

УДК 612.769

DOI: 10.31651/2076-5835-2018-1-2020-2-66-75

Лизогуб Володимир Сергійович

д.б.н., професор,
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького,
v_lizogub@ukr.net
ORCID 0000-0002-3001-138x

Шпанюк Віталій Васильович

Аспірант,
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького,
ORCID 0000-0002-1147-8603

Пустовалов Віталій Олександрович

к.н.ф.в. і сп., доцент,
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького,
v_pustovalov@ukr.net
ORCID 0000-0002-8625-6175

Кожемяко Тетяна Володимирівна

к.б.н., викладач,
Черкаський національний університет ім. Б. Хмельницького
kozhemako@ukr.net
ORCID 0000-0003-4752-4197

ЗВ'ЯЗОК ФІЗИЧНОЇ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ ТА БІОЕНЕРГЕТИЧНИХ МЕХАНІЗМІВ ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ІГРОВОЇ ДІЯЛЬНОСТІ ФУТБОЛІСТІВ

Під час офіційного футбольного матчу з використанням GPSports-систем “Катапульта” та в умовах лабораторії з допомогою діагностичних можливостей пульсометра “Polar”, газоаналізатора Meta Max 3B, Cortex, та велоергометра “Монарк” досліджували біоенергетичну спроможність та фізичну працездатність 29 висококваліфікованих спортсменів. В умовах лабораторії під час виконання велоергометричного тесту за показниками потужності фізичного навантаження (W) визначали загальну фізичну працездатність футболістів, а за максимальним споживанням кисню (VO_{2max}), частоти серцевих скорочень (HR) та порогу анаеробного обміну (ПАНО) встановлювали режими аеробного та анаеробного енергетичного забезпечення. В польових умовах, з допомогою GPSports-системи “Катапульта”, за показниками довжини дистанції, яку футболісти пробігали за гру визначали спеціальну фізичну працездатність в аеробних та анаеробних режимах енергозабезпечення.

Для кваліфікованих футболістів встановлено зв'язок фізичної працездатності та біоенергетичних характеристик анаеробного та аеробного забезпечення. Кореляція між довжиною дистанції під час гри і показниками W велоергометричного тесту на рівні ПАНО становив $r = 0,43$ ($p < 0,032$), а для VO_{2max} , $r = 0,41$ ($p < 0,027$) і з HR - $r = 0,37$ ($p < 0,047$). Показано, що домінуючою енергетичною системою у забезпеченні спеціальної фізичної працездатності за умови ігрової діяльності футболістів є аеробний механізм. Його внесок у загальну працездатність футболістів становить – 76 %, тоді як на долю аеробно-анаеробних механізмів енергозабезпечення припадає – 17 %. Найменший внесок у забезпечення фізичної працездатності футболістів під час гри здійснювали анаеробні лактатні та алактатні механізми енергозабезпечення, відповідно – 5,6 % і 1,6 %.

Ключові слова: телеметричні системи; біоенергетичні режими; фізична працездатність; футболісти.

Постановка проблеми. Аналіз останніх публікацій. На сучасному етапі актуальним напрямком фізіології та теорії і практики фізичної культури є підготовка спортсменів високого класу. Пошук шляхів оптимального управління тренувальним процесом на основі об'єктивізації знань про структуру змагальної діяльності з урахуванням закономірностей становлення спортивної майстерності та індивідуальних можливостей атлетів є актуальним питанням [1]. Відомо, що футбол є багатокомпонентним видом спортивної діяльності і тому для вирішення завдань спеціальної підготовки футболістів необхідні знання про стан фізичної працездатності організму [2, 3]. У футболі високого спортивного результату можуть досягти спортсмени, які мають високий рівень фізичної підготовленості [4, 5].

Результати дослідження останніх років свідчать про те, що велике значення для забезпечення результативної ігрової діяльності відіграє фізична працездатність футболістів [6]. Як зазначають автори, фізична працездатність знаходиться у залежності від морфофункціональних характеристик організму, сили, витривалості та м'язової координації [7, 8], а також від потужності, ємності та ефективності механізмів енергозабезпечення [9, 11]. Рівень фізичної працездатності футболістів залежить і від характеру техніко-тактичних завдань, рухової активності, які спортсмен виконує під час гри і спортивної кваліфікації спортсмена [10]. Всі параметри фізичної працездатності є важливими для досягнення високих результатів у футболі і їх слід розглядати як компоненти, які впливають на роботу футболіста у продовж гри і, як наслідок, на результат гри в цілому. Реалізація сучасного підходу в цьому напрямку пов'язана не стільки з розробкою нових засобів і методів підготовки, спрямованої на підвищення ефективності системи енергозабезпечення, стійкості нейродинамічних властивостей організму, розвитком техніко-тактичних можливостей спортсменів, скільки з оптимізацією структури фізичної і спеціальної працездатності, визначенням її провідних компонентів [10, 11].

Спеціалісти виділяють три основні складові успіху у футболістів: фізіологічні можливості, технічна підготовленість і здатність реалізовувати тактичну модель гри [13]. Методичні підходи до підвищення фізичної працездатності футболістів на підставі систем функціонального забезпечення достатньо обґрунтовані та знайшли застосування в практиці [9, 11]. Головне питання полягає в тому, що, як правило, усі запропоновані методичні підходи орієнтовані на диференційований розвиток тих або інших компонентів функціонального забезпечення фізичної працездатності спортсменів [14]. Більшість із них не враховують структуру спеціальної фізичної працездатності футболістів, тому їх реалізація у процесі змагальної діяльності часто входить у суперечність із вимогами спеціальної підготовленості [15].

Відомо, що гра у футбол представляє собою інтермітуючу, перемінну роботу різної інтенсивності і тому під час гри задіяні, у різному ступені, три основних способи енергозабезпечення – аеробний, анаеробний алактатний та анаеробний лактатний механізми [16]. Спеціалісти відмічають, що – 90% гри у футболістів відбувається з залученням аеробного шляху енергозабезпечення і за гру вони долають дистанцію 8-12 км [17]. Найбільшу дистанцію пробігають гравці середньої лінії, особливо флангові футболісти. Дещо меншу відстань у ході гри долають нападаючі. Ще меншу дистанцію покривають захисники центральної лінії, ніж крайні захисники [18].

Існує незначна кількість робіт, які присвячені вивченню співвідношення дистанції та часу, який витрачається у зонах різної інтенсивності, а також довжини дистанції та інтенсивності з якою футболісти її пробігають. Використовуючи різні методи дослідження: відеозйомку, запис на касету, кінофільм або записи з протоколу встановили, що фізична працездатність, яка вимірювалася і оцінювалася довжиною дистанції, для захисників Англійського дивізіону за гру становить – 11472 м, а для футболістів середньої лінії – 13800 м. Бельгійські спеціалісти отримали для захисників об'єм бігової роботи у межах –

9202 м, для півзахисників – 10719 м, а для нападаючих – 9820 м. Для італійських провідних команд приводять результати дослідження відстані, яку долають нападаючі за гру – 10480 м, для півзахисників – 11000 м, а для футболістів захисної лінії – 9740 м [19, 20].

Як відомо, гра у футбол включає періоди і ситуації високо інтенсивної, анаеробної активності, що приводить до накопичення молочної кислоти. Тому футболісти потребують зниження активності та перехід в аеробний режим для видалення лактату з м'язів [10].

На сьогоднішній день недостатньо вивчені і мало використовуються в практиці спеціальні характеристики підготовленості, які забезпечують прояв фізичної працездатності, витривалості з урахуванням енергетичного та функціонального забезпечення спеціальної працездатності футболістів [3].

Дуже мала кількість робіт присвячена дослідженню біоенергетичного забезпечення ігрової діяльності футболістів різного амплуа. Залишається не з'ясованим питання участі біоенергетичних механізмів у забезпеченні фізичної працездатності під час ігрової діяльності футболістів. Дослідження цих питань, якщо і було проведене, то у стаціонарних, лабораторних умовах і майже не досліджено під час ігрової активності [21]. За умови апаратних та методичних обмежень такі дослідження не проводилися і тільки з появою GPSports-систем таких як "Polar" та Meta Max 3B, Cortex і інших, стало можливим їх використання у дослідженнях фізіології спорту, що значно розширило і наблизило до отримання важливої інформації в умовах ігрової діяльності та підвищило їх надійність. І все ж таки, не з'ясованими залишаються цілий ряд питань, стосовно фізичної працездатності футболістів високої кваліфікації у процесі ігрової діяльності та її зв'язок з біоенергетичними характеристиками та механізмами анаеробного та аеробного забезпечення [22, 23].

Припускаємо, що ефективна ігрова діяльність та фізична працездатність футболістів може бути обумовлена і режимом енергетичного забезпечення. Існують окремі роботи де встановлений зв'язок фізичної працездатності з біоенергетичними характеристиками футболістів, але вони виконані у лабораторних умовах. Невідомим залишається залежність фізичної працездатності футболістів від функціональних можливостей аеробних та анаеробних механізмів енергозабезпечення під час ігрової діяльності.

Мета роботи – з'ясувати особливості біоенергетичного забезпечення фізичної працездатності за умови ігрової діяльності футболістів.

Матеріали та методи

В експерименті взяли участь 29 професійних футболістів високої кваліфікації. Дослідження було схвалене Комісією з біомедичної етики, а обстежувані були ознайомлені з метою дослідження і дали згоду. Визначали основні антропометричні показники: зріст, вагу, індекс маси тіла, максимальне споживання кисню (VO_{2Max} мл/хв/кг), частоту серцевих скорочень (HR), артеріальний тиск (АТ), фізичну аеробну та анаеробну працездатність. HR реєстрували у стані спокою та під час виконання експериментального завдання з використанням пульсометра (Polar m400 HR, Polar O_u, Фінляндія). Визначали середнє та максимальне HR для кожного обстежуваного [23].

Упродовж виконання фізичного навантаження та після нього у період відновлення з допомогою газоаналізатора Meta Max 3B, Cortex реєстрували поглинання кисню (VO_2 мл/хв. \cdot 1/кг \cdot 1) та виділення вуглекислого газу (VCO_2 мл/хв. \cdot 1/кг \cdot 1). Швидкість поглинання кисню організмом усереднювали за 30 с. VO_{2max} визначали як найбільше значення усереднених даних. Критерієм тривалості навантаження було досягнення відносної рівноваги газообміну, на що вказувала стабілізація кривих VO_{2max} і VCO_2 max. Тривалість реєстрації показників газообміну у період відновлення визначалась часом досягнення вихідного рівня [22].

Для визначення фізичної працездатності та функціональних можливостей футболістів у лабораторних умовах проводили ступеневий велоергометричний тест. Обстежувані на велоергометрі «Монарк» виконували навантаження у діапазоні 400 – 1600 кГм/хв. Робота складалася з розминки та основної частини. Розминку проводили 5 хв., а основна робота включала 7-ступеневе фізичне навантаження 400 – 1600 кГм/хв.⁻¹. Виконували тест зі ступеневим підвищенням навантаження. Починали з потужності – 400 кГм/хв.⁻¹ і кожні 2 хв підвищували навантаження на – 200 кГм/хв.⁻¹. Навантаження тривало 2-хв і чергувалось з 2 хв. відпочинком, а загальний час роботи не перевищував 30 хв. За показниками VO_{2max} та HR визначали ПАНО, вище якого розвивається метаболічний ацидоз. Початком метаболічного ацидозу вважали відносно уповільнення зростання VO_{2max} та HR у разі підвищення потужності роботи. Визначали ПАНО по «точці відхилення» за Конконі. Для всіх обстежуваних дотримувались єдиного режиму роботи. Показником для припинення тесту була втрата узгодженого функціонування різних систем і потужності та тривалості роботи досліджуваного. Це проявлялось у появі болю у м'язах, втомі дихальної мускулатури, надмірного підвищення АТ та HR, а також відмова спортсмена від подальшого виконання роботи. Реєстрували VO_{2max} та HR у стані спокою, перед роботою на початку велоергометричного тесту та упродовж виконання, знаходили середні і максимальні значення [10].

У польових умовах під час проведення календарних ігор у чемпіонаті країни, Прем'єр-ліги з футболу 2018-2019 рр. за допомогою системи «Катапульт», GPSports Console version 1.7.0 та телепульсометра «Polar» (Electro OU, Finland) досліджували спеціальну фізичну працездатність. Фізичну працездатність визначали за показниками довжини дистанції, яку футболісти пробігали за гру, середньої та максимальної швидкості бігу та HR за гру та у аеробних, аеробно-анаеробних, лактатних і алактатних режимах енергозабезпечення. Для визначення фізичної працездатності за гру та у різних режимах енергозабезпечення використовували «Катапульту», в програмне забезпечення якої вводили показники HR, що попередньо розраховували для ПАНО та аеробного, лактатного і алактатного метаболізму [19].

Всі дані представлені як середнє значення \pm SD. Здійснювалась перевірка статистичних даних на нормальність розподілу та відповідність ступенів свободи. При аналізі статистично значущих відмінностей відносно вихідного рівня використовували непараметричний варіант ANOVA (тест Фрідмана), а потім тест Бонферроні-Данна для множинного порівняння. При співставленні різних типів впливів окремо для кожного тесту використовували парний тест Вількоксона. Рівень значимості був на рівні $p < 0,05$ для всіх аналізів. Аналіз даних проводився за допомогою статистичних пакетів для медичних та біологічних досліджень (SPSS, версія 21, IBM, США).

Результати дослідження та їх обговорення

У період проведення календарних ігор у чемпіонаті прем'єр-ліги України з футболу сезону 2018-2019 рр. проводили дослідження фізичної працездатності у лабораторних та польових умовах та визначали аеробні та анаеробні механізми енергозабезпечення. У лабораторних умовах, з допомогою велоергометричного тесту, визначали W, VO_{2max} , HR та ПАНО. У польових умовах для дослідження фізичної працездатності під час гри використовували GPSports системи і реєстрували довжину дистанції, яку футболісти пробігали за гру, швидкості бігу, середню та максимальну HR за гру та аеробні, аеробно-анаеробні, лактатні і алактатні механізми енергозабезпечення.

Дослідження фізичної працездатності і біоенергетичних характеристик починали з визначення антропометричних та функціональних характеристик футболістів. За результатами дослідження на велоергометрі середня по команді максимальна потужність (W) у футболістів становила – 1340,6 [1089,6; 1537,5] кГм/хв.⁻¹, а швидкість поглинання кисню організмом (VO_{2max}) – 58,3 [46,3; 64,6] мл/хв.⁻¹/кг⁻¹. При цьому максимальна HR – 188,3 [183,3; 202,4] уд/хв.⁻¹.

Результати дослідження фізичної працездатності футболістів на кожній ступені велоергометричного тесту представлені у таблиці 1.

Таблиця 1

Число обстежуваних, які досягли максимального фізичного навантаження (%)

Досліджувані показники	Навантаження, кГм/хв.^{-1}						
	400	600	800	1000	1200	1400	1600
W, кГм/хв.^{-1}	400	600	800	1000	1200	1400	1600
Число обстежуваних, %	100	100	100	93	83	53	3

З наведених даних видно, що гранична інтенсивність фізичної працездатності у футболістів дорівнювала – $1600 \text{ кГм/хв.}^{-1}$. Гарантована потужність, яку досягли 100 % футболістів склала – 800 кГм/хв.^{-1} , в той час як навантаження потужністю – 1000, 1200 та $1400 \text{ кГм/хв.}^{-1}$ змогли виконати, відповідно – 93, 83 та 53 % обстежуваних. А максимальну фізичну працездатність $1600 \text{ кГм/хв.}^{-1}$ змогли досягти тільки 3 % футболістів. Отже, гранична межа потужності фізичної роботи, яку виконують більшість футболістів становить – $1000\text{-}1400 \text{ кГм/хв.}^{-1}$, що можна розглядати у якості нормативного тесту.

Характеристика показників HR та $\text{VO}_{2\text{max}}$ за умови виконання велоергометричного тесту наведені на рисунку 1.

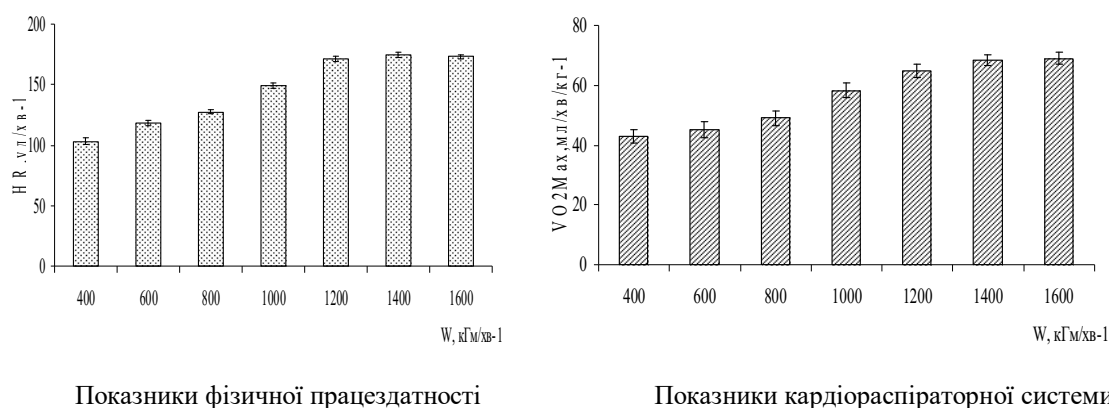


Рис.1. Показники фізичної працездатності та кардіореспіраторної системи футболістів високого рівня кваліфікації за умови зростаючого навантаження на велоергометрі.

Кореляційний аналіз досліджуваних показників виявив статистично вірогідний зв'язок між HR, $\text{VO}_{2\text{max}}$ та W при навантаженні – 400, 600, 800, 1000, 1200 кГм/хв.^{-1} . Коефіцієнт кореляції становив 0,43-0,48 ($p < 0,01$). Результати свідчать про те, що кисневотранспортна система організму знаходиться у прямому зв'язку з інтенсивністю фізичного навантаження. Подальше зростання потужності велоергометричного навантаження до 1400 та $1600 \text{ кГм/хв.}^{-1}$ призвело до відносного уповільнення підвищення HR та зростання $\text{VO}_{2\text{max}}$ і появи «позначки відхилення», що вважається порогом анаеробного обміну, вище якого розвивається метаболічний ацидоз та швидке накопичення лактату крові.

Ми не отримали статистично значущої кореляції між показниками HR і $\text{VO}_{2\text{max}}$, та W у разі виконання тесту з потужністю 1400 та $1600 \text{ кГм/хв.}^{-1}$. Відповідно, коефіцієнт кореляції – $r = 0,28\text{-}0,34$ ($p > 0,05$).

Отже, потужність роботи – $1200 \text{ кГм/хв.}^{-1}$ і HR на рівні – $161,3 \text{ уд.хв.}^{-1}$, а $\text{VO}_{2\text{max}}$ $58,8 \text{ мл/хв./кг}^{-1}$, можна вважати точкою ПАНО, вище якої в організмі футболістів розвиваються метаболічні процеси, що пов'язані з переважанням анаеробних механізмів енергозабезпечення і починає швидко накопичуватися лактат [8].

У подальшому результати HR 161,3 [155;173] уд·хв⁻¹, VO_{2max} 58,8 [43; 64] мл/хв./кг⁻¹, та середнє значення максимальної потужності у футболістів на рівні 1340,6 [1089,6; 1537,5] кГм/хв., які отримані на ПАНО, дозволили виділити для команди в цілому біоенергетичні режими енергозабезпечення організму футболістів. Визначення біоенергетичних режимів здійснили методом сигмальних відхилень. Виділили 5 метаболічних режимів: з показниками нижче за середній (<M-0,5σ), середній (M-0,5σ – M+0,5σ) та вище за середній (>M+0,5σ) рівень HR. Результати розподілу на біоенергетичні режими за HR показали, що для змішаного аеробно-анаеробного режиму енергозабезпечення у футболістів відповідає HR у діапазоні 156,2-166,3 уд·хв⁻¹, а аеробному режиму – 145,2–156,7 уд·хв⁻¹. Для футболістів з HR у межах 167,1–176,7 уд·хв⁻¹, характерним є пульс вищий за ПАНО і може вказувати на домінування лактацидного механізму енергозабезпечення. Для HR, який перевищував величину – 176,7 уд·хв⁻¹ виділений алактатний, а нижче за – 145,2 уд·хв⁻¹ – відновний аеробний режим енергозабезпечення.

Отже, у лабораторних умовах визначені 5 біоенергетичних режими, які у подальшому були введені у програму «Катапульти» з метою дослідження та оцінки фізичної працездатності футболістів та участі різних механізмів енергозабезпечення в умовах ігрової діяльності.

Фізичну працездатність та біоенергетичні характеристики футболістів у польових умовах досліджували під час проведення календарних ігор у чемпіонаті Прем'єр-ліги України з футболу 2018-2019 рр. За допомогою GPSports-системи визначали та аналізували загальну та спеціальну фізичну працездатність, а за показниками об'єму виконаної роботи та довжини дистанції у метрах, яку футболісти пробігали за гру, участь аеробних, аеробно-анаеробних, лактатних і алактатних механізмів енергозабезпечення, середню швидкість бігу, середню HR та реєстрували пік HR для кожного спортсмена.

На рисунку 2 представлені результати фізичної працездатності футболістів у різних режимах енергозабезпечення під час серії календарних ігор.

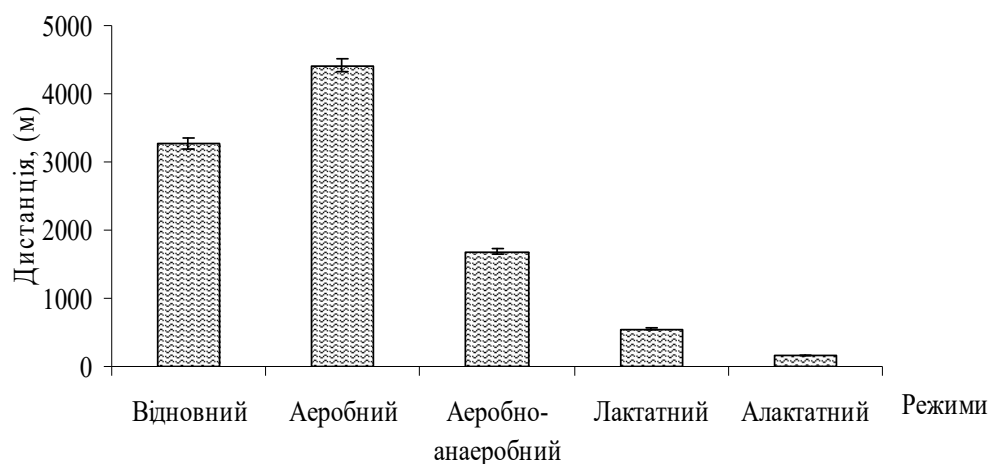


Рис. 2. Об'єм бігової роботи (м) під час гри у різних режимах енергозабезпечення футболістів.

Результати дослідження, з використанням телеметричної системи GPSports показали, що для команди в цілому фізична працездатність за показниками об'єму виконаної роботи та довжиною дистанції упродовж гри становила – 1007,1±121,4 м.

Найвища фізична працездатність у футболістів високої кваліфікації за показниками довжини дистанції, яку спортсмени долали за гру була встановлена у

аеробному режимі енергозабезпечення. У цьому режимі футболісти за 90 хв. гри пробігли в середньому – $4415,6 \pm 93,8$ м. У змішаному аеробно-анаеробному режимі енергозабезпечення фізична працездатність футболістів команди була дещо менша, ніж у аеробному режимі і дорівнювала – $1680,0 \pm 44,3$ м. Низька фізична працездатність футболістів виявилась для алактатного режиму енергозабезпечення і становила всього – $155,6 \pm 5,7$ м. за гру. Проміжне положення займали значення спеціальної працездатності футболістів у анаеробному лактацидному – $551,3 \pm 8,4$ м режимі енергозабезпечення.

Цікавими, як нам представляється, є результати структури фізичної працездатності під час ігрової діяльності футболістів високої кваліфікації за відносними показниками різних режимів енергозабезпечення.

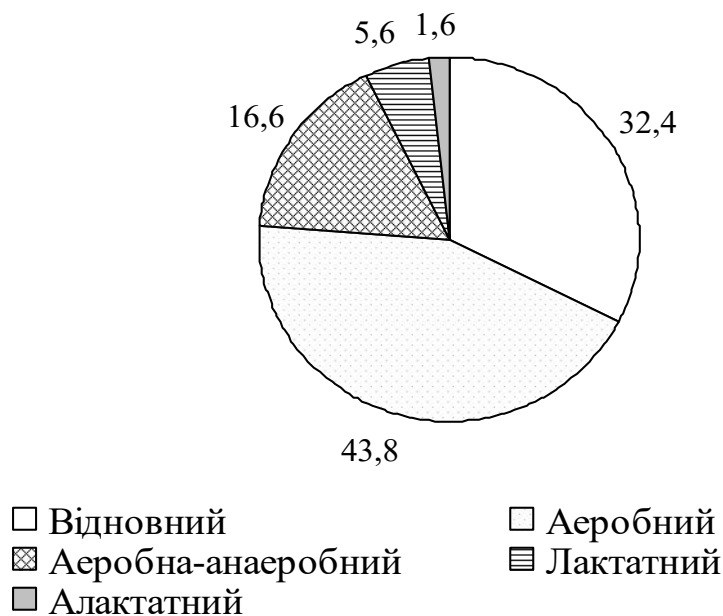


Рис. 3. Структура енергозабезпечення (%) фізичної працездатності футболістів у різних режимах енергозабезпечення.

Так, 43,8 % гри футболісти проводили у аеробному, а 32,4 % нижче аеробного порогу енергозабезпечення. В цих режимах енергозабезпечення футболісти пробігали більше ніж – 7500 м. У змішаному аеробно-анаеробному, режимі енергозабезпечення тривалість ігрової діяльності становила 17 %. У цьому режимі енергозабезпечення футболісти виконували об'єм роботи, який дорівнював – 1680 м. І, невелика частка ігрової діяльності – 1,6 % і 5,6 % відповідно, здійснювалась футболістами за рахунок алактатних і лактатних механізмів енергозабезпечення.

Таким чином, на основі результатів дослідження характеристик HR, VO_{2max} та W, а також контролю за стану фізичної працездатності під час гри з допомогою GPS-систем ми можемо оцінити участь різних біоенергетичних механізмів у забезпеченні фізичної працездатності футболістів. Вважаємо, що критеріями управління функціональною підготовленістю та фізичною працездатністю можуть виступати як показники фізичної, технічної, функціональної підготовленості футболістів, ігрове амплуа гравців, типи статури, біологічний вік, індивідуальні особливості так і, особливості анаеробного та аеробного механізмів біоенергетичного забезпечення [1, 7, 9, 11].

Тренерські колективи у здійсненні контролю за станом адаптаційних процесів футболістів команди повинні приділяти увагу характеристикам HR, VO_{2max} , W та

показникам фізичної працездатності у різних режимах енергозабезпечення, які отримані під час гри з допомогою GPS-систем і є інформативними критеріями щодо оцінки функціонального стану спортсмена, фізичної підготовленості та можуть використовуватись з метою управління тренувальним процесом та прогнозу успішності ігрової діяльності [6, 10, 11, 12].

Висновки

1. Дослідження особливостей біоенергетичного забезпечення фізичної працездатності футболістів встановили, що домінуючою енергетичною системою в умовах ігрової діяльності є аеробна система. Її внесок у загальну фізичну працездатність футболістів становить – 76 %, тоді як на аеробно-анаеробні механізми енергозабезпечення припадає – 17 %. Найменший внесок у фізичну працездатність футболістів під час гри здійснювали анаеробні лактатні та алактатні механізми енергозабезпечення, відповідно – 5,6 % і 1,6 %.

2. Встановили зв'язок фізичної працездатності та біоенергетичних характеристик анаеробного та аеробного забезпечення. Коефіцієнт кореляції між довжиною дистанції під час гри і показників, які отримані на рівні ПАНО під час велоергометрії, з характеристиками W становив $r = 0,43$ ($p < 0,032$), VO_{2max} , - $r = 0,41$ ($p < 0,027$), а з результатами HR - $r = 0,37$ ($p < 0,047$).

3. Отримані в ході лабораторних досліджень характеристики HR, VO_{2max} , W та показники фізичної працездатності у різних режимах енергозабезпечення під час гри є інформативними критеріями щодо оцінки функціонального стану спортсмена, фізичної та функціональної підготовленості і можуть бути використані з метою управління тренувальним процесом, а також прогнозу ігрової діяльності футболістів.

Список використаної літератури

1. Платонов В.М. Двигательные качества и физическая подготовка спортсменов. *Київ: Олімпійська література*. 2017. 656 с.
2. Шамардин В.Н. Виноградов В.Е., Дяченко А.Ю. Физическая подготовка футболистов высокой квалификации. *К.: ТОВ «НВФ»*. 2017. 170 с.
3. Лизогуб В.С., Шпанюк В.В. Інноваційний підхід визначення та оцінки спеціальної підготовленості футболістів високої кваліфікації. *Одеса: Наука і освіта*. 2017. №8. С. 15-22.
4. Николаенко В.В. Рациональная система многолетней подготовки футболистов к достижению высшего спортивного мастерства. *К.: Саммит-книга*. 2014. 336 с.
5. Орджоникидзе З.Г., Павлов Н.И., Волкова А.Е., Дружинина А.Е. Состояние функциональной подготовленности спортсменов из состава ведущих футбольных команд России. *Физиология человека*. 2007. Т.3. С. 114-118.
6. Шамардин В.М. Медико-биологические основы спортивной тренировки футболистов. *Днепропетровск: Знание*. 2014. 133 с.
7. Годик М.А. Физическая подготовка футболистов. *М.: Человек*. 2009. 272 с.
8. Волков Н.И., Нессен Э.Н., Осипенко А.А. Биохимия мышечной деятельности. *Київ: Олімпійська література*. 2000. 504 с.
9. Губа В. П. Резервные возможности спортсменов: монография. *М.: Физическая культура*. 2008. 146 с.
10. Орджоникидзе З.Г., Павлов В.И. Физиология футбола. *М.: Человек*. 2008. 238 с.
11. Мищенко В.С., Лисенко Е.Н, Виноградов В.Е. Реактивные свойства кардиореспираторной системы как отражение адаптации к напряженной физической тренировке в спорте. *К: Науковий світ*. 2007. 351 с.
12. Лизогуб В.С., Нечипоренко Л.А., Пустовалов В.О., Супрунович В.О. Спеціальна підготовка та стан біоенергетики футболістів із різними типологічними властивостями вищих відділів центральної нервової системи. *Одеса: Наука і освіта*. 2016. № 8. С. 107-111.
13. Селуянов В.М., Сарсания С.К., Загорова В.А. Футбол: проблемы физической и технической подготовки. *М.: „Интеллект”*. 2012. 157 с.
14. Уилмор Дж. Костилл Д. Физиология спорта и двигательной активности. Учебное пособие: пер. с англ. *К.: Олімпійська література*. 2001. 503 с.
15. Люкшинов Н.М. Искусство подготовки высококлассных футболистов. *М.: Советский спорт*. 2006. 432 с.

16. Stroyer I., Hansen, K Hansen H. Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc.* 2004. V. 36 (1): 168-174.
17. Hoff J., Wisloff V., Engen L.C. Soccer specific aerobic endurance training. *Sports Med.* 2002. V. 36 (3): 218-229.
18. Wisloff U., Helgerud J., Hoff J. Strength and endurance of elite soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 2008. V. 36 (3): 462-467.
19. Tovinkere V., Qian R.J. Detecting semantic events in soccer games: towards a complete solution. *Int. Conf. on. Mult. and Expo (ICME).* 2014. P. 864-875.
20. Wasserman K., Hansen E., Sue D.Y. Exercise testing and interpretation. *Lippicott Williams&Wilkins.* 2005. P. 228-237.
21. Солодков А.С., Сологуб Е.Б. Физиология человека. Общая. Спортивная. Возрастная. М.: Сов. спорт. 2012. 620 с.
22. Карпман В.Л., Белоцерковский З.Б., Гудков И.А. Тестирование в спортивной медицине. М.: ФУС. 2008. 208 с.
23. Шаленко В. В. Відбір й оцінка тестів для проведення контролю за підготовленістю футбольного резерву. *Педагогіка, психологія та медико-біологічні проблеми фізичного виховання і спорту. Харків.* 2004. № 1. С. 306-312.

References

1. Platonov, V.N. (2017). Motor qualities and physical training of athletes. *Kiev: Olympic literature*, 656. (in Rus).
2. Shamardin, V.N. (2017). Physical training of highly qualified football players. *Kiev*, 170. (in Rus).
3. Lyzohub, V.V., & Shpaniuk., V.O. (2017). An innovative approach to determining and assessing the special training of highly qualified players. *Odesa: Nauka i osvita [Science and Education]*, (8), 15-22. (in Ukr.)
4. Nikolaenko, V.V. (2014). A rational system of long-term training of football players to achieve the highest sportsmanship. *Kiev*, 336. (in Rus)
5. Ordzhonikidze, Z.G., Pavlov, N.I., Volkova, A.E., & Druzhinina, A.E. (2007). The state of functional readiness of athletes from the leading football teams of Russia. *Fiziologiya cheloveka [Human physiology]*, (3), 114-118. (in Rus)
6. Shamardin, V.M. (2014). Medical and biological foundations of sports training of football players. Dnepropetrovsk: Znaniye, 133. (in Rus)
7. Godik, M.A. (2009). Physical training of football players. Moscow: Chelovek, 272. (in Rus)
8. Volkov, N.I., Nessen, E.N., & Osipenko, A.A. (2000). Biochemistry of muscle activity. Kiev: Olympic literature, 504. (in Rus)
9. Guba, V.P. (2008). Reserve opportunities of athletes: monograph. Moscow: Fizicheskaya kultura, 146. (in Rus)
10. Ordzhonikidze, Z.G., & Pavlov, V.I. (2008). Physiology of football. Moscow: Chelovek, 238. (in Rus)
11. Mishchenko, V.S., Lisenko, E.N., & Vinogradov, V.E. (2007). Reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to intense physical training in sports. Kiev: Naukovy svit, 351. (in Rus)
12. Lyzohub, V.S., Nechiporenko, L.A., Pustovalov, V.O., & Suprunovich, V.O. (2016). Special training and state of bioenergy of football players with different typological properties of higher departments of the central nervous system. Odessa: Nauka i Osvita [Science and Education], (8), 107-111. (in Ukr)
13. Seluyanov, V.M., Sarsania, S.K., & Zavorova, V.A. (2012). Football: problems of physical and technical training. Moscow: Intellekt, 157. (in Rus)
14. Wilmore, J., & Costill, D. (2001). Physiology of sport and motor activity. Study guide: per. from english. Kiev: Olympic literature, 503. (in Rus)
15. Lyukshinov, N.M. (2006). The art of training high-profile footballers. Moscow: Soviet sport, 432. (in Rus)
16. Stroyer, I., Hansen, K., & Hansen, H. (2004). Physiological profile and activity pattern of young soccer players during match play. *Med Sci Sports Exerc.* 36 (1): 168-174.
17. Hoff, J., Wisloff, V., & Engen, L.C. (2002). Soccer specific aerobic endurance training. *Sports Med.* 36 (3): 218-229.
18. Wisloff, U., Helgerud, J., & Hoff, J. (2008). Strength and endurance of elite soccer players. *Med. Sci. Sports Exerc.* 36 (3): 462-467.
19. Tovinkere, V., & Qian, R.J. (2014). Detecting semantic events in soccer games: towards a complete solution. *Int. Conf. on. Mult. and Expo (ICME)*, 864-875.
20. Wasserman, K., Hansen, E., & Sue, D.Y. (2005). Exercise testing and interpretation. *Lippicott Williams&Wilkins*, 228-237.
21. Solodkov, A.S., & Sologub, E.B. (2012). Human physiology. General. Sports. Age. Moscow: Soviet sport, 620. (in Rus)

22. Karpman, V.L., Belotserkovsky, Z.B., & Gudkov, I.A. (2008). Testing in sports medicine. Moscow, 208. (in Rus)
23. Shalenko, V.V. (2004). Selection and evaluation of tests for control over the readiness of the football reserve. Kharkiv: Pedagogika, psikhologiya ta mediko-biologichni problemi fizichnogo vikhovannya i sport [Pedagogy, psychology and medical and biological problems of physical education and sports], (1), 306-312. (in Ukr)

Summary. Lyzohub V.S., Shpaniuk V.V., Pustovalov V.O., Kozhemiako T.V. Relationship between physical performance and bioenergetic mechanisms of ensuring the game activity of football players

Introduction. All the parameters of physical performance are important for achieving high results in football. A very small number of works are devoted to the study of bioenergy support of the game activity of different roles football players. High sports results can be achieved by athletes in football who have a high level of physical performance.

Purpose. The purpose of our research was to find out the peculiarities of bioenergy provision of physical performance under the condition of football players' game activity.

Methods. The experiment involved 29 highly qualified professional footballers. The results of the physical performance were received by the device GPS-sport system "Catapult", pulsometer "Polar", bicycle ergometer "Monarkh" and using an Meta Max 3B gas analyzer "Cortex" recorded oxygen consumption.

Results. The connection between physical performance and bioenergetic characteristics of anaerobic and aerobic support has been established for skilled footballers. The correlation between the length of the distance during the game and the indicators W of the ergometric test at the level of PANO was $r = 0.43$ ($p < 0.032$), and for VO_{2max} , $r = 0.41$ ($p < 0.027$) and with HR - $r = 0.37$ ($p < 0.047$). The results of this research demonstrated that the aerobic mechanism is the dominant energy system (76%) in providing special physical performance under the condition of football players' game activity. The smallest contribution to the physical performance of football players during the game was made by anaerobic lactate and lactate energy supply mechanisms, respectively - 5.6% and 1.6%.

Conclusion. The characteristics of HR, VO_{2max} , W and indicators of physical performance in different modes of energy supply during the game are informative criteria for assessing the functional state of the athlete, fitness, physical and functional fitness of players and can be used to control the training process and forecast game activity of football players.

Keywords: telemetry systems; bioenergy regimes; physical capacity; football players.

Одержано редакцією 12.05.20
Прийнято до публікації 05.10.20