

СПОРТИВНА МЕДИЦИНА, ФІЗІОЛОГІЯ ТА БІОХІМІЯ СПОРТУ

Стан регуляторних процесів в організмі бігунів на середні дистанції після тренувань в умовах середньогір'я

Володимир Портниченко¹, Володимир Ільїн²,
Михайло Філіппов², Сергій Коваль³

¹ Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця НАН України, Київ, Україна

² Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ, Україна

³ Українська військова медична академія, Київ, Україна

Анотація. Ефективність гірської підготовки у видах спорту, пов'язаних із проявом витривалості та аеробним енергозабезпеченням м'язової діяльності, доведена багатьма дослідниками. Менше робіт присвячено підготовці спортсменів у гірських умовах, фізична працездатність яких забезпечується переважно анаеробними механізмами. Це послужило підставою для проведення досліджень ефективності підготовки в гірських умовах спортсменів, які спеціалізуються у видах спорту зі змішаними механізмами анаеробно-аеробного енергозабезпечення. **Мета.** Провести аналіз змін регуляторних процесів у формуванні функціонального стану організму бігунів на середні дистанції після навчально-тренувальних зборів в умовах середньогір'я. **Методи.** Варіаційна пульсометрія і спектральний аналіз періодичних компонентів у ритмі серця. **Результати.** На основі аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму в стані відносного спокою у початковий період адаптації до умов середньогір'я 12 спортсменів було розділено на дві групи – першу (п'ять осіб) і другу (сім осіб). У спортсменів першої групи спостерігались відносно підвищена напруженість регуляторних механізмів та переважання у вегетативному балансі симпатичних впливів. У спортсменів другої групи відмічались помірне напруження регуляторних систем організму та баланс симпатичних і парасимпатичних впливів. На 25–26-ту добу після навчально-тренувальних зборів на рівні моря й у горах у спортсменів другої основної групи спостерігалася адекватна реакція серцево-судинної системи на активну ортопробу. У спортсменів першої групи і контрольної (сім осіб), які провели навчально-тренувальний збір на рівні моря, під час проведення ортопроби спостерігалася більше напруження регуляторних систем організму.

Ключові слова: бігуни на середні дистанції, середньогір'я, інтервалокардіографія, активна ортопроба, варіабельність серцевого ритму.

Volodymyr Portnychenko, Volodymyr Ilyin, Mykhailo Filippov, Serhii Koval

THE STATE OF REGULATORY PROCESSES IN THE BODY OF MIDDLE-DISTANCE RUNNERS AFTER TRAINING IN THE CONDITIONS OF MIDDLE ALTITUDE

Abstract. The effectiveness of mountain training in endurance sports events and aerobic energy supply has been proven by many researchers. Fewer works are devoted to the training of athletes in mountain conditions, whose physical performance is provided mainly by anaerobic mechanisms. This was the basis for research into the effectiveness of training in mountain conditions for athletes specialized in sports events with mixed mechanisms of anaerobic-aerobic

Вступ. Адаптація спортсмена до умов гірської гіпоксії є складною інтегральною реакцією, в яку втягуються практично всі фізіологічні системи організму. При цьому координація функцій на субклітинному, клітинному, органному, системному рівнях і всього організму в цілому можлива лише завдяки включенню систем, що регулюють цілісні фізіологічні реакції [1, 5]. Така адаптація неможлива без адекватної перебудови нервової та ендокринної систем, що забезпечують тонку регуляцію фізіологічних процесів [8].

Певна ефективність гірської підготовки як засобу підвищення функціональних можливостей спортсменів і спортивних результатів у видах спорту, пов'язаних із проявом витривалості та аеробним енергозабезпеченням м'язової діяльності, доведена багатьма дослідниками, які працюють у галузі спортивної фізіології [15, 16, 22]. Менше робіт присвячено підготовці спортсменів у гірських умовах, у спортивній діяльності яких витривалість не є визначальним чинником, а фізична працездатність забезпечується переважно анаеробними механізмами (силові, швидкісно-силові, складнокоординаційні види спорту, єдиноборства) [13, 18].

Недостатньо уваги звертається на дослідження індивідуальних особливостей адаптації організму спортсменів до гіпоксичних умов, які пов'язані, зокрема, з типом центральної нервової системи (сукупність вроджених або набутих індивідуальних особливостей її функціонування) і вегетативним гомеостазом [6].

Усе сказане послужило основою для проведення досліджень визначен-

Portnychenko V., Ilyin V., Filippov M., Koval S. The state of regulatory processes in the body of middle-distance runners after training in the conditions of middle altitude. *Theory and Methods of Physical education and sports.* 2021; 1: 69–74
DOI: 10.32652/tmfv.2021.1.69–74

Портниченко В., Ільїн В., Філіппов М., Коваль С. Стан регуляторних процесів в організмі бігунів на середні дистанції після тренувань в умовах середньогір'я. *Теорія і методика фізичного виховання і спорту.* 2021; 1: 69–74
DOI: 10.32652/tmfv.2021.1.69–74

energy supply. *Objective.* To analyze the changes in regulatory processes in the formation of the functional state of the body of middle distance runners after the training camp in the conditions of middle altitude. *Methods.* Variational pulsometry and spectral analysis of periodic components in heart rhythm. *Results.* Based on the analysis of the peculiarities of heart rate variability in a state of relative rest in the initial period of adaptation to the conditions of the middle altitude, 12 athletes were divided into two groups – the first (five persons) and the second (seven persons). Athletes of the first group showed a relatively increased tension of regulatory mechanisms and the predominance in the autonomic balance of sympathetic influences. Athletes of the second group showed moderate tension of the body regulatory systems and a balance of sympathetic and parasympathetic influences. On the 25th–26th day after the training camp at sea level and in the mountains, the athletes of the second main group showed an adequate response of the cardiovascular system to active orthography. Athletes of the first group and control (seven persons), who conducted a training camp at sea level, during the orthoprobe higher tension of the body regulatory systems was noted.

Keywords: middle distance runners, middle altitude, intervalocardiography, active orthostatic test, heart rate variability.

ня ефективності підготовки в гірських умовах, порівняно з підготовкою на рівні моря спортсменів, які спеціалізуються у виді спорту зі змішаними механізмами анаеробно-аеробного енергозабезпечення, а також визначення ефектів цієї підготовки.

Дослідження виконано у межах науково-дослідної роботи Національного університету фізичного виховання і спорту України за темою № 2.10 «Ритмокардіографічні дослідження кваліфікованих спортсменів у різних видах спорту» (номер держреєстрації 0116U001610).

Мета дослідження – провести аналіз змін регуляторних процесів у формуванні функціонального стану організму бігунів на середні дистанції після навчально-тренувальних зборів в умовах середньогір'я.

Методи дослідження: варіаційна пульсометрія і спектральний аналіз.

Результати дослідження та їх обговорення. Обстежено 19 спортсменів, які склали три групи – дві основні (ОГ) (п'ять і сім осіб, в яких на основі аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму (BCP) в стані відносного спокою було встановлено різну оцінку стану адаптації і які провели навчально-тренувальний збір в умовах середньогір'я) і контрольна група (КГ) (сім осіб, які тренувалися на рівні моря). Функціональний стан регуляторних систем організму спортсменів контрольної і основних груп визначали на 25–26-ту добу після повернення з гір.

Ритмокардіографічні дослідження проводили за допомогою програмно-апаратного комплексу «Ритм1» [4], в якому застосований канал вимі-

ру частоти дихальних циклів, що під час проведення спектрального аналізу ряду кардіоінтервалів дозволяло уникати невизначеності меж діапазонів повільних (LF), швидких (HF) і надшвидких (VHF) періодичних компонентів у ритмі серця й підвищувати вірогідність ритмокардіографічної оцінки вегетативного гомеостазу і, відповідно, функціонального стану організму людини.

Реєстрацію ритмокардіограм (РКГ) проводили у положенні лежачи на спині при спокійному диханні після 5–10 хв відпочинку і стоячи під час проведення активної ортопроби (АОП). При виявленні артефактів і ектопічних скорочень серця понад 5–10 % загальної кількості зареєстрованих R-R інтервалів РКГ спектральний аналіз варіабельності ритму серця не проводили. Відповідно до «Міжнародного стандарту» [23] у дослідженнях аналізували послідовно 5-хвилинні (300 с) записи РКГ.

Розраховували статистичні характеристики динамічного ряду кардіоінтервалів: математичне очікування ди-

намічного ряду (RRNN); стандартне відхилення нормальних величин R-R інтервалів (SDNN); коефіцієнт варіації (CV); частку послідовних R-R інтервалів, відмінність між якими перевищує 50 мс (pNN50, %).

У програмі було реалізовано метод варіаційної пульсометрії з подальшою побудовою гістограми і визначення різних її характеристик: мода (Mo), амплітуда моди (AMo), варіаційний розмах ($\Delta R-R$). Також розраховували індекси напруженості (IH) і вегетативної регуляції (IBP), вегетативний показник ритму (ВПР) і показник адекватності процесів регуляції (ПАПР).

Під час проведення АОП здійснювали аналіз нестационарної ділянки РКГ, що характеризує перехідний процес після прийняття положення стоячи тривалістю 1 хв. У перехідний період розраховували відношення мінімального значення R-R інтервалу зазвичай в межах 15-го скорочення від початку прийняття положення стоячи, до найдовшого R-R- інтервалу, зазвичай близько 30-го скорочення серця, так званий коефіцієнт 30:15 (K30:15) [7, 10]. У здорових людей нормальною реакцією на АОП вважають, якщо його значення становить від 1,25 до 1,75, зниженою – від 1,0 до 1,25, високою або надлишковою – понад 1,75 (іноді більше 2,0) і парадоксальною – менше 1,0.

На основі аналізу особливостей варіабельності серцевого ритму в стані відносного спокою в початковий період адаптації до умов середньогір'я 12 спортсменів було розподілено на дві групи (табл. 1).

У спортсменів першої групи були достовірно ($p < 0,01$) більш високі зна-

Таблиця 1. Середні значення показників математичного аналізу ритму серця у спортсменів в умовах середньогір'я

Показники	Перша група (n = 5)	Друга група (n = 7)
ІН	265 (250; 291)**	94 (76; 95)
ІВР	424 (382; 266)**	206 (274; 240)
ПАПР	81 (77; 84)*	39 (35; 42)
ВПР	8,2 (7,3; 9,2)*	4,7 (4,2; 5,3)
ПАРС	4 (3,6; 4,5)**	1 (0,8; 1,3)
LF/HF	1,17 (1,09; 1,28)*	0,46 (0,38; 0,55)

Примітки. Різниця між групами на рівні * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$.

Таблиця 2. Показники математичного аналізу варіабельності серцевого ритму в умовах відносного спокою у спортсменів на 25–26-ту добу після повернення з гір

Показники	КГ (n = 7)	ОГ	
		перша (n = 5)	друга (n = 7)
RRNN, мс	935 (812; 1049)	1001 (974; 1150)*	1145 (1025; 1277)*
Мо, мс	967 (795; 1167)	1022 (824; 1217)*	1170 (1012; 1295)*
SDNN, мс	63,7 (50,2; 78,6)	64,8 (52,6; 75,3)*	82,7 (63,1; 93,5)**
АМо, %	40 (36,7; 44,5)	39 (35,9; 44,6)	22,7 (20,5; 24,1)*
ΔR-R, мс	375 (297; 495)	379 (297; 495)	468 (357; 567)*
CV, %	6,7 (5,7; 7,8)	6,3 (5,7; 7,4)	6,9 (5,4; 7,8)*
pNN50, %	3,3 (2,6; 4,9)	3,8 (3,0; 4,5)	14,5 (13,6; 15,5)**
ІН	60 (51; 77)	54 (49; 62)	26 (20; 34)***
ІВР	111 (102; 128)	105 (99; 112)	52 (47; 59)**
ПАПР	43 (38; 50)	35 (31; 40)*	21 (17; 27)**
ВПР	2,8 (2,0; 3,7)	2,6 (2,1; 3,2)	1,5 (1,0; 2,2)**
VLF, мс ² /Гц	6128 (5312; 7149)	5751 (5125; 6783)	4405 (4027; 4966)**
LF, мс ² /Гц	6478 (5754; 7274)	6015 (5437; 6867)	5684 (5054; 6203)**
HF, мс ² /Гц	4780 (4051; 5543)	5073 (4560; 5630)	7275 (6744; 7957)*
VHF, мс ² /Гц	995 (905; 1100)	755 (683; 810)*	455 (407; 512)**
TP0-0.40, мс ² /Гц	16995 (15837; 18135)	16487 (15855; 17447)	17050 (16485; 17883)
LF/HF	1,38 (0,91; 1,68)	1,30 (0,85; 1,69)	0,78 (0,67; 0,98)**
ПАРС	3 (2,2; 3,9)	3 (2,3; 3,9)	2 (1,8; 2,9)*

Примітки: n – кількість обстежених; медіана (1; 3 квантилі); * – відмінність від контрольної групи на рівні $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

чення ІН, ПАПР и ПАРС, що свідчило про відносно підвищену напруженість регуляторних механізмів в організмі. Високі значення АМо, ІВР, ВПР, LF/HF вказували на переважання у вегетативному балансі симпатичних впливів [10]. У спортсменів другої групи спостерігався баланс симпатичних і парасимпатичних впливів та помірне напруження регуляторних систем організму.

У таблиці 2 наведено результати математичного аналізу РКГ у спортсменів контрольної та двох основних груп.

Під час порівняння отриманих даних у спортсменів, які провели збір у середньогір'ї, з зареєстрованими у тих, які тренувалися на рівні моря, звертають на себе увагу вірогідно

більш низькі значення показників варіаційної пульсометрії: RRNN, Мо, SDNN, АМо, (R-R, CV, NN50, pNN50, ІН, ІВР, ПАПР, ВПР, ПАРС і спектрального аналізу: HF і LF/HF (відмінності мали статистично достовірний характер). Це свідчило про меншу напруженість регуляторних процесів в організмі спортсменів, які були в горах, зменшення центральних впливів й перевагу у вегетативному балансі вагусних впливів.

Показники спектрального аналізу ВСР вказували на кращий функціональний стан організму у спортсменів другої ОГ. Це підтверджувалося вірогідно ($p < 0,001$) більш низькими значеннями потужності низькочастотного (LF) і надвисокочастотного (VHF) компонентів ($p < 0,05$).

У спортсменів першої ОГ після перебування в середньогір'ї і у тих, хто тренувався на рівні моря, достовірних відмінностей у показниках спектрального аналізу ВСР не спостерігали. У спортсменів обох ОГ загальна потужність спектральних компонентів серцевого ритму ($TP_{0-0.40}$) набагато перевищувала значення, зареєстровані в горах.

У таблиці 3 наведено середні показники варіаційного та спектрального аналізу ВСР, отримані під час проведення АОП на 25–26-ту добу після навчально-тренувальних зборів на рівні моря й у горах.

Встановлено, що у спортсменів обох основних груп спостерігалася адекватна реакція серцево-судинної системи на дану функціональну пробу. На відміну від них, у спортсменів, які провели навчально-тренувальний збір на рівні моря, при проведенні АОП спостерігалася трохи більше напруження регуляторних систем організму. На це вказували вірогідно ($p < 0,05$) високі значення ІН. Більше напруження функціональних систем у даних спортсменів могло бути обумовлене підвищеною активністю підкіркових нервових центрів (центрально-нервових впливів), а також надлишковою активацією симпатичного відділу вегетативної нервової системи, що підтверджували відповідно високі значення VLF, АМо й LF, а також вірогідно ($p < 0,05$) більш високі потужності надвисокочастотного компонента (VHF) у спектрі ВСР.

Згідно з літературними даними, значення $K_{30:15}$ більше 1,75, що були зареєстровані нами у спортсменів, які провели навчально-тренувальні збори у горах, характерні для добре тренуваних людей і їх слід розцінювати як ознаку високої реактивності парасимпатичного відділу вегетативної нервової системи [13].

Обговорення. Тривалість реадaptaції після перебування в горах, як і акліматизація до гірських умов, залежить від багатьох факторів і може коливатися в широких межах. В окремих осіб процес реадaptaції може не завершитися й через шість місяців після переїзду на рівень моря, але у більшос-

Таблиця 3. Показники варіабельності серцевого ритму під час проведення активної ортопроби у спортсменів через три тижні після повернення з гір

Показники	КГ (n = 7)	ОГ	
		перша (n = 5)	друга (n = 7)
RRNN, мс	795 (741; 896)	787 (714; 854)	754 (705; 807)
Mo, мс	768 (703; 839)	763 (701; 838)	741 (705; 796)
SDNN, мс	49,9 (47,7; 53,2)	52,7 (50,3; 53,9)	66,8 (62,8; 71,6)
AMo, %	48 (46,8; 54,0)	43 (41,5; 46,3)	39 (36,9; 43,1)*
$\Delta R-R$, мс	327 (284; 388)	366 (323; 427)	405 (356; 484)*
CV, %	6,0 (5,6; 6,8)	6,4 (6,1; 6,9)	8,5 (7,9; 9,3)*
pNN50, %	12,9 (12,3; 13,7)	14,3 (13,8; 14,9)	18,1 (17,6; 18,8)*
iH	92 (85; 99)	78 (73; 88)	61 (53; 76)*
iBP	143 (130; 156)	120 (102; 141)	97 (89; 116)*
ПАПР	61 (54; 68)	58 (51; 67)	55 (49; 62)
ВПР	3,7 (3,0; 4,6)	3,4 (2,8; 4,2)	3,3 (2,9; 4,1)
VLF, мс ² /Гц	6382 (5532; 6971)	6098 (5355; 6965)	5244 (4980; 5727)*
LF, мс ² /Гц	7432 (6128; 8033)	6715 (5941; 7896)	6568 (5757; 7142)
HF, мс ² /Гц	1395 (1203; 1489)	2078 (1956; 2175)**	4212 (4132; 4681)***
VHF, мс ² /Гц	2099 (1980; 2201)	2001 (1893; 2173)	1196 (1079; 1300)***
TP0-0.40, мс ² /Гц	15057 (14051; 15863)	14898 (13941; 16002)	15993 (15003; 16859)
LF/HF	5,22 (4,89; 5,96)	3,20 (2,98; 3,59)**	1,46 (1,38; 1,95)***
K30:15	1,65 (1,49; 1,83)	1,77 (1,53; 2,14)	1,89 (1,82; 1,97)*
ПАРС	4 (3,2; 4,9)	4 (3,3; 4,9)	3 (2,9; 3,2)*

Примітки: n – кількість обстежених; медіана (1; 3 кватилі); відмінність від контрольної групи на рівні: * – $p < 0,05$; ** – $p < 0,01$; *** – $p < 0,001$.

ті основні ефекти перебудови організму, які відбулися в горах, зникають вже наприкінці другого місяця [1, 3].

Відомо, що позитивний вплив гірського тренування на спортивні результати більшості спортсменів і їх функціональні можливості проявляється не відразу після повернення з гір, що можна пояснити необхідністю адаптації м'язової системи – навчанням м'язів реагувати на навантаження у нових умовах більш високого атмосферного тиску [2]. Тобто, потрібен певний період реакліматизації, тривалість якого залежить від індивідуальних особливостей організму спортсмена. Проте, деякі спортсмени здатні показати високі результати й продемонструвати гарну працездатність у

спеціальних тестах вже у перші кілька днів [14, 19, 21]. За цим може відбуватися більш тривала фаза (5–6 днів) зниження функціональних можливостей організму спортсменів [12]. Протягом цього часу не рекомендується участь у відповідальних змаганнях, планування занять із граничними навантаженнями і вправи спеціально-підготовчого характеру, що висувають максимальні вимоги до організму спортсменів [1]. Після закінчення фази зниження функціональних можливостей організму проявляється позитивний ефект гірської підготовки, який стосовно найважливіших компонентів функціонального стану спортсмена може розвиватися протягом наступних 8–12 днів. Максимальні вели-

чини споживання кисню зазвичай реєструються через 3–4 тижні після повернення в рівнинні умови [1, 9, 17] і залежно від особливостей побудови тренувального процесу, на ці дні припадає пік функціональних можливостей і працездатності спортсменів [1, 2, 20].

Проведені дослідження на 25–26-ту добу після повернення з гір показали, що у спортсменів, які пройшли навчально-тренувальний збір в умовах середньогір'я, порівняно зі спортсменами, які тренувалися на рівні моря, спостерігалася більш низька напруженість регуляторних процесів в організмі й перевага у вегетативному балансі вагусних впливів [11]. Причому загальна потужність спек-

тральних компонентів серцевого ритму у спортсменів усіх груп перевищувала значення, які були зареєстровані у горах.

Висновки:

1. Показано, що у спортсменів, які тренувалися в умовах середньогір'я, порівняно зі спортсменами, які не перебували в горах, спостерігалася більш низька напруженість регуляторних процесів в організмі. При цьому у спортсменів другої основної групи відбувалася перевага у вегетативному балансі вагусних впливів.

2. Визначено, що виявлена у спортсменів загальна потужність спектральних компонентів серцевого ритму через 3 тижні після повернення з гір стала вищою, ніж була в горах, і дорівнювала значенням, які було отримано під час обстеження спортсменів контрольної групи.

3. Встановлено, що у спортсменів двох основних груп через 3 тижні після повернення з гір відбувалася адекватна реакція серцево-судинної системи на ОАП, але у спортсменів першої і контрольної груп спостерігалася дещо більша напруженість регуляторних систем організму, що можна пояснити підвищеною активністю центральних впливів.

Перспективи подальших досліджень будуть присвячені аналізу умов масоперенесення респіраторних газів в організмі спортсменів під час роботи різної потужності на різних висотах у горах (тобто при поєднанні двох типів гіпоксії: гіпоксичної і гіпоксії навантаження).

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

ЛІТЕРАТУРА

1. Булатова ММ, Платонов ВН. Среднегорье, высокогорье и искусственная гипоксия в системе подготовки спортсменов. Спортивная медицина. 2008;1:95-119.
2. Дмитрук АИ. Гипоксия и спорт: учебно-метод. пособие. Санкт-Петербург. 2007. 44 с.
3. Жгир БА, Кудря ОН. Реакклиматизация легкоатлетов после пребывания в горах. Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Экологические проблемы региона и пути их разрешения». 2019. С. 185-188.
4. Ильин ВН, Попадюха ЮА, Кравченко ЮВ. Программно-аппаратный комплекс по ритмо-

кардиографической оценке функционального состояния организма человека. Электроника и связь. 2001;12. С 69-71.

5. Ильин ВН, Филиппов ММ, Пастухова ВА, Портниченко ВИ, Сосновский ВВ. Гипоксическая тренировка в системе подготовки спортсменов. Патология, реабилитация, адаптация. 2017;15(2):60-72.

6. Иссурин ВБ. Подготовка спортсменов XXI: научные основы построения тренировки. Москва: Спорт. 2016. 464 с.

7. Лизогуб ВС, Коваленко СО, Дзюбан ЮО, Кудий ЛІ, Грищенко ОВ, Бореико ТІ. Особенности реакций центральной гемодинамики та регуляції серцевого ритму на ортопроби осіб з різним індексом маси тіла. Вісник морфології. 2008;14(1):109-114.

8. Меерсон ФЗ. Адаптация к высотной гипоксии. Физиология адаптационных процессов. Москва: Наука. 1986. С. 224-248.

9. Мелленберг ГВ, Сайджухин ГР. Горная подготовка высококвалифицированных спортсменов. Москва: Валери. 1995. 118 с.

10. Михайлов ВМ. Вариабельность ритма сердца: опыт практического применения метод. Иваново: Иван. гос. мед. академия. 2002. 290 с.

11. Портниченко ВИ, Ильин ВН, Филиппов ММ. Проявление гипометаболического эффекта в реакциях системы дыхания у спортсменов на физическую нагрузку при адаптации в среднегорье. Ульяновский медико-биологический журнал. 2017;2:117-124.

12. Сосновский ВВ. Изменения сердечного ритма в условиях интенсивной мышечной деятельности на 2-3 сутки пребывания в горах на высоте 2100 м. Актуальні наукові дослідження в сучасному світі. Мат. конф. (26-27 травня 2017). Переяслав-Хмельницький держ. пед. ун-т ім. Г. Сковороди. Переяслав-Хмельницький. 2017. С. 58-61.

13. Сосновський ВВ. Оцінка ефективності гірської підготовки як засобу підвищення рівня фізичної підготовленості бігунів на середній дистанції. Теорія і методика фізичного виховання і спорту. 2018;4:14-18.

14. Суслов ФП, Гиппенрейтер ЕБ, Холодов ЖК. Спортивная тренировка в условиях среднегорья. Москва: Советский спорт. 2003. 200 с.

15. Шпак ТВ, Кірієнко МП. Підготовка велосипедистів високої кваліфікації в умовах середньогір'я. Спортивна медицина. 2008;1:137-142.

16. Alvarez-Herms J, Julia-Sanchez S, Hamlin MJ, Corbi F, Pages T, & Viscor G. Popularity of hypoxic training methods for endurance-based professional and amateur athletes. Physiology & Behavior. 2015;143:35-38.

17. Bonetti DL, Hopkins WG. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. Sports Med. 2009;39:107-27.

18. Brocherie F, Millet GP, Hauser A, Steiner T, Rysman J, Wehrli JP, Girard O. «Live High-Train Low and High» Hypoxic Training Improves Team-Sport Performance. Medicine and Science in Sports and Exercise. 2015.2140-2149.

19. Chapman RF, Stickford AS, Lundby C, Levine BD. Timing of return from altitude training for optimal sea level performance. J. Appl Physiol. 2014;116:837-43.

20. Ilyin VN, Filippov MM, Pastukhova VA, Sosnovskiy VV. Ttraining of the athletes with use of hypoxic conditions. Вісник Черкасько-

го університету. Серія «Біологічні науки». 2017;2:11-26.

21. Saltin B. Exercise and the Environment: Focus on Altitude. Res. Quarterly Exerc. Sport. 1996;67:1-10.

22. Sinex JA, Chapman RF. Hypoxic training methods for improving endurance exercise performance. Journal of Sport and Health Science. 2015;4:325-332.

23. 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, 93:1043-1065.

LITERATURE

1. Bulatova MM, Platonov VN. Middle, high altitude and artificial hypoxia in the system of athletes' preparation. Sportivnaya meditsina. 2008;1:95-119.

2. Dmitruk AI. Hypoxia and sport: teaching guide. St. Petersburg; 2007. 44 p.

3. Zhgir BA, Kudrya ON. Re-acclimatization of athletes after being in mountains. Materialy XIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsiyi. 2019. P. 185-188.

4. Ilyin VN, Popadyukha YA, Kravchenko YV. Hardware and software complex for rhythmocardiographic assessment of the functional state of the human body. Elektronnyaya svyaz. 2001;12. P 69-71.

5. Ilyin VN, Filippov MM, Pastukhova VA, Portnichenko VI, Sosnovsky VV. Hypoxic training in the system of athletes' preparation. Patologiya, reabilitatsiya, adaptatsiya. 2017;15(2):60-72.

6. Issurin VB. Training of athletes XXI: scientific bases of training design. Moscow: Sport. 2016. 464 p.

7. Lizogub VS, Kovalenko SO, Dzyuba IO, Kudyi LI, Hryshchenko OV, Boreiko TI. Features of of central hemodynamics response and cardiac rhythm regulation to orthostatic test in patients with different body mass index. Visnyk morfologii. 2008;14(1):109-114.

8. Meerson FZ. Adaptation to altitude hypoxia. Physiology of adaptation processes. Moscow: Nauka. 1986. P. 224-248.

9. Mellenberg GV, Saydkhuzhin GR. Altitude training of elite athletes. Moscow: Valeri. 1995. 118 p.

10. Mikhailov VM. Heart rhythm variability: experience of practical application method. Ivanovo: Ivan. gos. med. akademiya. 2002. 290 p.

11. Portnichenko VI, Ilyin VN, Filippov MM. Manifestation of hypometabolic effect in respiratory system responses to loads in athletes during middle altitude adaptation. Ulyanovskiy medicobiologicheskij zhurnal. 2017;2:117-124.

12. Sosnovsky VV. Cardiac rhythm changes under intensive muscular activity after 2-3 days of staying at 2100 m altitude. Mat. konf. (26-27 May 2017). Pereiaslav-Khmelnytskyi derzh. ped. Univer-sytet im. H. Skovorody. Pereiaslav-Khmelnytskyi. 2017. P. 58-61.

13. Sosnovskiy VV. Assessment of altitude training efficiency as means of enhancing the level of physical fitness in middle distance runners. Teoriia i metodyka fizykykhovannia i sportu. 2018;4:14-18.

14. Suslov FP, Gippenreiter EB, Kholodov ZK. Sports training in middle altitude. Moscow: Sovetsky sport. 2003. 200 p.

ІНФОРМАЦІЯ ПРО АВТОРІВ

Портніченко Володимир Ілліч <https://orcid.org/0000-0003-1473-2408>, e-mail: vport@biph.kiev.ua

Інститут фізіології ім. О.О. Богомольця НАН України
Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України
01024, Київ, вул. Богомольця, 4

Ільїн Володимир Миколайович <https://orcid.org/0000-0001-7140-0659>, e-mail: ilyin_nufvsu@ukr.net

Філіппов Михайло Михайлович <https://orcid.org/000-0001-5096-7445>, e-mail: filmish@ukr.net
Національний університет фізичного виховання і спорту України
Міжнародний центр астрономічних та медико-екологічних досліджень НАН України
03150, Київ, вул. Фізкультури, 1

Коваль Сергій Борисович <https://orcid.org/0000-0002-6495-6170>, e-mail: ebismak@gmail.com
Українська військова медична академія,
01015, Київ, вул. Московська, 41/1

INFORMATION ABOUT THE AUTHORS

Portnichenko Volodymyr <https://orcid.org/0000-0003-1473-2408>, e-mail: vport@biph.kiev.ua

Bogomoletz Institute of Physiology NAS of Ukraine
International Centre of Astronomical and Medico-Ecological Research
01024, Kyiv, Bogomoletz str., 4

Ilyin Volodymyr <https://orcid.org/0000-0001-7140-0659>, e-mail: ilyin_nufvsu@ukr.net

Filippov Mykhailo <https://orcid.org/000-0001-5096-7445>, e-mail: filmish@ukr.net
National University of Ukraine on Physical Education and Sport
International Centre of Astronomical and Medico-Ecological Research
03150, Kyiv, Fizkul'tury str., 1

Koval Sergiy <https://orcid.org/0000-0002-6495-6170>, e-mail: ilyin_nufvsu@ukr.net
Ukrainian Military Medical Academy
01015, Kyiv, Moskovska str., 41/1

15. Shpak TV, Kirienko MP. Top level cyclist preparation in conditions of middle altitude. *Sportyvna medytyna*. 2008;1:137-142.

16. Alvarez-Herms J, Julia-Sanchez S, Hamlin MJ, Corbi F, Pages T, & Viscor G. Popularity of hypoxic training methods for endurance-based professional and amateur athletes. *Physiology & Behavior*. 2015;143:35-38.

17. Bonetti DL, Hopkins WG. Sea-level exercise performance following adaptation to hypoxia: a meta-analysis. *Sports Med*. 2009;39:107-27.

18. Brocherie F, Millet GP, Hauser A, Steiner T, Rysman J, Wehrli JP, Girard O. «Live High-Train Low and High» Hypoxic Training Improves Team-Sport Performance. *Medicine and Science in Sports and Exercise*. 2015;2140-2149.

19. Chapman RF, Stickford AS, Lundby C, Levine BD. Timing of return from altitude training for optimal sea level performance. *J. Appl Physiol*. 2014;116:837-43.

20. Ilyin VN, Filippov MM, Pastukhova VA, Sosnovskiy VV. Training of the athletes with use of hypoxic conditions. *Вісник Черкаського університету. Серія «Біологічні науки»*. 2017;2:11-26.

21. Saltin B. Exercise and the Environment: Focus on Altitude. *Res. Quarterly Exerc. Sport*. 1996;67:1-10.

22. Sinex JA, Chapman RF. Hypoxic training methods for improving endurance exercise performance. *Journal of Sport and Health Science*. 2015;4:325-332.

23. 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, 93:1043-1065.

Надійшла 21.12.2020