

Характеристики функціональних станів регуляторних систем організму у бігунів на середні дистанції при довгостроковій адаптації до умов середньогір'я

В.В. Сосновський¹, В.А. Пастухова¹, В.М. Ільїн²

¹Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ;

²Міжнародний центр астрономічних і медико-екологічних досліджень НАН України²;
e-mail: ilyin_pufvsu@ukr.net

Досліджували особливості змін функціонального стану регуляторних систем організму у 12 спортсменів - легкоатлетів, що спеціалізуються в бігу на середні дистанції (кваліфікація МС і МСМК, віком $24,5 \pm 3,06$ років), під час навчально-тренувального збору в умовах середньогір'я на висоті 2100 м. Всі спортсмени брали участь у ритмокардіографічному обстеженні. Розраховували статистичні, варіаційні та спектральні характеристики варіабельності серцевого ритму на 2-3-тю і на 11-12-ту добу перебування в горах. На основі аналізу її особливостей всі обстежені спортсмени в початковий період адаптації до умов середньогір'я розділені на дві групи. У спортсменів першої (41,7%) відзначалися підвищена напруженість регуляторних процесів в організмі і переважання симпатичних впливів. У спортсменів другої групи (58,3%) спостерігалася збалансованість симпатичних і парасимпатичних впливів і помірне напруження регуляторних систем організму. Виявлена залежність між індивідуальними особливостями варіабельності серцевого ритму і характером адаптації до умов середньогір'я, а також виділені фактори, що визначають функціональний стан регуляторних систем організму. Показано, що ефективність гірської підготовки була вище у спортсменів другої групи. Водночас 12-добовий термін перебування в умовах середньогір'я був недостатнім для повної адаптації до хронічної гіпоксії.

Ключові слова: гіпоксія; середньогір'я; адаптація; ритмокардіографія; бігуни на середні дистанції.

ВСТУП

Одним з основних результатів спортивної підготовки є підвищення загальної фізичної та спеціальної працездатності спортсмена як основної умови досягнення вищих спортивних результатів. При цьому окремі якості та можливості, насамперед фізичні, можуть ефективніше розвиватися при використанні неспецифічних засобів і методів, що належать до загальної й допоміжної підготовки [1, 2].

Одним з таких неспецифічних засобів є гірська підготовка, висока ефективність якої доведена багатьма дослідниками, які працюють у галузі спортивної фізіології, особливо для видів спорту, які пов'язані із проявом витривалості [3-9]. Значно менше праць присвячено підготовці спортсменів у гірських умовах, у спор-

© В.В. Сосновський, В.А. Пастухова, В.М. Ільїн

тивній діяльності яких витривалість не є визначальним чинником (силові, швидкісно-силові, складнокоординаційні види спорту, єдиноборства) [10-12]. Крім того, недостатньо уваги приділяється дослідженням індивідуальних особливостей адаптації організму спортсменів до гіпоксичних умов, пов'язаних, зокрема, з вихідним типом вегетативного гомеостазу.

Метою нашої роботи було визначення особливостей змін функціонального стану регуляторних систем організму у бігунів на середні дистанції при довготривалій адаптації до умов середньогір'я.

МЕТОДИКА

Під час навчально-тренувального збору в умовах середньогір'я на висоті 2100 м на

базі Ельбруської медико-біологічної станції Міжнародного центру астрономічних і медико-екологічних досліджень НАН України обстежено 12 спортсменів легкоатлетів, які спеціалізуються в бігу на середні дистанції (кваліфікація МС і МСМК, віком $24,5 \pm 3,06$ років). Тестування проводили на початку і в кінці перебування в горах (на 2-гу й 3-тю й на 11-ту й 12-ту добу).

Усі спортсмени брали участь у кардіоритмографічному обстеженні у стані спокою лежачи й при проведенні активної ортостатичної проби. Тривалість запису кардіоритмограм становила 5 хв відповідно до «Міжнародного стандарту» [13]. Розраховували статистичні характеристики динамічного ряду кардіоінтервалів: кількість кардіоінтервалів (N); математичне очікування динамічного ряду (RRNN); стандартне відхилення нормальних величин R-R інтервалів (SDNN); коефіцієнт варіації ($CV=100(SDNN/RRNN)$); частка послідовних R-R інтервалів, відмінність між якими перевищує 50 мс (P_{nn50} , %). Числовими характеристиками варіаційної пульсограми є: мода (M_0); амплітуда моди (A_{M_0}); індекс напруженості (ІН); індекс вегетативної регуляції (ІВР); вегетативний показник ритму (ВІР); показники адекватності процесів регуляції (ПАІР) і активності регуляторних систем (ПАРС).

Спектральний аналіз проводили за методом швидкого перетворення Фур'є. Визначали всі спектральні максимуми й потужності спектра у наступних діапазонах: надповільний діапазон (VLF) – від 0,003 до 0,04 Гц; діапазон повільних хвиль (LF) – від 0,04 до 15 Гц; діапазон височастотних (дихальних) хвиль (HF) – від 0,15 до 0,40 Гц; діапазон надвисочастотних хвиль (VHF) – від 0,40 до 1,00 Гц, загальна потужність спектра ($TP_{0-0,40}$) у діапазоні від 0,003 до 0,40 Гц.

Для аналізу й оцінки отриманих результатів застосовували методи параметричної й непараметричної статистики і факторного аналізу [14].

РЕЗУЛЬТАТИ ТА ЇХ ОБГОВОРЕННЯ

На підставі аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму (ВСР) усі обстежені спортсмени в початковий період адаптації до умов середньогір'я (2-3-тя доба перебування в горах) були розділені на дві групи (табл. 1). До першої групи (41,7 %) увійшли спортсмени, у яких межі показників ВСР зміщені в ділянку неадекватних реакцій на функціональні навантаження і високого напруження регуляторних систем організму, у другу (58,3 %) – у яких границі показників ВСР лежать у діапазоні, характерному для помірного напруження регуляторних систем і адекватних реакцій на функціональні навантаження [15].

У табл. 2 наведено результати математичного аналізу ВСР у спортсменів на 10-12-ту добу перебування в умовах середньогір'я. Порівняно з початковою фазою адаптації (див. табл. 1) у спортсменів на 12-ту добу перебування в умовах середньогір'я в цілому по групі потужності всіх періодичних компонентів ВСР практично не змінилися, за винятком вірогідного збільшення потужності спектра у діапазоні HF, що призвело до зсуву вегетативного балансу в ділянку переваги парасимпатичних впливів у спортсменів 2-ї групи й тенденції до нормалізації вегетативного балансу у спортсменів 1-ї. Про це свідчать показники (LF/HF), які у спортсменів 2-ї групи вони менше ніж 1, а у 1-й знизилися від 1,58 до 1,17. На зниження у процесі адаптації активності регуляторних систем організму у спортсменів вказують і зміни ПАІР і ПАРС. У цілому по групі значення ПАІР знизилося з 64 до 54, а ПАРС - із 5 до 2. Внаслідок цього намітилася тенденція до зниження напруження функціонування регуляторних систем. Так, ІН знизився з 179 до 162. Однак у спортсменів 1-ї групи збереглася відносно висока напруженість адаптаційних процесів. Це підтверджують вірогідно більш високі значення ІН, ПАІР і ПАРС (див. табл. 2).

Більш високі значення АМо, ІВР, ВПР, LF/ HF указують на збереження переваги у вегетативному балансі симпатичних впливів. Водночас вірогідно більш низькі, ніж у цілому по групі, значення VLF и TP_{0-0,40} і вірогідно більш високі значення VHF свідчать про зниження у спортсменів 1-ї групи центральних впливів на регуляцію серцевого ритму й активізацію в умовах середньогір'я автономних ланок регуляторної системи, більш швидких, але менш стійких до впливу зовнішніх чинників [16].

Проведений факторний аналіз показників ВСР в обстежених спортсменів на 2-3-тю

добу перебування в горах дав змогу виділити на рівні значимості > 0,70 п'ять факторів, що описують 87,4 % змін у розподілах кардіоінтервалів у стані відносного спокою й при проведенні активної ортопроби (рисунок, а). До складу першого фактора - фактора централізації регуляторних механізмів і симпатичних впливів, що має найбільшу вагу, входять VLF, Амо, які характеризують активність відповідно центрального контуру регуляції, церебральних ерготропних впливів і симпатичного відділу вегетативної нервової системи. Другий фактор – фактор вагусних впливів - містить SDNN і HF, що

Таблиця 1. Середні значення показників математичного аналізу варіабельності серцевого ритму на 2-3-тю добу перебування в умовах середньогір'я

Показники	Група в цілому (n=24)	1-ша група (n=10)	2-га група (n=14)
Математичне очікування динамічного ряду, мс	787±38,7	679±35,3*	885±40,5
Мода, мс	752±42,7	641±40,9*	832±44,1
Стандартне відхилення, мс	26,1±8,8	21,1±9,21	30,8±8,59
Амплітуда моди, %	64±4,6	79±5,2*	54±2,2
Варіаційний розмах, мс	352±98,1	320±105,9	368±92,4
Коефіцієнт варіації, %	3,4±2,2	2,9±2,62	3,8±1,83
Частка послідовних R-R інтервалів, різниця між якими перевищує 50 мс, %	7,2±3,12	3,8±2,92**	9,5±3,21
Індекс напруження, відн. од.	179±53,0	281±85,3**	107±20,9
Індекс вегетативної регуляції, відн. од.	187±60,3	281±73,1**	107±52,0
Показник активності процесів регуляції, відн. од.	64±8,0	90±9,4*	46±7,1
Вегетативний показник ритму, відн. од.	3,9±1,18	5,5±1,75*	2,8±0,78
Спектральні потужності хвиль у діапазоні, мс ² /Гц			
від 0,003 до 0,04 (надповільних)	715±155,9	81±172,8*	810±143,4
від 0,04 до 15 (повільних)	603±116,9	639±161,1	592±84,5
від 0,15 до 0,40 (високочастотних)	601±86,6	408±105,1*	740±73,9
від 0,40 до 1,00 (надвисокочастотних)	449±88,0	755±124,5**	231±63,2
Загальна потужність спектра, мс ² /Гц	1915±314,9	1625±453,1	2147±213,6
від 0,003 до 0,40			
Співвідношення потужностей повільних і високочастотних хвиль, відн. од.	1,04±0,151	1,58±0,214	0,79±0,102
Показник активності регуляторних процесів, відн. од.	5±1,7	6±0,4*	4±0,2

Примітка: тут і в табл. 2 * P<0,05; ** P<0,01; вірогідність відмінностей визначали за допомогою непараметричного критерію Вілкоксона

відображають активність парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи. Третій фактор - фактор повільних хвиль або адаптаційних механізмів серцево-судинної системи – входить LF. У четвертий фактор – фактор активності гуморального каналу – входять RRNN і Mo, що характеризують рівень функціонування синусового вузла. П'ятий фактор - фактор надвисокочастотних хвиль або фактор нестійких станів - містить VHF, який відображає активність регуляторних систем організму, що включається при нездатності інших ланок регуляторної системи утримувати організм у стійкому функціональному стані [16]. На 10-12-ту добу перебування в горах у цілому по всій групі

спортсменів склад цих факторів не змінився у процесі адаптації до гірських умов, однак змінилася їх вага (див. рисунок, б). Збільшилася з 22 до 27 % вага фактора вагусних впливів і з 12 до 16 % – фактора активності гуморального каналу, знизилася з 19 до 11 % – фактора нестійких станів, водночас збільшилася з 13 до 20 % – фактора активності адаптаційних механізмів, вага фактора централізації регуляторних механізмів практично не змінилася. Це може свідчити про незавершеність адаптації спортсменів до умов хронічної гіпоксії [7, 9].

Факторний аналіз показників ВСР, проведений окремо для кожної із груп, виявив, що у спортсменів 1-ї групи на 10-12-ту добу

Таблиця 2. Середні значення показників математичного аналізу варіабельності серцевого ритму на 11-12-ту добу перебування в умовах середньогір'я

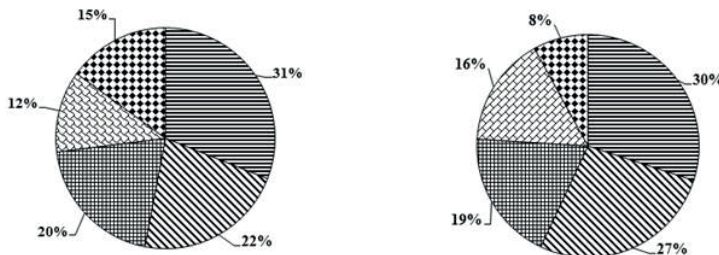
Показники	Група в цілому (n=24)	1-ша група (n=10)	2-га група (n=14)
Математичне очікування динамічного ряду, мс	1004±16,4	824±24,4*	1130±17,5
Мода, мс	974±18,8	800±39,4*	1100±20,0
Стандартне відхилення, мс	34,8±6,0	26,3±17,50	40,1±5,30
Амплітуда моди, %	52±2,0	65±5,2*	43±2,2
Варіаційний розмах, мс	181±45,2	153±39,4	208±56,5
Коефіцієнт варіації, %	3,4±0,69	3,2±0,96	3,5±0,47
Частка послідовних R-R інтервалів, різниця між якими перевищує 50 мс, %	4,3±1,73	0,8±2,33**	6,8±1,11
Індекс напруження, відн. од.	162±27,1	265±85,3**	94±20,9
Індекс вегетативної регуляції, відн. од.	291±35,4	424±42,2**	206±32,1
Показник активності процесів регуляції, відн. од.	54±3,6	81±4,3*	39±3,4
Вегетативний показник ритму, відн. од.	6,2±0,66	8,2±0,96*	4,7±0,52
Спектральні потужності хвиль у діапазоні, мс ² /Гц			
від 0,003 до 0,04 (надповільних)	644±48,5	416±58,6**	807±41,3
від 0,04 до 15 (повільних)	543±48,1	619±64,2*	490±35,6
від 0,15 до 0,40 (високочастотних)	744±54,6	531±88,4**	896±30,5
від 0,40 до 1,00 (надвисокочастотних)	442±40,3	747±76,6**	224±14,2
Загальна потужність спектра, мс ² /Гц	1947±105,4	1581±167,2**	2209±61,3
від 0,003 до 0,40			
Співвідношення потужностей повільних і високочастотних хвиль, відн. од.	0,79±0,097	1,17±0,115**	0,52±0,084
Показник активності регуляторних процесів, відн. од.	2±0,2	4±0,4*	1±0,2

перебування на висоті 2100 м спостерігалися сприятливі зміни у співвідношеннях факторів, що визначають функціональний стан регуляторних систем організму. Порівняно з початковою фазою адаптації знизилася з 34 до 29 % вага фактора централізації регуляторних процесів і з 19 до 11 % – фактора нестійких станів, зростає із 10 до 24 % – фактора вагусних впливів (див. рисунок). Ці результати свідчать про тенденції до

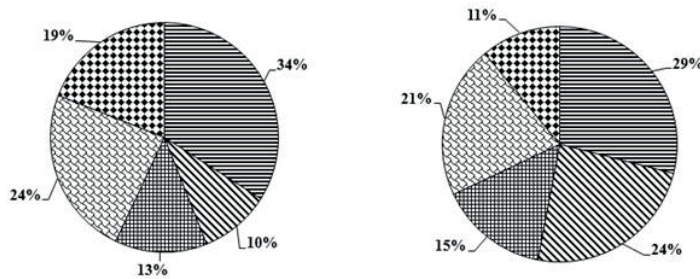
нормалізації вегетативного балансу й зниження напруженості функціонування регуляторних систем організму у спортсменів першої групи. Водночас значне збільшення з 13 до 21 % ваги активності адаптаційних механізмів вказувало на те, що в організмі ще відбуваються активні пристосувальні процеси до умов середньогір'я.

У спортсменів 2-ї групи було виділено лише чотири фактора, що визначають функ-

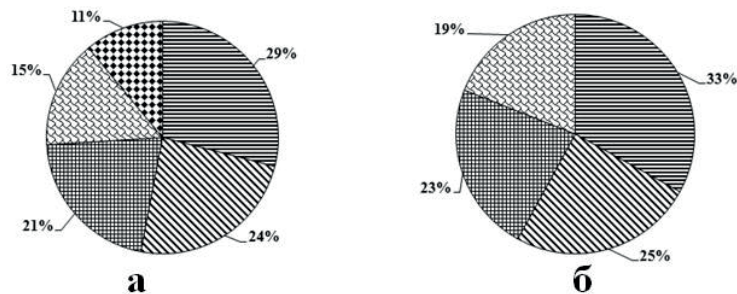
Загальна група



1-ша група



2-га група



Питома вага факторів, що визначають стан регуляторних систем організму під час відносного спокою і активної ортостатичної проби на 2-3 добу (а) та 11-12 добу (б) перебування в умовах середньогір'я:

■ фактор централізації регуляторних механізмів і симпатичних впливів; ▨ фактор вагусних впливів; ▩ фактор активності адаптаційних механізмів ССС; ▧ фактор активності гуморального каналу; ▤ фактор нестійких станів

ціональний стан регуляторних систем організму на 10-12-ту добу перебування в умовах середньогір'я (див. рисунок). Знизилися ваги факторів централізації регуляторних процесів з 29 до 23 % і активності адаптаційних механізмів з 21 до 19 %, збільшилися внески в загальну дисперсію ВСР факторів вагусних впливів з 24 до 30 % і активності гуморального каналу з 15 до 28 % . Був відсутній фактор нестійких станів. Ці перебудови в регуляторній системі організму свідчили про підвищення стійкості спортсменів до гіпоксії та фізичних навантажень і більшої, ніж у обстежених 1-ї групи, ефективності гірської підготовки [7, 9]. Однак збереження в обох групах спортсменів на 12-ту добу перебування в горах високої ваги факторів централізації регуляторних механізмів і активності адаптаційних механізмів серцево-судинної системи вказувало на неповну завершеність адаптації до хронічної гіпоксії.

Термін перебування в умовах середньогір'я був обраний на підставі відомостей про те, що для спортсменів, які спеціалізуються в швидко-силових видах спорту, ефективним виявляється двотижнева підготовка [5, 9]. Водночас є дані і про більш тривале гірське тренування, але не більше ніж 18-21 днів [5]. Можливо, що незавершеність адаптації у обстежених нами спортсменів пов'язана з недостатньою тривалістю перебування в горах.

Отримані результати свідчать про те, що ефективність гірської підготовки для різних спортсменів неоднакова. Це може бути причиною існування суперечливих даних у науковій літературі, згідно з якими деякі групи дослідників не виявляють ніякого поліпшення фізіологічних показників або спортивного результату, інші повідомляють про істотне збільшення максимального споживання кисню і змагального результату [9, 17]. Відмінності у відповідних реакціях на гіпоксію можуть бути зумовлені індивідуальними особливостями організму спортсменів: генетичною схильністю до

сприятливої реакції на гіпоксію [17, 18], типом вегетативного гомеостазу [9, 19], а також раціонально або нераціонально спланованою гірською підготовкою [4-6, 17]. У зв'язку з цим важливе значення для підвищення ефективності гірської підготовки й планування оптимального тренувального процесу в умовах середньогір'я набуває попередній розподіл спортсменів на групи з високим і низьким рівнем реакції організму на гіпоксію.

ВИСНОВКИ

1. Усі обстежені спортсмени в початковий період адаптації до умов середньогір'я були розділені на дві групи. У спортсменів 1-ї групи відзначалася підвищена напруженість регуляторних процесів в організмі, у них переважали симпатичні впливи, у спортсменів 2-ї групи – збалансованість симпатичних і парасимпатичних впливів і помірна напруженість регуляторних систем організму.

2. У спортсменів 1-ї групи порівняно з початковою фазою адаптації на 10-12-ту добу перебування в гірських умовах знижувалася вага факторів централізації регуляторних процесів і нестійких станів та підвищувалася – фактора вагусних впливів. Це свідчить про тенденції до нормалізації вегетативного балансу й зниження напруженості функціонування регуляторних систем організму. Водночас збільшення ваги активності адаптаційних механізмів вказувало на те, що в організмі спортсменів 1-ї групи ще відбуваються активні пристосувальні процеси до умов середньогір'я.

3. У спортсменів 2-ї групи зниження ваги факторів централізації регуляторних процесів і активності адаптаційних механізмів, збільшення ваги факторів вагусних впливів і активності гуморального каналу та зникнення фактора нестійких станів свідчило про підвищення їх стійкості до гіпоксії та фізичних навантажень і більшої, ніж у спортсменів 1-ї групи, ефективності гірської підготовки.

4. Збережені на 12-ту добу перебування в

горах високі значення факторів централізації регуляторних механізмів і активності адаптаційних механізмів серцево-судинної системи в обох групах спортсменів вказували на неповну завершеність адаптації до хронічної гіпоксії. Можливо, це пов'язано з недостатньою тривалістю перебування обстежених нами спортсменів в горах.

Подяка. Дякуємо співробітникам Міжнародного центру астрономічних і медико-екологічних досліджень НАН України за допомогу при організації та проведенні обстежень.

The authors of this study confirm that the research and publication of the results were not associated with any conflicts regarding commercial or financial relations, relations with organizations and/or individuals who may have been related to the study, and interrelations of coauthors of the article.

В.В. Сосновський., В.А. Пастухова, В.Н. Ільїн

ХАРАКТЕРИСТИКИ ФУНКЦИОНАЛЬНИХ СОСТОЯНИЙ РЕГУЛЯТОРНЫХ СИСТЕМ ОРГАНИЗМА У БЕГУНОВ НА СРЕДНИЕ ДИСТАНЦИИ ПРИ ДОЛГОВРЕМЕННОЙ АДАПТАЦИИ К УСЛОВИЯМ СРЕДНЕГОРЬЯ

Исследовали особенности изменений функционального состояния регуляторных систем организма у 12 спортсменов – легкоатлетов, специализирующихся в беге на средние дистанции (квалификация МС и МСМК, средний возраст $24,5 \pm 3,06$ лет), во время учебно-тренировочного сбора в условиях среднегорья на высоте 2100 м. Все спортсмены участвовали в ритмокардиографическом обследовании. Рассчитывались статистические, вариационные и спектральные характеристики variability сердечного ритма на 2-3-е и на 11-12-е сутки пребывания в горах. На основании анализа ее особенностей все обследованные спортсмены в начальный период адаптации к условиям среднегорья разделены на две группы. У спортсменов первой (41,7%) отмечались повышенная напряженность регуляторных процессов в организме и преобладание симпатических влияний. У спортсменов второй группы (58,3%) наблюдалась сбалансированность симпатических и парасимпатических влияний и умеренное напряжение регуляторных систем организма. Выявлена зависимость между индивидуальными особенностями variability

сердечного ритма и характером адаптации к условиям среднегорья, а также выделены факторы, определяющие функциональное состояние регуляторных систем организма. Показано, что эффективность горной подготовки была выше у спортсменов второй группы. В то же время, 12-дневный срок пребывания в условиях среднегорья был недостаточным для полной адаптации к хронической гипоксии.

Ключевые слова: гипоксия; среднегорье; адаптация; ритмокардиография; бегуны на средние дистанции

V.V. Sosnovskiy, V.A. Pastukhova, V.N. Ilyin

CHARACTERISTICS OF FUNCTIONAL STATES OF THE ORGANISM'S REGULATORY SYSTEMS IN MIDDLE-DISTANCE RUNNERS DURING LONG-TIME ADAPTATION TO CONDITIONS OF MID-RANGE ALTITUDE

The peculiarities of organism's regulatory system in 12 track-and-field athletes, who specialized in middle-distance running (qualification MC and MCMK mid-age $24,5 \pm 3,06$ years of age) were searched during their training in mid-range altitude at 2100 m height. We studied statistic, variation and spectral characteristics of heart rhythm variability at 2-3 and 11-12 days of staying in mountains. On the base of heart rhythm variability, peculiarities analysis all the examined athletes at preliminary adaptation period to mid-range altitude are divided into two groups. The increased intensity of the athletes regulatory processes and prevalence of sympathetic influence was marked in athletes of the first group (41,7 %). The second group of athletes (58,3 %) demonstrated the balance of sympathetic and parasympathic influence and moderate intensity of regulatory systems of the organism. The relationship between individual characteristics of heart rate variability and the nature of adaptation to the conditions of middle mountains was revealed, and factors determining the functional state of the body's regulatory systems were identified. It was demonstrated that the effectiveness of mountain training was higher in the second group of athletes. At the same time the 12 day staying in mid-range altitude conditions was not sufficient for the full adaptation to chronic hypoxia.

Key words: hypoxia; mid-range altitude; adaptation; heart rhythm variability; middle distance runners.

National University of Physical Education and Sport of Ukraine; e-mail: rectorat@uni-sport.edu.ua

REFERENCES

1. Mishchenko VS, Lysenko EN, Vinogradov VE Reactive properties of the cardiorespiratory system as a reflection of adaptation to intense physical training in sports. K.: Scientific world; 2007. [Ukrainian].

2. Vinogradov V. Ye. Outside training means of stimulation and restoration of efficiency in the training of athletes of high qualification (literature review). Vestn Sport Nauki. 2012; 5:25-9. [Ukrainian].
3. Wilmore JH, Costill DL. Physiology of sport and exercise. Champaign, Illinois: Hum Kinetics; 2004.
4. Dmitruk AI. Hypoxia and sports: Educational-methodical manual. St. Petersburg; 2007.
5. Bulatova MM, Platonov VN. Medium-altitude, high mountains and artificial hypoxia in the system of training athletes. Sports Med. 2008;1:95-119. [Ukrainian].
6. Shpak TV, Kirienko MP. Training of high-skilled cyclists in the middle of the highlands. Sports Med. 2008;1:137-42. [Ukrainian].
7. Filippov MM, Davidenko DN. Physiological mechanisms of development and compensation of the state of hypoxia in the process of adaptation to muscular activity: Monograph. St. Petersburg.-Kiev: BPA; 2010.
8. Rovny AS, Ilyin VN, Lyzogub VS, Rovny OO. Physiology of sports activity. X.: HNADU; 2015. [Ukrainian].
9. Ilyin VN, Filippov MM, Pastukhova VA, Sosnovskiy VV. Training of the athletes with use of hypoxic conditions. Bulletin of Cherkasy University, series "Biological Sciences". 2017, 2: 11-26. [Ukrainian].
10. Svysh Ya, Sibil M. Response of the body of athletes to the sprinters for additional training of hypoxia. Assembler sciences works in the field of physical culture and sports. Young sports science. Whip 11. Lviv: Scientific-Production Enterprise "Ukrainian Technologies"; 2007. p. 228-230. [Ukrainian].
11. Portnichenko VI, Ilyin VN, Podlivaev BA. Development of the hypometabolic state in highly qualified athletes under conditions of hypoxia. Sports Med. 2008, 1:74-7. [Ukrainian].
12. Pyatnychuk DV, Pyatnychuk GO. Training in the Carpathians as an auxiliary means for preparing runners for medium and long distances in the preparatory period. In: Mitskan BM., Boychuk TV, Fotuymi OYa, Kurilyuk PP, editors. Actuality of the problem of development of physical education, sport and tourism in modern society. Ivano-Frankivsk; 2008:180-2. [Ukrainian].
13. Task Force of the European of Cardiology and the North American Society of Pacing and Electrophysiology. Heart Rate Variability. Standards of Measurements, Physiological Interpretation, and Clinical Use. Circulation. 1996;93:1043-65.
14. Antonomov M. Yu. Mathematical processing and analysis of medical and biological data. K.; 2006. [Ukrainian].
15. Sosnovsky VV. Changes in the heart rate in conditions of intense muscular activity for 2-3 days stay in the mountains at an altitude of 2100 m. Assembler sciences works of conference «Actual scientific research in the modern world», 26-27 May 2017. «Pereyaslav-Khmelnitsky state pedagogical University of Skovoroda»; 2017. p. 58-61. [Ukrainian].
16. Ilyin VN, Filippov MM, Alvani A. Assessment of the functional state of the human body under extreme conditions on the basis of the theory of ultrastable systems. Ulyanov Med Biol J. 2014;3:94-100.
17. Issurin VB. Training athletes XXI: the scientific basis for building a training. M.: Sport; 2016.
18. Drozdovska SB, Lysenko OM, Dosenko VE, Ilyin VN. Dependence of Aerobic Performance of Athletes on Polymorphism of Genes. Central Eur J Sport Sci and Med. 2015;9(1):65-73.
19. Cherkes LI, Ilyin VN.. Factors determining the functional state of the body's regulatory systems in athletes after staying in mid-mountain conditions. Physiol J. 2012, 4:30-4. [Ukrainian].

Матеріал надійшов до редакції 02.07.2018.