру функціональних навантажень відповідної функціональної спрямованості впливає на збільшення функціональних резервів, їх багатовекторність, і як наслідок, можливостей їх цільового використання в природних умовах тренувального процесу ігрових видів спорту [3, 13, 16].

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою даної статті є визначення однакових і відмінних характеристик функціональної підготовленості, які визначають функціональну спрямованість фізичної і спеціальної підготовки футболістів, гандболістів і регбістів вікової категорії U19.

Завдання дослідження:

1. Проаналізувати однакові і відмінні риси змагальної діяльності і її функціонального забезпечення у спортсменів вікової категорії U19, які спеціалізуються в футболі, гандболі і регбі.

2. Визначити специфічні характеристики функціональної підготовленості юних кваліфікованих футболістів, гандболістів і регбістів.

3. Визначити однакові і відмінні риси функціональної підготовленості спортсменів, визначити на цій підставі напрями вдосконалення фізичної і спеціальної підготовки в юнацькому футболі, гандболі і регбі.

4. Сформулювати напрями практичного застосування результатів дослідження в практику ігрових командних видів спорту.

Матеріал. Юні кваліфіковані гравці Канади і Іраку вікової категорії U19 (17-18 років). Загальна кількість складає $n=60$, в кожній групі $n=20$. Спортсмени мають досвід не менше п'яти років занять видом спорту і участі у регулярних турнірах відповідного кваліфікаційного і вікового рівня.

Методи. *Моніторинг спеціальної працездатності.* Композицію тестів склали Cardiorespiratory System & Intermittent Endurance" Test, скорочено CRS & IE test [3], умовна назва test 1 і CRS & IE test – II, умовна назва test 2. Дослідження реакції КРС і енергозабезпечення. Показники газообміну реєстрували в режимі реального часу за допомогою газоаналізатора Oxycon Pro. Рівень концентрації лактату крові визначили за допомогою метаболіметра Biosen+.

Методи математичної статистики. В процесі статистичного аналізу застосовані непараметричні критерії Мана-Уїтні.

Методика контролю функціональних можливостей. Відмінності test 1 і test 2 склали тривалість прискорень, відповідно 10 с і 20 с. Функціональне забезпечення test 1 відзначалось активним розгортанням КРС і аеробного гліколізу, перехідними процесами алактатного і лактатного енергозабезпечення. Змістовну функціональну основу test 2 визначили гліколітична ємність і максимальна аеробна потужність. Фізіологічні стани і перехідні процеси сприяли досягненню потенційного рівня енергозабезпечення, що супроводжує змагальну діяльність спортсменів ігрових видів спорту. Композицію тестів, зміст і функціональну спрямованість CRS & IE test; CRS & IE test – II приведено в таблиці 1.

Таблиця 1

Cardiorespiratory System & Intermittent Endurance" Test, для оцінки функціонального забезпечення спеціальної працездатності юних спортсменів в ігрових видах спорту

Зміст	Функціональна спрямованість
CRS & IE test (test 1)	
Серія. тривалість 4 хвилини: 8 прискорень 10 с (70 м), пауза 20 с	Швидкість розгортання реакції КРС, перехідні процеси лактатного, алактатного аеробного енергозабезпечення
Забір крові для виміру концентрації лактату на 3 і 5 хвилині відновлюваного періоду	
CRS & IE test – II (test 2). Виконано через 7 хвилин	
Тривалість 4 хвилини: 8 прискорень 20 с (70 м), пауза 10 с	Ємність гліколітичного і потужність аеробного енергозабезпечення
Забір крові для виміру концентрації лактату на 3 і 5 хвилині відновлюваного періоду	
Реєстрація періоду відновлення ЧСС до 120,0 уд•хв ⁻¹	

Контроль (бігові вправи з місця) здійснено на біговій доріжці стадіону з тартановим покриттям. Реєстрували відновлення (невідновлення) ЧСС до 120,0 уд•хв⁻¹ протягом п'яти хвилин дозволило визначити ступінь фізіологічного напруження навантаження і внести відповідні корекції в оцінку і трактування результатів тестування.

Показників і їх інтерпретацію наведено в таблиці 2. При наявності ідентичних якісних характеристик реакції, вони відрізняються кількісними величинами і їх інтерпретацією відповідно періоду вимірів і стану спортсменів.

Таблиця 2

Показники функціональних можливостей юних кваліфікованих спортсменів ігрових видів спорту

Показники*	Інтерпретація
CRS & IE test (test 1)	
$VO_2 / \text{kg}, \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$	Потужність початкової частини реакції аеробного енергозабезпечення
$EqO_2 (V_E \cdot VO_2^{-1})$	Ефективність утилізації кисню в умовах зростання інтенсивності і фізіологічного напруження навантаження
$EqCO_2 (V_E \cdot VCO_2^{-1})$	Початкові стимули реакції на зростання метаболізму
$La, \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$	Потужність лактатного (гліколітичного) енергозабезпечення
CRS & IE test – II (test 2)	
$VO_2 \text{ max} / \text{kg}, \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$	Максимальне споживання кисню
$EqO_2 (V_E \cdot VO_2^{-1})$	Ефективність утилізації кисню в умовах стійкого стану і сталого розвитку функції
$EqCO_2 (V_E \cdot VCO_2^{-1})$	Реакція дихальної компенсації метаболічного ацидозу
$La, \text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$	Ємність гліколітичного енергозабезпечення.

Примітка. * – для розрахунку реєструвались і аналізувались показники ваги тіла, максимальної легеневої вентиляції, максимального вживання кисню (абсолютні показники)

Результати

В результаті мета-аналізу спеціальної літератури виявлені спільні і відмінні риси змагальної діяльності в футболі, гандболі, регбі. Зрозуміло, що дані характеристики зумовлені специфікою ігрової діяльності, енергозабезпеченням, руховим режимом та характером навантаження.

Спільні риси, які впливають на структуру змагальної діяльності і спрямованість спеціальної і фізичної підготовки в ігрових командних видах спорту мають досить умовний характер. Інтервальний характер роботи, швидке перемикавання рухів, зміна напрямку, реакція на суперника, тощо формують виразно рандомний характер проявів функціонального забезпечення спеціальної працездатності. Водночас широкий діапазон анатоμο-фізіологічних характеристик гравців, відмінності універсалів, гравців захисної чи атакуючої ланки унеможлиблює формування узагальненої анатоμο-функціональної моделі підготовленості в жодному ігровому командному виді спорту. Саме трактування поняття переривчаста витривалість (intermittent endurance, IE) більше відображає рандомний характер роботи ніж структуру функціонального забезпечення спеціальної працездатності.

В цьому випадку особливої уваги привертають сторони функціональної підготовленості, де провідну роль грають реактивні властивості КРС, нейродинамічні функції і резистентність опоно-рухового апарату до високого рівня фізіологічної і анатомічної напруженості навантаження. Вони забезпечують нейрогуморальну стимуляцію функції енергозабезпечення, нейром'язову координацію, очисні можливості легеневої вентиляції, інші системи відповідно рандомного характеру ігрової діяльності.

Добре відомі класичні уявлення про фізіологічну реактивність функціональних систем, які визначають природні задатки спортсменів. Зокрема гіпер-, гіпо- і нормо-реактивний тип КРС – найбільш поширена класифікація реактивності (відповіді) серцево-судинної та дихальної системи на фізичне навантаження або стресові чинники [11]. Типологічні особливості КРС характеризують, наскільки адекватно і ефективно спортсмени реагують на збільшення навантаження, виходячи з наявних функціональних резервів. За думкою провідних спеціалістів спортивної фізіології [4, 11] найбільш адекватні стимулюючі впливи проявляються в кінці пубертатного періоду, коли розвиток симпатoadреналової системи досягає референтних значень.

Водночас останні роки надані дані про прояви реактивних властивостей КРС в умовах значного фізіологічного напруження навантаження. Вони стали відображенням адаптаційного потенціалу спортсменів до певних умов тренувальної і змагальної діяльності. В загальному наративі вони відображали можливості швидкої, адекватної, і в повній мірі, реакції спортсменів на нейрогуморальні стимули (нейрогенні, гіпоксичні і ацидемічні), які виникають під впливом відповідних фізіологічних станів [2, 3]. На цій підставі реактивні властивості КРС приймають участь в формуванні структури реакції енергозабезпечення. Їх специфічні прояви стимулюють швидку кінетику, стійкий стан і сталий розвиток функцій, компенсацію втоми. Вочевидь, кожен з цих компонентів функціонального забезпечення спеціальної витривалості має свої кількісні і якісні характеристики. Треба зважити на той факт, що ідентичні показники функціональних можливостей, мають відмінності за їх інтерпретацією відповідно фізіологічному стану спортсменів під час напруженої фізичної діяльності. Особливо це стосується показників, які відображають реактивні властивості КРС в процесі зростання напруженості метаболізму на початку, в середині і наприкінці змагальної діяльності. Ці дані наведені в таблиці 2.

Таким чином виникає потреба в з'ясуванні кількісних і якісних характеристик можливостей, які визначають певні реактивні властивості КРС і метаболізму в змінних умовах змагальної діяльності в ігрових командних видах спорту, які мають спільні риси і певні відмінності, зокрема в прояві швидкісних, силових і швидкісно-силових

можливостей. Це обумовлює інтерес до реакції КРС на певні структурні відмінності анаеробного і аеробного енергозабезпечення притаманні футболу, гандболу і регбі, тобто ігрових командних видів спорту, які мають широкий діапазон відмінностей в структурі змагальної діяльності і відповідно в структурі функціонального забезпечення спеціальної працездатності.

Розрахунки проведено окремо, за результатами виконання CRS & IE test (test 1) і CRS & IE test – II (test 2) юними кваліфікованими спортсменами (17-18 років, U19), які спеціалізуються в ігрових командних видах спорту. Послідовність виконання тестів відповідала реалізації потенційних можливостей швидкої кінетики, стійкого стану і сталого розвитку функцій спортсменів в умовах розвинення втоми.

Фізіологічні процеси функціонального забезпечення в test 1 відображали початкові реакції функціонального забезпечення спеціальної працездатності – період розгортання і досягнення стабілізаційних ефектів КРС і енергозабезпечення. В test 1 домінували перехідні процеси від переважно анаеробного алактатного до лактатного (гліколітичного) енергозабезпечення. Ці процеси супроводжувались розгортанням КРС і аеробного енергозабезпечення. В таблиці 3 представлені значення показників, що визначають специфіку початкової фази функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів, які спеціалізуються у футболі, гандболі та регбі.

За результатами парних тестів Манна-Уїтні виявлено статистично значущі переваги футболістів за показниками максимального споживання кисню ($VO_2 \max$, $p < 0,000001$) у порівнянні з гандболістами та регбістами. Значущі відмінності також зафіксовано за вентиляційними еквівалентами кисню (EqO_2) та вуглекислого газу ($EqCO_2$), що свідчить про різний рівень ефективності дихального забезпечення. Рівень лактату (La) був достовірно вищим у гандболістів, що вказує на більший гліколітичний компонент у навантаженні.

Аналіз статистичного і емпіричного аналізу взаємозв'язків функцій дають підстави вважати, що у юних футболістів домінує потужний аеробний компонент, пов'язаний з швидким розгортанням функції і високою ефективністю утилізації кисню. Характеристики гліколітичної потужності мають тенденцію до узагальнених референтних значень. Окремі гравці мали високі значення на рівні діапазону Q3 – max.

Вочевидь зменшені відносні показники аеробної потужності у гандболістів і регбістів пов'язані з збільшеною вагою спортсменів. Особливо цей чинник проявляється у регбістів де вага гравців коливається від 78,0 до 101,0 кг (84,8 – 93,3 кг в межах Q1 – Q3).

Отримані результати підтверджують існування специфіки функціональних резервів відповідно до виду спортивної діяльності вже на рівні початкових функціональних процесів забезпечення спеціальної працездатності.

Таблиця 3

Характеристики реакції КРС і енергозабезпечення футболістів, гандболістів, регбістів U19 в CRS & IE test (test 1)

Статистика*	Показники			
	$VO_2 \max / \text{kg}, \text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$	$EqO_2 (V_E \cdot VO_2^{-1})$	$EqCO_2 (V_E \cdot VCO_2^{-1})$	La, $\text{mmol} \cdot \text{l}^{-1}$
Футбол, n=20; середня вага 68,9±4,6				
\bar{x}	42,9	35,3	35,0	6,6
Me	43,3	43,0	36,0	6,5
S	2,8	39,7	3,8	0,6
Q1(25%)	41,2	40,7	32,8	6,1
Q3(75%)	44,5	41,7	37,9	7,0
min	37,2	42,1	27,7	6,0
max	47,7	44,5	40,7	8,4
IQR	3,3	44,5	5,2	0,9

Гандбол, n=20; середня вага 77,4±2,3				
\bar{x}	31,1	42,3	40,8	8,5
Me	31,6	41,3	40,7	8,6
S	3,7	5,9	5,1	0,7
Q1(25%)	29,4	38,0	38,2	7,9
Q3(75%)	34,2	44,5	43,8	9,0
min	23,5	32,1	33,3	7,0
max	36,7	53,4	53,2	10,2
IQR	4,7	6,5	5,6	1,1
Регбі, n=20; середня вага 89,4±6,7				
\bar{x}	34,9	41,9	37,2	6,5
Me	34,9	42,7	37,1	6,4
S	2,4	3,8	3,2	0,7
Q1(25%)	33,7	39,8	35,9	5,9
Q3(75%)	36,8	44,8	39,2	7,0
min	29,2	34,6	31,5	5,6
max	38,6	49,6	43,0	7,5
IQR	3,1	5,0	3,3	1,1

Примітка.* - статистичні відмінності зареєстровані: VO₂ max: футбол & гандбол: U = 305.0, p < 0.001; футбол & регбі: U = 400.0, p < 0.001; гандбол & регбі: U = 112.5, p < 0.001. EqO₂ max: футбол & гандбол: U = 400.0, p < 0.01; футбол & регбі: U = 308.0, p < 0.01; гандбол & регбі: U = 192.5, p < 0.850 (відмінності відсутні). EqCO₂ max: футбол & гандбол: U = 72.5, p < 0.001; футбол & регбі: U = 144.5, p < 0.137 (відмінності відсутні; гандбол & регбі: U = 292.0, p < 0.05. La test I: футбол & гандбол: U = 12.0, p < 0.001; футбол & регбі: U = 234.5, p < 0.355 (відмінності відсутні); гандбол & регбі: U = 393.0, p < 0.001.

В test 2 аналізувались стабілізаційні ефекти функціонального забезпечення спеціальної працездатності, спроможності підтримувати стійкий стан і сталий розвиток функцій в умовах зростання втоми.

Фізіологічні процеси функціонального забезпечення в test 2 відбувались під значним впливом навантаження переважно гліколітичного характеру. Структуру функціонального забезпечення спеціальної працездатності характеризували показники потужності аеробних реакцій (VO₂ max), ємності гліколітичного енергозабезпечення, реактивні властивості КРС, які відбивали ефективність динамічних процесів складного перехідного періоду умовно названого «стійкий стан – компенсація втоми» (EqO₂ і EqCO₂).

В таблиці 4 представлені значення показників, що визначають специфіку стійкого стану, сталого розвитку і компенсації втоми спортсменів, які спеціалізуються у футболі, гандболі та регбі.

В першу чергу треба відзначити відсутність достовірних відмінностей серед показників максимального вживання кисню. Це вагомий результат дослідження, який підтверджує значущість цього компонента для енергетичного забезпечення спеціальної працездатності в варіативних умовах змагальної діяльності.

Разом с тим, наведені дані свідчать про значні відмінності ефективності утилізації кисню відповідно напруженості реакції дихання (EQO₂, p < 0.001) між всіма категоріями спортсменів. Особливо звертають увагу зменшені характеристики у гандболістів.

Характеристики реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу статистично значущі відмінності мають між показниками футболу і регбі, гандболу і регбі (p < 0.001). Це може мати тлумачення відповідною реакцією на збільшення метаболічних зсувів переважно анаеробного гліколітичного характеру. Характеристики EqCO₂ у футболістів в свої більшості залежать від загальної потужності реакції легеневої вентиляції при роботі переважно аеробного характеру.

Таблиця 4

Характеристики реакції КРС і енергозабезпечення футболістів, гандболістів, регбістів U19 в CRS & IE test – II (test 2)

Статистика*	Показники			
	VO ₂ max / kg, ml•min ⁻¹ •kg ⁻¹	EqO ₂ (V _E •VO ₂ ⁻¹)	EqCO ₂ (V _E •VCO ₂ ⁻¹)	La, mmol•l ⁻¹
Футбол, n=20				
\bar{x}	55,0	40,0	32,4	11,8
Me	55,3	39,3	32,1	11,7
S	6,4	4,1	2,0	0,7
Q1(25%)	50,4	36,8	30,9	11,1
Q3(75%)	60,1	42,9	33,7	12,0
min	44,6	33,1	29,0	11,0
max	65,1	46,6	36,1	13,5
IQR	9,7	6,1	2,9	0,9
Гандбол, n=20				
\bar{x}	54,1	60,0	32,2	13,9
Me	54,7	60,9	32,2	13,9
S	3,1	3,3	2,9	0,9
Q1(25%)	52,7	58,1	30,8	13,6
Q3(75%)	55,8	62,0	34,4	14,4
min	46,9	53,1	25,3	12,1
max	59,5	65,8	36,8	15,9
IQR	3,1	3,9	3,6	0,8
Регбі, n=20				
\bar{x}	55,3	29,9	27,6	15,1
Me	54,8	29,8	27,2	15,1
S	4,1	1,1	1,5	0,9
Q1(25%)	52,5	29,2	26,8	14,1
Q3(75%)	57,4	30,5	28,7	15,9
min	50,0	27,7	24,1	13,7
max	64,1	32,0	30,8	16,1
IQR	4,9	1,3	1,9	1,8

Примітка.* – статистичні відмінності зареєстровані: VO₂ max: статистично значущі відмінності між футбол & гандбол, футбол & регбі, гандбол & регбі відсутні. EqO₂: футбол & гандбол p < 0.001; футбол & регбі: U = 400.0, p < 0.001 (відмінності відсутні); гандбол & регбі: U = 400.0, p < 0,001. EqCO₂: футбол & гандбол U = 192.5, p = 0.85 (різниця не значуща); футбол & регбі: U = 394.0, p < 0.001; гандбол & регбі: U = 359.5, p < 0.001. La test II: футбол & гандбол U = 14.5, p = 0.001; футбол & регбі: U = 0.0, p < 0.001; гандбол & регбі: U = 71.5, p < 0.001.

Подальші парні порівняння за критерієм Манна-Уїтні засвідчили, що за показниками гліколітичної ємності (La test 2) гандболісти мали вищі значення показника порівняно з футболістами (p < 0,001), а регбісти переважали як футболістів (p < 0,001), так і гандболістів (p < 0,001). Таким чином, регбісти продемонстрували найвищий рівень досліджуваного параметра, гандболісти займали проміжне положення, тоді як футболісти характеризувалися найнижчими значеннями, що, ймовірно, зумовлено специфікою тренувального процесу та ігрової діяльності в кожному виді спорту.

Констатувальні чинники даного дослідження свідчать про певні функціональні резерви спортсменів, які спеціалізуються в ігрових видах спорту. При наявності узагальнених ознак є певні структурні відмінності функціонального забезпечення спеціальної працездатності, які стосуються функцій, що забезпечують динамічні процеси протягом складних перехідних періодів притаманних змагальній діяльності в

ігрових видах спорту. Мова йде про високоспецифічні реактивні властивості КРС, які відображають ефективність адаптації організму до певних функціональних структур змагальної діяльності. В даному випадку мова йде ефективність утилізації кисню на всіх етапах реалізації тестових навантажень і активізацію реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу. Оцінка ефективності цих процесів, їх інтерпретація залежить від структурного компонента функціонального забезпечення спеціальної працездатності, а саме швидкої кінетики, стійкого стану і компенсації втоми, суттєве значення має вага спортсменів, інтенсивність змагальної діяльності, домінування силового чи швидкісно-силового компонента спеціальної (переривчастої) витривалості.

Висновки

Виявлено потенційний і реалізаційний компоненти функціонального забезпечення спеціальної працездатності спортсменів вікової категорії U19, які спеціалізуються в футболі, гандболі, регбі.

Потенційний компонент включає прояви потужності аеробного і анаеробного метаболізму, ємності гліколітичного енергозабезпечення. Реалізаційний компонент визначає ефективність перехідних процесів за рахунок відповідного балансу утилізації кисню і потужності легеневої вентиляції, реакції дихальної компенсації метаболічного ацидозу.

Специфічні співвідношення цих процесів в ігрових командних видах спорту формують зміст і спеціалізовану функціональну спрямованість функціональної підготовки з урахування структурних вимог функціонального забезпечення змагальної діяльності.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначення метаболічного профілю функціонального забезпечення спеціальної працездатності, а саме швидкої кінетики, стійкого стану і компенсації втоми в конкретному виді спорту з урахування проявів енергетичних реакцій і специфічних реактивних властивостей кардіореспіраторної системи.

Список використаних джерел

1. Безмилов М., Шинкарук О. (2020) [Тенденції та актуальні проблеми підготовки баскетболістів високого класу в сучасних умовах глобалізації та популяризації баскетболу](#) *Physical culture sports and health of the nation*, 28(9), 112-131.
2. Diachenko A., Pengcheng G., Yevpak N., Rusanova O., Kiprych S., & Furjan-Mandic, G. (2021). Neurohumoral Components of Rapid Reaction Kinetics of the Cardio-Respiratory System of Kayakers. *Sport Mont*, 19(S2), 29-33. doi: 10.26773/smj.210906
3. Diachenko, A., Leibo, W., Lisenchuk, G., Denysova, L., & Lysenchuk, S. (2021). Football Players' "Cardiorespiratory System and Intermittent Endurance" Test. *Sport Mont*, 19(S2), 23-27. doi: 10.26773/smj.210905
4. Ekblom B. Handbook of sport medicine and science. Football (Soccer). Blackwell Science Publishers, 1994. 276 p.
5. Hall, E. C. R., John, G., & Ahmetov, I. I. (2024). Testing in Football: A Narrative Review. *Sports (Basel, Switzerland)*, 12(11), 307. <https://doi.org/10.3390/sports12110307>
6. Kozina Z., Protas M., Siryi O., Fomin R. (2023). Comparative characteristics of the young football players of different game roles technical and physical fitness at the specialized basic training stage. *Journal of Exercise Rehabilitation*, 12(6), 548-555.
7. Lethole, L., Kubayi, A., Toriola, A., Larkin, P., & Armatas, V. (2024). Development of the Talent Identification Questionnaire in Soccer for Outfield Players (TIDQ-OP): Coaches' perceptions of the key attributes for player recruitment. *Journal of sports sciences*, 42(4), 291-300. <https://doi.org/10.1080/02640414.2024.2329432>

8. Marques M. C., Izquierdo M., Gabbett T. J., Medina Leal D., Marinho D. A., Till K. (2016). Physical fitness profile of competitive young soccer players: Determination of positional differences. *International Journal of Sports Science & Coaching*, 11(5), 693–701.
9. Miçooğulları B. O. (2024). Physical attributes of young football players in correlation with their playing positions. *The Online Journal of Recreation and Sports*, 13(1), 11–16.
10. Meyer T., Demond V., Scharhag J. (2022). Cardiocirculatory Stress in Professional Football (Soccer) Coaches. *Clin J Sport Med*. 32(4), 414-417. doi: 10.1097/JSM.0000000000001013.
11. Mischenko V, Monogarov V. (1995). *Physiology del deportista*. Editorial Paidotribo, 328 p.
12. Murtagh C.F., Brownlee T.E., Rienzi E., Roquero S., Moreno S., Huertas G., Lugioratto G., Baumert P., Turner D.C., Lee D., et al. (2020). The genetic profile of elite youth soccer players and its association with power and speed depends on maturity status. *PLoS ONE*. 2020;15:e0234458. doi: 10.1371/journal.pone.0234458. [[DOI](#)] [[PMC free article](#)] [[PubMed](#)] [[Google Scholar](#)]
13. Peña-González I., Fernández-Jávega G., Castellano-Galvañ I., Moya-Ramón M. (2025). Relative Age Effects and contextual factors in male Spanish youth football: a 10-year cross-sectional analysis of U12 to U16 players. *Frontiers in Sports and Active Living*, 7, Article 1378972.
14. Szymczak, Ł., Podgórski, T., Lewandowski, J., Janiak, A., Michalak, E., & Domaszewska, K. (2022). Physical Fitness and Inflammatory Response to the Training Load of Wheelchair Rugby Players. *International journal of environmental research and public health*, 19(4), 2228. <https://doi.org/10.3390/ijerph19042228>
15. Tyshchenko V., Diachenko M., Sokolova O., Bubela O. (2024). Effects of functional training on explosive power in elite female handball players. *Journal of Physical Education and Sport*, 24(2), Art 115, 890–896.
16. Tyshchenko, V., Tyshchenko, D., Andronov, V., Ivanenko, S., Adamchuk, V., Hlukhov, I., & Drobot, K. (2024). Comprehensive evaluation of efficiency to identify deficiencies in muscle activity in different modes in team sports. *Wiadomości Lekarskie. Medical Advances*, 77(2), 194–200.