

УДК 612.017.2+612.273+612.766.1:796

Лисенко О.М.

ФІЗИЧНА ПРАЦЕЗДАТНІСТЬ ТА ОСОБЛИВОСТІ РЕАКЦІЇ КАРДІОРЕСПІРАТОРНОЇ СИСТЕМИ ПРИ АЕРОБНИХ ФІЗИЧНИХ НАВАНТАЖЕННЯХ У СПОРТСМЕНІВ ВИСОКОГО КЛАСУ

Стаття присвячена дослідженню особливостей реакції кардіореспіраторної системи в умовах навантаження середньої аеробної потужності і їх взаємозв'язку з проявами фізичної працездатності та мобілізацією аеробних і анаеробних можливостей організму спортсменів в умовах фізичних навантажень різного характеру енергозабезпечення.

Ключові слова: фізична працездатність, кардіореспіраторна система, кваліфіковані спортсмени, аеробні і анаеробні механізми енергозабезпечення.

Постановка проблеми. У реальних умовах життєдіяльності людини і, зокрема, при такій своєрідній моделі максимальної реалізації функціональних можливостей систем організму, якою є сучасний спорт вищих досягнень, сутність спеціальної витривалості спортсменів високого класу, її фізіологічна основа полягає у визначенні рівня розвитку фізіологічних властивостей та визначається комплексом факторів функціональних реакцій аеробного та анаеробного енергозабезпечення [1, 3, 4, 6, 9, 10]. Є підстави вважати, що зміни фізіологічних реакцій в умовах стандартних навантажень можуть відображати потенціал та індивідуальний характер реалізації енергетичних можливостей організму і тісно пов'язані з впливом спортивного тренування.

Пряма або побічна залежність спортивного результату від аеробного та анаеробного метаболізму і максимальних енергетичних можливостей характерна для більшості видів спорту. Тому, тестування максимальної анаеробної та аеробної потужності при оцінці рівня функціональних можливостей організму і спеціальної тренуваності спортсмена є основним [3, 4, 6]. Визначення величини максимального споживання O_2 ($\dot{V}O_{2max}$), як основного загальноприйнятого критерію оцінки продуктивності кардіореспіраторної системи, аеробної потужності організму, широко застосовується для оцінки рівня фізичних можливостей спортсменів [4, 8]. Загальним елементом тестів, спрямованих на визначення максимальних можливостей, є необхідність досягнення максимальних рівнів функціонування функціональних систем та рівня фізичної працездатності в умовах фізичних навантажень максимальної потужності, що викликає певні труднощі застосування цих тестів для прогнозування рівня спеціальної тренуваності спортсменів та рівня їх функціональних можливостей на етапі підготовки до спортивних змагань.

Мета досліджень. Вивчити взаємозв'язок рівня фізичної працездатності з характером реакції кардіореспіраторної системи при виконанні фізичних навантажень аеробного характеру.

Методи і організація досліджень. Дослідження проводилися в лабораторних умовах у змагальному періоді підготовки за участю 54 спортсменів високого класу (КМС – МС), членів збірної команди України з легкої атлетики (легкоатлетичний біг на дистанції 100 м, 800 м, 5000 м).

Досліджувалися показники газообміну, зовнішнього дихання, центральної гемодинаміки, ацидемичних зрушень крові і фізичної працездатності спортсменів в умовах велоергометричних тестових навантажень різної тривалості та інтенсивності, що дозволяли оцінити можливості різних сторін енергозабезпечення роботи [2, 3, 4, 8, 10]. Використовували 15-секундне навантаження максимальної інтенсивності, що відображає анаеробну креатинфосфатну потужність (\dot{W}_{max15c}); 60-секундне навантаження максимальної інтенсивності – анаеробну гліколітичну потужність (\dot{W}_{max60c}). Потужність аеробних механізмів енергозабезпечення фізичної роботи характеризувалася потужністю "критичного" навантаження ($\dot{W}_{кр}$) при виконанні тестового навантаження з потужністю, що ступенево підвищується "до відмови", а також потужністю навантаження на рівні анаеробного порогу ($\dot{W}_{АП}$). У якості показників досягнутого ефекту адаптації використані ергометричні параметри тестових навантажень – потужність, граничний час або загальна кількість виконаної роботи [2, 6, 7].

В якості тестів фізичних навантажень переважно аеробного характеру енергозабезпечення низької потужності з рівнем споживання O_2 17.36-25.97% від максимального рівня споживання O_2 ($\dot{V}O_{2max}$) і середньої потужності з рівнем $\dot{V}O_2$ 51.86-55.39% від $\dot{V}O_{2max}$ використовувалися фізичні навантаження з постійної потужністю при швидкості руху 5 км/год та 10 км/год (відповідно).

Для оцінки впливу вищевказаних режимів тестових навантажень на організм спортсменів у стані спокою, у процесі виконання тестів і у відновлювальному періоді за допомогою швидкодіючого

автоматизованого газоаналітичного комплексу "Oxcon Alpha" ("Jaeger", Німеччина) реєстрували у реальному масштабі часу показники реакції кардіореспіраторної системи і газообміну: легеневу вентиляцію (\dot{V}_E , мл·хв⁻¹), частоту дихання (f_T , хв⁻¹), дихальний об'єм (V_T , мл), концентрацію O₂ і CO₂ у видихуваному ($F_{E}O_2$, $F_{E}CO_2$, %) і в альвеолярному повітрі ($F_{A}O_2$, $F_{A}CO_2$, %), споживання O₂ ($\dot{V}O_2$, мл·хв⁻¹), виділення CO₂ ($\dot{V}CO_2$, мл·хв⁻¹), газообмінне відношення ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$), вентиляційні еквіваленти для O₂ (EQO₂) і для CO₂ (EQCO₂), кисневий пульс ("O₂-пульс", мл·уд⁻¹). Вимір частоти серцевих скорочень (ЧСС, уд·хв⁻¹) проводили за допомогою "Sport Tester Polar" (Фінляндія).

Проведено аналіз рівня фізичної працездатності по величині максимально досягнутої потужності в тестових навантаженнях (W) різного характеру енергозабезпечення з рівнем і динамічними характеристиками реакції кардіореспіраторної системи (КРС) при виконанні фізичних навантажень аеробного характеру.

Статистичне опрацювання експериментального матеріалу здійснювалося методом варіаційної статистики з використанням t-критерію Ст'юдента ($p < 0.05$) та з розрахунком коефіцієнтів кореляції за допомогою пакета стандартних комп'ютерних програм математичної статистики "Microsoft Excel".

Результати досліджень та їх обговорення. Отримані результати показали, що характеристики фізичної працездатності за величиною потужності навантаження при різних режимах її виконання кваліфікованими спортсменами-легкоатлетами має істотні відмінності, які пов'язані з особливостями тривалої адаптації до тренувальних навантажень в бігу на дистанції різної тривалості (100, 800, 5000 м). Так, вірогідно більший рівень аеробних можливостей організму за показниками потужності на рівні "критичного" навантаження ($\dot{W}_{кр.}$) відзначається в групі бігунів на довгі дистанції (5000 м) – 4.82 ± 0.22 Вт·кг⁻¹ (табл.1). По групі бігунів на короткі дистанції (100 м) найбільш високі показники анаеробної алактатної потужності (\dot{W}_{max15c}) – 10.48 ± 0.19 Вт·кг⁻¹, а в групі бігунів на середні дистанції (800 м) – показники анаеробної гліколітичної потужності (\dot{W}_{max60c}) – 6.82 ± 0.07 Вт·кг⁻¹ (табл.1).

Таблиця 1

Рівень фізичної працездатності за показниками максимальної потужності тестових навантажень (W) різної тривалості у спортсменів високого класу, які спеціалізуються в легкоатлетичному бігу на різні змагальні дистанції, M ± m

Показники	Спортивна спеціалізація, легкоатлетичний біг на дистанції:			P(t-тест) <0.05
	100 м	800 м	5000 м	
	1	2	3	
Потужність анаеробного креатинфосфатного навантаження (\dot{W}_{max15c}) на кг ваги, Вт·кг ⁻¹	10.48 ± 0.19	9.49 ± 0.09	9.08 ± 0.20	1-2,3;2-3
Потужність анаеробного гліколітичного навантаження (\dot{W}_{max60c}) на кг ваги, Вт·кг ⁻¹	6.48 ± 0.09	6.82 ± 0.07	6.71 ± 0.19	2-1
Потужність "критичного" навантаження ($\dot{W}_{кр.}$) на кг ваги, Вт·кг ⁻¹	3.18 ± 0.17	3.57 ± 0.15	4.82 ± 0.22	1-2,3;2-3
Потужність навантаження на рівні анаеробного порога ($\dot{W}_{АП}$) на кг ваги, Вт·кг ⁻¹	2.49 ± 0.11	2.94 ± 0.21	3.73 ± 0.23	1-2,3;2-3

Дослідження виявили наявність виразних відмінностей і по реакції кардіореспіраторної системи в умовах аеробних навантажень низької і середньої потужності у спортсменів-легкоатлетів, різної спеціалізації. При цьому, із збільшенням інтенсивності тестового навантаження (аеробне навантаження середньої потужності з $\dot{V}O_2$ 51.86-55.39% від індивідуального $\dot{V}O_{2max}$) збільшувалася вираженість відмінностей між групами спортсменів за рівнем реакції КРС за умов даного тесту, але зберігалася закономірність відмінностей у бігунів на дистанції різної тривалості.

Так, як видно з даних представлених в таблиці 2, при виконанні аеробного навантаження середньої потужності у спортсменів-бігунів на 5000 м відзначався вірогідно знижений рівень легеневої вентиляції, споживання O₂, виділення CO₂, частоти серцевих скорочень, а також більша ефективність легеневої вентиляції за показником вентиляційного еквіваленту за O₂, у порівнянні із з легкоатлетами-бігунами на дистанції 100 м та 800 м. Ці дані свідчать про більш високий рівень економічності функціонування КРС за даних умов тесту у спортсменів-стайерів.

Спортсменів-спринтерів (біг на 100 м) за даних умов навантаження відрізняв більш високий рівень реакції КРС. Це виражалось у більшому рівні легеневої вентиляції, споживання O₂, виділення CO₂, частоти серцевих скорочень (див.табл.2). У той же час така реакція кардіореспіраторної системи спортсменів-спринтерів була менш ефективною по рівню економічності легеневої вентиляції і

центральної циркуляції крові. Середній рівень фізіологічної реакції КРС при виконанні даного тестового навантаження відзначався у спортсменів-бігунів на дистанції 800 м.

Величина газообмінного відношення, що характеризує відношення кількості виділеного CO_2 до кількості спожитого O_2 за одиницю часу ($\dot{V}\text{CO}_2/\dot{V}\text{O}_2$), при виконанні аеробного навантаження низької і середньої потужності змінювалася в межах від 0.61 до 0.89 і свідчила про те, що тестові навантаження виконувалися переважно за рахунок аеробних механізмів енергозабезпечення. Водночас, в умовах тестів виявлені відмінності між спортсменами різної спеціалізації за рівнем активності анаеробних процесів у енергозабезпеченні. Так, при виконанні навантаження середньої аеробної потужності у спортсменів-стайерів відзначався відносно інших спеціалізацій, високий вентиляційний еквівалент за CO_2 , знижений рівень виділення CO_2 і $\dot{V}\text{CO}_2/\dot{V}\text{O}_2$, що свідчило про знижений рівень активності анаеробних процесів у енергозабезпеченні навантаження ($p < 0.05$). Найбільший рівень активності анаеробних процесів відзначався у спортсменів-спринтерів.

При виконанні навантаження постійної потужності відзначалося безупинне наростання частоти серцевих скорочень позначене як "дрейф" частоти серцевих скорочень (ЧСС) або коефіцієнт функціональної стійкості для ЧСС (КФС ЧССст). За цих умов навантаження КФС ЧССст відображає компенсаторне збільшення частоти серцевих скорочень у зв'язку зі зниженням систолічного об'єму під впливом стомлення [1, 5, 6, 7]. Зниження коефіцієнту функціональної стійкості ЧСС вказує на підвищення стійкості систолічного об'єму в умовах тривалого навантаження [1, 6, 7]. У спортсменів-стайерів відмічався найменший ступінь змін частоти серцевих скорочень і вентиляційного еквіваленту за O_2 (КФУ $\text{EQO}_2\text{ст}$) при навантаженні, що свідчило про високий рівень стійкості функціональних реакцій в умовах аеробного навантаження середньої потужності. У той же час у спортсменів-спринтерів – найбільша ступінь змін аналізованих показників, що свідчить про знижену стійкість функціональних реакцій.

Крім того, у табл.2 також наведені виявлені відмінності між спортсменами різної спеціалізації по швидкості розгортання функціональних реакцій, кількісно вираженої як напівперіод реакції (T_{50} , с) для споживання O_2 ($T_{50}\dot{V}\text{O}_{2\text{ст}}$, с) і частоти серцевих скорочень ($T_{50}\text{ЧССст}$, с) [6, 7]. У спортсменів-стайерів (біг на 5000 м) вірогідно більші значення напівперіоду реакції для $\dot{V}\text{O}_2$ і ЧСС, що свідчить про знижену швидкість розгортання функціональних реакцій в умовах аеробного навантаження середньої потужності у порівнянні зі спринтерами та бігунами на дистанцію 800 м ($p < 0.05$). Найбільш висока швидкість розгортання реакцій кардіореспіраторної системи при виконанні даного тесту відзначалася у групі спортсменів-спринтерів).

Таким чином, у спортсменів високого класу, які спеціалізуються на коротких змагальних дистанціях, що вимагають максимальної реалізації анаеробних можливостей організму, як правило, відмічається високий рівень реакції КРС на аеробні фізичні навантаження низької ($\dot{V}\text{O}_2$ 17.36-25.97% від $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$) і середньої ($\dot{V}\text{O}_2$ 51.86-55.39% від $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$) потужності. В міру зниження рівня чутливості кардіореспіраторних реакцій підвищувався рівень їх стійкості. Це супроводжувалося зниженням рівня реакції кардіореспіраторної системи відносно потужності навантаження і споживання кисню, що приводило до підвищення економічності функціонування КРС в умовах аеробних тестових навантажень низької і середньої потужності, що характерно для спортсменів, змагальна дистанція яких вимагає прояву витривалості та максимальної реалізації аеробних можливостей організму.

Аналіз взаємозв'язку рівня реакції кардіореспіраторної системи при виконанні аеробних навантажень низької і середньої потужності з досягнутим рівнем фізичної працездатності (W) у тестах різного характеру енергозабезпечення (табл. 3) виявив пряму взаємозумовленість рівня реакції КРС (\dot{V}_E , $\dot{V}\text{O}_2$, $\dot{V}\text{CO}_2$, ЧСС) з максимальним рівнем потужності навантаження анаеробного характеру ($\dot{W}_{\text{max}15\text{с}}$, $\dot{W}_{\text{max}60\text{с}}$) і негативний взаємозв'язок з потужністю тестових навантажень, що вимагають максимальної мобілізації аеробних процесів у енергозабезпеченні ($\dot{W}_{\text{кр}}$, $\dot{W}_{\text{АП}}$).

Найбільша кількість вірогідних кореляційних взаємозв'язків виявлено для максимальної потужності навантаження анаеробного креатинфосфатного характеру енергозабезпечення ($\dot{W}_{\text{max}15\text{с}}$) з показниками реакції КРС на аеробні навантаження низької потужності з рівнем $\dot{V}\text{O}_2$ 17.36-25.97% от $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$. Показники реакції КРС на навантаження аеробного характеру середньої потужності ($\dot{V}\text{O}_2$ 51.86-55.39% от $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$) більш тісно взаємопов'язані з потужністю навантажень анаеробного гліколітичного характеру енергозабезпечення – $\dot{W}_{\text{max}60\text{с}}$ (табл.3). При цьому, найбільш тісний взаємозв'язок потужності тестових навантажень різного характеру енергозабезпечення відмічається для виділення вуглекислого газу ($\dot{V}\text{CO}_2$) і частоти серцевих скорочень (ЧСС). З підвищенням потужності навантаження ($\dot{V}\text{O}_2$ 51.86-55.39% от $\dot{V}\text{O}_{2\text{max}}$) збільшується взаємозв'язок EQO_2 та EQCO_2 з рівнем фізичної працездатності в тестових навантаженнях, що потребують максимального прояву аеробних та анаеробних можливостей організму спортсменів.

Таблиця 2

Характеристика рівня газообміну і реакції кардіореспіраторної системи при фізичному навантаженні аеробного характеру середньої потужності ($\dot{V}O_2$ 51.86-55.39% від $\dot{V}O_{2max}$) у спортсменів високого класу, які спеціалізуються в легкоатлетичному бігу на змагальні дистанції різної тривалості, $M \pm m$

Показники	Спортивна спеціалізація, легкоатлетичний біг на дистанції:			P(t-тест) <0.05
	100 м	800 м	5000 м	
	1	2	3	
Рівень легеневої вентиляції (V_E) на кг ваги, $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	829.10 ± 124.98	824.62 ± 58.74	747.16 ± 145.51	3-1,2
Рівень споживання O_2 ($\dot{V}O_2$) на кг ваги, $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	27.76 ± 2.86	27.75 ± 1.79	21.20 ± 2.59	3-1,2
Рівень виділення CO_2 ($\dot{V}CO_2$) на кг ваги, $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	32.26 ± 7.09	22.38 ± 2.55	21.88 ± 2.18	1-2,3
Частота серцевих скорочень (ЧСС), $уд \cdot хв^{-1}$	154.47 ± 7.26	141.26 ± 4.72	128.64 ± 6.92	1-2,3;2-3
Вентиляційний еквівалент за O_2 (E_{QO_2})	24.31 ± 1.77	21.36 ± 0.51	20.81 ± 0.89	1-2,3
Вентиляційний еквівалент за CO_2 (E_{QCO_2})	23.00 ± 2.14	27.42 ± 1.92	30.05 ± 2.67	1-2,3
Кисневий ефект серцевого скорочення ("O ₂ -пульс"), $мл \cdot уд^{-1}$	13.01 ± 0.38	13.15 ± 1.41	15.74 ± 1.02	3-1,2
Газообмінне відношення ($\dot{V}CO_2/\dot{V}O_2$)	1.09 ± 0.08	0.81 ± 0.06	0.74 ± 0.09	1-2,3
Коефіцієнт функціональної стійкості по ЧСС (КФС ЧССст), %	9.76 ± 2.01	7.11 ± 1.16	2.61 ± 0.76	3-1,2
Коефіцієнт функціональної стійкості для вентиляційного еквіваленту по O_2 (КФС $E_{QO_2ст}$), %	8.62 ± 3.71	4.39 ± 1.86	2.78 ± 1.97	1-3
Напівперіод реакції для збільшення ЧСС ($T_{50 ЧССст}$), с	20.73 ± 4.21	21.96 ± 4.34	35.56 ± 5.17	3-1,2
Напівперіод реакції для збільшення рівня споживання O_2 ($T_{50 \dot{V}O_2ст}$), с	23.52 ± 3.04	35.84 ± 3.08	49.17 ± 8.14	1-2,3;2-3

Таблиця 3

Взаємозв'язок (r) показників потужності (W) навантаження різного характеру енергозабезпечення з характеристиками реакції кардіореспіраторної системи при виконанні фізичних навантажень аеробного характеру енергозабезпечення низької ($\dot{V}O_2$ 17.36-25.97% від $\dot{V}O_{2max}$) і середньої ($\dot{V}O_2$ 51.86-55.39% від $\dot{V}O_{2max}$) потужності (n=54, $r_{0.05} > 0.273$)

Показники	Потужність максимальних тестових навантажень							
	W_{max15c}		$W_{кр}$		$W_{АП}$		W_{max60c}	
	умови стандартних аеробних навантажень різної потужності							
	низька	середня	низька	середня	низька	середня	низька	середня
V_E , $л \cdot хв^{-1}$	0.70	0.42	-0.44	-0.34	-0.45	-0.32	0.37	0.39
V_E , $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	0.61	0.49	-	-0.33	-	-	+	0.49
$\dot{V}O_2$, $мл \cdot хв^{-1}$	0.62	0.45	-0.37	-	-0.42	-	0.39	0.59
$\dot{V}O_2$, $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	0.57	0.51	-	+	-0.33	+	0.33	0.68
$\dot{V}CO_2$, $мл \cdot хв^{-1}$	0.48	+	-0.50	-0.60	-0.52	-0.53	+	+
$\dot{V}CO_2$, $мл \cdot хв^{-1} \cdot кг^{-1}$	0.44	0.36	-0.46	-0.56	-0.49	-0.51	+	+
ЧСС, $уд \cdot хв^{-1}$	0.65	0.52	-0.37	-0.66	-0.53	-0.72	0.42	0.56
E_{QO_2}	+	+	-	-0.52	+	-0.42	+	-
E_{QCO_2}	+	-	+	0.34	0.35	0.32	+	+
"O ₂ -пульс", $мл \cdot уд^{-1}$	-	0.32	+	0.34	0.40	+	-	+

Наведені дані свідчать про те, що більш виражена реакція кардіореспіраторної системи на аеробні навантаження низької і середньої потужності поєднувалася з більш високим рівнем анаеробних можливостей організму кваліфікованих спортсменів, а знижений рівень фізіологічної реакції – з високим рівнем аеробних можливостей організму, проявом витривалості. Виявлена висока взаємозумовленість

характеристик реакції кардіореспіраторної системи з максимальним рівнем потужності навантажень різного характеру енергозабезпечення дозволяє рекомендувати використовувати аналіз реакції кардіореспіраторної системи на тестові аеробні навантаження низької ($\dot{V}O_2$ 17.36-25.97% від $\dot{V}O_{2max}$) і середньої ($\dot{V}O_2$ 51.86-55.39% від $\dot{V}O_{2max}$) потужності для прогнозування аеробних і анаеробних можливостей організму спортсменів високого класу. Це особливо актуально у змагальному і на початку підготовчого періодів спортивного тренування, коли додаткова напружена м'язова діяльність для спортсменів високого класу не бажана.

Висновки. 1. Для спортсменів, які спеціалізуються на стайерських змагальних дистанціях, поряд зі знизеним рівнем реакції кардіореспіраторної на навантаження аеробного характеру відмічається вищий рівень аеробних можливостей та загальної фізичної працездатності, а також знизений рівень анаеробних креатинфосфатних можливостей енергозабезпечення.

2. У спортсменів, які спеціалізуються на спринтерських змагальних дистанціях, має місце високий рівень чутливості КРС на зрушення дихального гомеостазису поряд зі знизеною максимальною потужністю аеробних процесів та вищою працездатністю у короткочасних тестах максимальної інтенсивності з анаеробним креатинфосфатним механізмом енергозабезпечення.

3. У спортсменів-бігунів на середні змагальні дистанції, що вимагають максимальної мобілізації анаеробних гліколітичних механізмів енергозабезпечення, відмічається середній рівень фізіологічної реактивності при виконанні стандартних тестових навантажень аеробного характеру.

4. Виявлена залежність максимальної потужності фізичних навантажень різного характеру енергозабезпечення з рівнем реакції кардіореспіраторної системи в умовах стандартних тестових навантажень аеробного характеру енергозабезпечення низької ($\dot{V}O_2$ 17.36-25.97% від $\dot{V}O_{2max}$) і середньої ($\dot{V}O_2$ 51.86-55.39% від $\dot{V}O_{2max}$) дозволяє рекомендувати зазначані навантаження для прогнозування рівня аеробних і анаеробних можливостей організму.

Використані джерела

1. Алексеев В.М., Коц Я.М. Изменение в частоте сердечных сокращений (пульсовой "дрейф") на протяжении работы постоянной аэробной мощности у спортсменов и не спортсменов // Физиология человека. – 1983. – Т.9, № 2. – С.316-322.
2. Волков Н.И., Дардури У., Сметанин В.Я. Градации гипоксических состояний у человека при напряженной мышечной деятельности // Физиология человека. – 1998. – Т. 24, №3. – С. 51-63.
3. Лисенко О. Особливості мобілізації енергетичних механізмів при виконанні фізичних навантажень різного характеру у легкоатлетів, які спеціалізуються у бігу на різні дистанції // Теорія і методика фізичного виховання і спорту. – 2000. – №1. – С.47-50.
4. Лысенко Е. Особенности реализации максимальных аэробных возможностей квалифицированных спортсменов, специализирующих в беге на различные дистанции // Наука в олимпийском спорте. – 2000. – №2. – С.89-94.
5. Матсин Т.А., Виру А.А. Функциональная устойчивость тренированного организма при выполнении длительных равномерных нагрузок в стандартных условиях // Физиология человека – 1980. – Т.6, №1. – С.85-89.
6. Мищенко В.С. Функциональные возможности спортсменов. – Киев: Здоровья, 1990. – 200 с.
7. Мищенко В.С., Павлик А.И., Дяченко В.Ф. Функциональная подготовленность, как интегральная характеристика предпосылок высокой работоспособности спортсменов: Методическое пособие – Киев: ГНИИФКиС, 1999. – 129 с.
8. Физиологическое тестирование спортсмена высокой квалификации: Пер с англ / Бекус Р.Д.Х., Банистер Е.У., Бушар К., Дюлак С., Грин Г. Дж., Хабли-Коуди Ч.Л., Мак-Дугалл Д.Д. – Киев: Олимпийская литература, 1998. – 431 с.
9. Wasserman K., Hansen J., Sue D. Principles of Exercise testing and interpretation. – Lea and Feliger, Philadelphia, 1987. – 274 p.
10. Wilmore J.H., Costill D.L. Physiology of Sport and Exercise. – Champaign: Human Kinetics, 1994. – 549 p.

Lysenko O.M.

PHYSICAL PERFORMANCE AND FEATURES OF REACTION CARDIORESPIRATORY SYSTEM DURING AEROBIC EXERCISE IN ATHLETES

The present article deals with research of the features of cardiorespiratory system responses under conditions of average-power aerobic loading and its mutual conditionality with manifestations of physical work capacity and mobilization features in aerobic and anaerobic mechanisms of energy-supply under conditions of physical loads having different energy-supply character.

Key words: *physical work capacity, cardiorespiratory system, skilled athletes, aerobic and anaerobic mechanisms of energy-supply.*

Стаття надійшла до редакції 14.09.2013 р.