

Деякі показники гемодинаміки у гірськолижників в умовах середньогір'я

І. В. Соколов

*Інститут фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР;
Київський інститут фізичної культури*

У гірськолижному спорті, де змагання і тренування відбуваються в гірських умовах, на організм спортсмена впливає нестача кисню у вдихуваному повітрі, що посилює явища гіпоксії, які виникають при лижних навантаженнях.

Особливо швидко реагують на нестачу кисню і включаються в боротьбу за кисень дихальна і серцево-судинна системи.

Як було показано багатьма авторами, починаючи з досліджень Со-сюра, Моссо, Горбачова, Дуглас-Холдена, включаючи дослідження останнього часу [1, 2, 4, 5, 9, 10, 11, 13, 15, 17, 18, 19, 22, 24], при підйомі в гори частота серцевих скорочень і артеріальний тиск підвищуються.

Останнім часом в зв'язку з підготовкою до Олімпійських ігор в Греноблі і Мехіко на висоті понад 2000 м над рівнем моря, питання про особливості процесу акліматизації спортсменів привертає увагу не лише теоретиків, а й практиків.

Кількість праць, присвячених впливу гірського клімату на організм спортсменів, в зв'язку з цим значно збільшилась, створені наукові бригади під керівництвом Л. П. Летунова, А. В. Коробкова, І. В. Зимкіна, А. В. Гандельсмана, Н. Н. Краснопевцева, А. Б. Берштейна, Д. А. Аліпова, А. З. Колчинської та ін. по вивченню акліматизації спортсменів до гірського клімату. Більшість досліджень присвячено, проте, легкій атлетичі, весловому спорту, плаванню, боксу, альпінізму, велоспорту тощо. Про особливості реакцій організму гірськолижників на розріджене повітря є лише поодинокі відомості [7, 21]. Причому, більшість досліджень проведені у стані спокою влітку.

Наша робота є частиною комплексних досліджень кисневих режимів організму та їх регулювання у спортсменів при різних pO_2 вдихуваного повітря, що провадяться під керівництвом доктора мед. наук А. З. Колчинської у відділі вікової фізіології (зав. проф. Н. В. Лауер) Інституту фізіології ім. О. О. Богомольця АН УРСР і на кафедрі лижного та веслового спорту (зав. проф. С. К. Фомін) Київського інституту фізичної культури.

У зв'язку з тим, що особливості акліматизації спортсменів до гірських умов і проведення учбово-тренувальної роботи в умовах високогір'я становлять значний інтерес, нами були проведені дослідження на групі спортсменів-гірськолижників — членів збірних команд СРСР і ДСТ «Буревісник». Більшість обслідуваних були раніше в гірських умовах. Вік обслідуваних 18—23 роки, зріст 168—175 см, вага 65—75 кг,

стаж занять спортом від шести до десяти років, спортивний розряд — майстри спорту, кандидати в майстри спорту і спортсмени I розряду.

Наші дослідження проведені на рівнині в м. Києві та в гірських умовах на висоті 2000 м над рівнем моря (Терскол).

У 32 гірськолижників різного ступеня тренуваності вивчали показники зовнішнього дихання (частоту дихання, хвилинний і дихальний об'єми, мертвий дихальний простір, альвеолярну вентиляцію, швидкість дифузії газів крізь альвеолярно-капілярну мембрану, склад видихуваного, вдихуваного і альвеолярного повітря), гемодинаміки (частоту серцевих скорочень, артеріальний тиск, систолічний і хвилинний об'єм крові), кисень-транспортної функції крові (киснева ємкість крові, кількість гемоглобіну і еритроцитів, насичення артеріальної крові киснем, вміст O_2 в крові), параметри кисневого режиму організму (кількість O_2 , що надходить за 1 хв до легень, альвеол, транспортується артеріальною і венозною кров'ю, споживається організмом, і парціальний тиск кисню в трахеях, в альвеолах, напруження O_2 в артеріальній і венозній крові, в крові капілярів).

Досліди провадилися у стані спокою — натще після нічного сну, в умовах дослідження основного обміну, потім через півтори години після сніданку, в положенні стоячи, до спортивного навантаження (біг на 100 і 1000 м) і відразу після бігу. Біг на 100 м брали як швидкісне навантаження максимальної інтенсивності. Переборення дистанції на 1000 м прирівнювали до переборення довгих трас гігантського слалому і швидкісного спуску.

Крім цього згадані показники визначали в трасах спеціального слалому і слалому-гіганта в найближчий відновний період.

У цій статті наведені дані про зміну пульсу, артеріального тиску, хвилинного об'єму крові у стані спокою та в найближчому відновному періоді після виконання контрольних нормативів (біг на 100 і 1000 м) в умовах рівнини у м. Києві та в гірських умовах (Терскол) на висоті 2000 м (грудень 1966 р.) на другий і десятий дні перебування в горах.

Учбово-тренувальну роботу з спортсменами провадили за раніше складеним планом, причому у перші три дні перебування на висоті 2000 м тренування провадили за триденним циклом, і навантаження було нижче середнього, надалі заняття провадили за чотириденним циклом тренувань зі збільшенням об'єму та інтенсивності навантаження і проведенням занять на більшій висоті (2700—3000 м над рівнем моря).

За загальноприйнятими даними, кількість серцевих скорочень у людини середнього віку, яка не займається спортом, у стані спокою становить близько 70 ударів на хвилину. У досліджуваних гірськолижників в умовах рівнини у стані спокою пульс становив $60 \pm 6,4$ ударів на хвилину (нижня границя норми).

На третій день перебування на висоті 2000 м у всіх спортсменів помітно почастишали серцеві скорочення. У середньому в стані спокою пульс становив $74 \pm 3,2$ ударів на хвилину.

На третій і четвертий дні перебування на висоті 2000 м пульс у гірськолижників знизився до 74—69 ударів на хвилину, і вже на п'ятий-шостий день відновився до вихідного рівня (близько 61 удару на хвилину). На сьомий, восьмий, дев'ятий, і десятий дні перебування в горах кількість серцевих скорочень становила в середньому $57,6 \pm 3,9$ ударів на хвилину (рис. 1).

У м. Києві артеріальний тиск становив у середньому 113/72 мм рт. ст., що перебуває в межах нижніх границь норми для нетренованих осіб.

На третій день перебування в горах артеріальний тиск підвищився. Систолічний тиск становив 122 ± 8 мм рт. ст., діастолічний — 75 ± 4 мм рт. ст.

Артеріальний тиск практично був підвищений на третій, четвертий, п'ятий дні перебування в горах. На шостий день артеріальний тиск досягнув показників, характерних для рівнини ($111/72 \pm 10,3/7,7$ мм рт. ст.).

На сьомий і десятий дні перебування в горах артеріальний тиск стабілізувався і становив $105/70 \pm 6,4$ мм рт. ст., що було трохи нижче тиску в умовах рівнини.

Хвилиний об'єм крові (ХОК) в умовах м. Києва становив близько 4020 мл. На третій день перебування в горах ХОК збільшився до 5032 ± 7 мл, на шостий-сьомий дні — повернувся до норми, одержаної на рівнині ($4026 \pm 5,8$ мл).

Прискорення пульсу та підвищення артеріального тиску в стані спокою у спортсменів в горах спостерігали багато авторів [7, 16, 20].

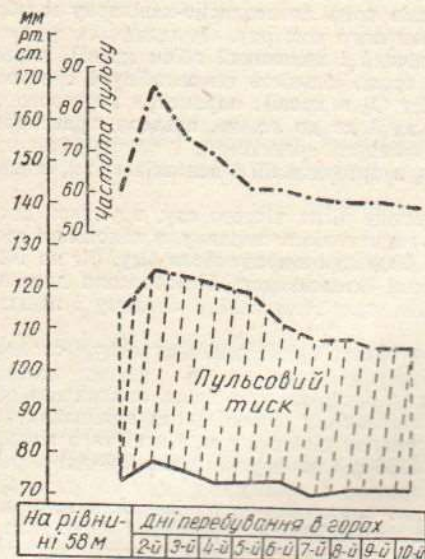


Рис. 1. Зміна частоти серцевих скорочень та систолічного і діастолічного тиску у гірськолижників у перші десять днів перебування в горах у стані спокою (умови для дослідження основного обміну).

Суцільна лінія — діастолічний тиск, переривиста — систолічний, штрих-пунктирна — пульс.

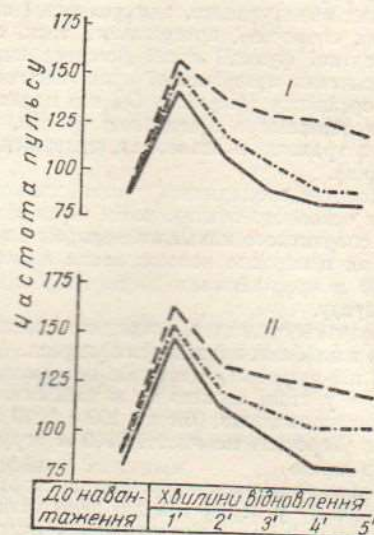


Рис. 2. Зміна частоти серцевих скорочень гірськолижників у відновному періоді після бігу на 100 м (I) та 1000 м (II) на рівнині (перша лінія в низу), на висоті 2000 м на другий день перебування (перша лінія вгорі), на висоті 2000 м на десятий день перебування (середня лінія) в горах.

Суцільна лінія — рівнина (58 м), переривиста — другий і штрих-пунктирна — десятий день перебування на висоті 2300 м.

При виконанні контрольного нормативу бігу на 100 м у змаганнях гірськолижників в м. Києві пульс до навантаження у положенні стоячи становив $87 \pm 5,8$ ударів на хвилину. Після закінчення бігу в першу хвилину відновлення пульс становив у середньому $141 \pm 5,8$ ударів на хвилину, а на четвертій і п'ятій хвилинах приходив до норми і навіть трохи поріджувався порівняно з величиною пульсу до навантаження і становив $84 \pm 3,9$ ударів на хвилину.

В умовах високогір'я на другий день перебування в горах кількість серцевих скорочень до навантаження у обслідуваних у положенні стоячи становила $91 \pm 3,8$ ударів на хвилину. У першу хвилину після бігу на 100 м пульс у середньому становив $157 \pm 12,3$ ударів на хвилину. На другій — п'ятій хвилинах кількість серцевих скорочень за хвилину зменшилась, у середньому становлячи $119 \pm 9,74$ ударів на хвилину, але вихідного рівня до навантаження пульс протягом п'яти хвилин відновного періоду не досягав у жодного спортсмена.

Проведені дослідження на десятий день перебування в горах показали, що кількість серцевих скорочень на четвертій і п'ятій хвилинах після бігу на 100 м становила 91,8 ударів на хвилину і була під-

вищена всього на 3,8 ударів на хвилину порівняно з пульсом до навантаження, а у частини спортсменів пульс на четвертій і п'ятій хвилинах нормалізувався до показників, характерних на рівнині (рис. 2).

Вимірювання артеріального тиску після бігу на 100 м в умовах рівнини і на висоті дало такі результати: в умовах рівнини артеріальний тиск до навантаження становив у середньому $118/71 \pm \pm 8/5$ мм рт. ст., а після бігу в першу хвилину підвищився до $145/78 \pm \pm 6/7$ мм рт. ст., але вже на третій, четвертій і п'ятій хвилинах нормалізувався і становив у середньому $119/70 \pm \pm 9/6$ мм рт. ст. (рис. 3).

На третій день перебування на висоті 2000 м після бігу на 100 м артеріальний тиск до навантаження у середньому становив $126/75 \pm \pm 4/5$ мм рт. ст., а на першій хвилині після бігу — $155/88 \pm \pm 16/11$ мм рт. ст. На другій — п'ятій хвилинах як систолічний, так і діастолічний артеріальний тиск знижувався і на п'ятій хвилині становив $138/81 \pm \pm 10/8$ мм рт. ст., проте не досягав показників, зареєстрованих в нормі до навантаження і був значно підвищений порівняно з рівниною (рис. 3).

На десятій день перебування на висоті 2000 м артеріальний тиск у спортсменів до навантаження був у середньому однаковим і становив $120/70 \pm \pm 4/5$ мм рт. ст., після бігу на 100 м він підвищився на першій хвилині у середньому на $148/82 \pm \pm 4/5$ мм рт. ст., надалі відбувалось зниження тиску, і на п'ятій хвилині він нормалізувався ($123/70 \pm \pm 4/4$ мм рт. ст.).

Хвилинний об'єм крові (ХОК) в умовах м. Києва до навантаження становив $5890 \pm 6,2$ мл, а на першій хвилині після бігу на 100 м збільшився до 11316 мл. Надалі відбувалось зниження, і вже на четвертій і п'ятій хвилинах ХОК прийшов до норми і в середньому становив $5944 \pm 5,3$ мл.

На висоті 2000 м на третій день перебування в горах ХОК до навантаження становив 6090 мл, а після бігу на 100 м у спортсменів у середньому становив 10990 ± 6 мл; протягом п'яти хвилин відновного періоду ХОК не відновився до показників, зареєстрованих до навантаження і становив $7503 \pm 3,5$ мл.

На десятій день перебування в горах ХОК у гірськолижників до навантаження становив 6431 ± 5 , а після бігу на 100 м у першу хвилину ХОК збільшився в середньому до 11513 ± 4 мл і вже на третій — п'ятій хвилинах відновного періоду повернувся до норми, характерної для спортсменів до навантаження і становив 6348 ± 5 мл.

Визначення пульсових скорочень після бігу на 1000 м в умовах рівнини і на висоті 2000 м показали, що в умовах рівнини вони на першій хвилині у обслідуваних гірськолижників становили у середньому 148 ударів на хвилину, а на четвертій і п'ятій хвилинах майже у всіх обслідуваних відновились до рівня, який був зареєстрований до навантаження, тобто, дорівнював у середньому 82 удари на хвилину.

На третій день перебування в горах після бігу на 1000 м пульс у першу хвилину становив 160,8 ударів на хвилину. На другій і п'ятій хвилинах кількість скорочень серця за хвилину зменшувалась, але до вихідних показників до навантаження (87 ударів на хвилину) пульс не прийшов у жодного спортсмена і в середньому на п'ятій хвилині становив $120 \pm 7,7$ ударів на хвилину.

Дослідження після бігу на 1000 м на десятій день перебування в горах показали зменшення пульсових скорочень на п'ятій хвилині до $104 \pm 3,9$ ударів на хвилину порівняно з третім днем перебування на висоті 2000 м, але вихідного рівня до навантаження ($84 \pm 3,2$ ударів на хвилину) пульс протягом 5 хв не досягав.

В умовах рівнини артеріальний тиск становив у середньому $119/71 \pm 1/58$ мм рт. ст., після бігу на 1000 м на першій хвилині він підвищився у середньому до $158/81 \pm 9,7/4,5$ мм рт. ст. Надалі відбувалось відновлення, і на п'ятій хвилині артеріальний тиск становив $122/73 \pm 8,4/5,1$ мм рт. ст., тобто можна вважати, що він нормалізувався.

На третій день перебування в горах на висоті 2000 м до навантаження артеріальний тиск у середньому становив $126/75 \pm$

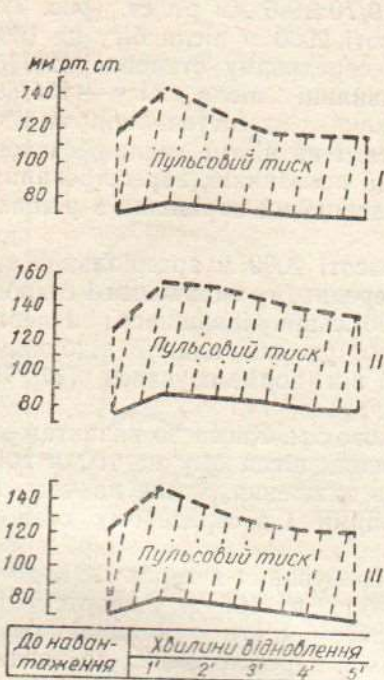


Рис. 3. Зміна артеріального тиску у гірськолижників після бігу на 100 м на рівнині (I) і на другий (II) та десятій (III) дні перебування на висоті 2300 м. Суцільна лінія — діастолічний тиск, переривиста — систолічний тиск.

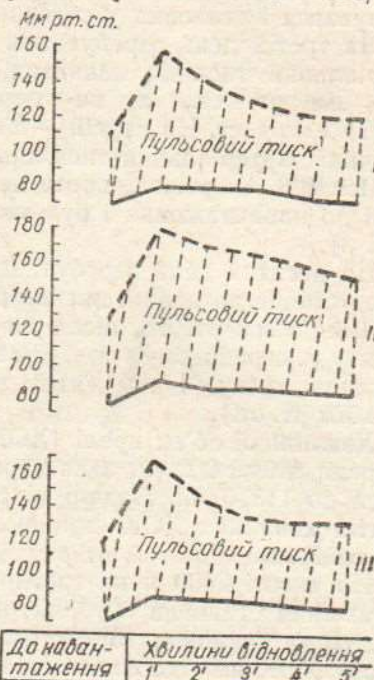


Рис. 4. Зміна артеріального тиску у гірськолижників після бігу на 1000 м на рівнині (I) і на другий (II) та десятій (III) дні перебування на висоті 2000 м.

Умовні позначення див. рис. 3.

$\pm 5,1/5,1$ мм рт. ст., на першій хвилині після бігу на 1000 м артеріальний тиск підвищився до $180/90 \pm 22/11,0$ мм рт. ст. (рис. 4).

Наприкінці відновлення на п'ятій хвилині артеріальний тиск становив $153/82 \pm 11,6/9,0$ мм рт. ст. На десятій день перебування в горах артеріальний тиск до навантаження становив $118/71 \pm \pm 4,8/5,1$ мм рт. ст., а після бігу на першій хвилині досягав $168/87 \pm \pm 14,2/6,4$ мм рт. ст. На другій і п'ятій хвилинах відзначалось зниження артеріального тиску, і на п'ятій хвилині він становив $132/81 \pm \pm 7,7/7,1$ мм рт. ст., але вихідних показників зареєстрованих до навантаження, артеріальний тиск після бігу на 1000 м протягом 5 хв відновного періоду не досягав.

Дані хвилинного об'єму крові у спортсменів-гірськолижників після виконання контрольного нормативу бігу на 1000 м в умовах рівнини і високогір'я такі: в умовах м. Києва ХОК до навантаження — $5822 \pm \pm 6$ мл, а після бігу на 1000 м — $11840 \pm 4,5$ мл; надалі відбувалося зменшення ХОК, і на п'ятій хвилині він нормалізувався і становив $5810 \pm 4,5$ мл.

На третій день перебування в умовах Приельбрусся на висоті 2000 м ХОК до навантаження (біг на 1000 м) становив $6090 \pm 5,8$ мл, у першу хвилину відновного періоду збільшився до 12 960, а на п'ятій хвилині становив $9120 \pm 6,8$ мл, не повертаючись до вихідних даних до навантаження.

Досліди, проведені на десятий день перебування в горах, показали, що ХОК до бігу на 1000 м у спортсменів становив $6375 \pm 4,2$ мл, після навантаження у першу хвилину збільшувався до 11934 ± 5 мл і на другій-третьій і четвертій-п'ятій хвилинах ХОК зменшувався, наближаючись до вихідних показників до навантаження, а на п'ятій хвилині становив $6798 \pm 4,8$ мл.

Спортивні результати, показані обслідуваними гірськолижниками в бігу на 100 і 1000 м в умовах м. Києва і на висоті 2000 м над рівнем моря на третій і десятий дні перебування, були різними. В бігу на 100 м в умовах рівнини і на висоті 2000 м на третій і десятий дні перебування спортивні результати обслідуваних нами спортсменів не змінились.

Спортивні показники в бігу на 100 м на третій день перебування в горах були значно гірші, ніж в умовах рівнини в середньому на 14,2 сек, а на десятий день перебування в горах відзначено поліпшення спортивних результатів порівняно з результатами, одержаними на третій день перебування на висоті 2000 м, але вони були гірші, ніж у бігу на цю ж дистанцію у м. Києві.

Висновки

1. У стані спокою пульс і артеріальний тиск у перші дні перебування в горах на висоті 2000 м проявляє тенденцію до підвищення, причому систолічний тиск більше, ніж діастолічний. Зміни цих показників гемодинаміки ведуть до деякого збільшення ХОК. На дев'ятий-десятий дні відзначено порушення серцевих скорочень, деяке зниження артеріального тиску, що викликає зменшення ХОК у стані спокою на п'ятий-шостий і, особливо, на дев'ятий-десятий дні перебування в горах.

2. Під час фізичних навантажень (біг на 100 і 1000 м) гіпоксія сильно впливає на діяльність серцево-судинної системи. На третій день перебування в горах відзначено різке почастішання пульсу і підвищення артеріального тиску. Подовжується відновний період.

3. На третій і десятий дні перебування в горах зміни показників гемодинаміки при бігу на 100 м майже не позначались на спортивних результатах, що дає можливість припустити, що на коротке навантаження швидкісного характеру висота 2000 м істотно не впливає.

4. Біг на 1000 м тривалістю понад 3 хв на третій і десятий дні перебування на висоті 2000 м при гірших спортивних результатах помітно впливає на серцево-судинну систему. Відновний період у горах подовжується порівняно з відновним періодом при нормальному атмосферному тиску.

5. У період акліматизації до висоти 2000 м можна провадити учбові тренування з гірськолижного спорту на коротких відрізках гірських трас, застосовуючи повторний метод тренувань, і лише на 10—14-й дні перебування на висоті 2000 м приступати до більшого об'єму навантажень.

Література

1. Авазбакиєва М. Ф.— Влияние климата Казахстана и Киргизии на организм человека, Алма-Ата, АН КазССР, 1958, 208.
2. Алипов Д. А.— В сб.: Труды конфер. по высокогорью и холодовой травме, АН Киргизской ССР, Фрунзе, 1962, 141.

3. Алипов Д. А.—Теория и практика физкультуры, 1965, 5.
4. Байченко И. П.—В кн.: Труды Эльбрусск. экспед. АН СССР и ВИЭМ, 1934 и 1935, М.—Л., АН СССР, 1936, 351.
5. Байченко И. П.—Бюлл. Всесоюзн. ин-та exper. мед., 1935, 2, 31.
6. Гандельсман А. Б.—В сб.: Материалы научн. конфер. соц. стран по проблемам спортивной тренировки. М., 1967.
7. Горяная Г. А.—Автореф. дисс. «Некоторые вопросы акклиматизации горнолыжников к горному климату», К., 1966.
8. Дембо А. Г., Тесленко Ж. А., Проэктор М. Л., Левин М. Я.—Теория и практика физ. культуры, 1965.
9. Колчинская А. З.—Недостаток кислорода и возраст, К., «Наукова думка», 1964.
10. Колчинская А. З.—В сб.: Труды конфер., посвящ. вопросам акклиматизации. Алма-Ата, 1965.
11. Колчинская А. З.—В сб.: Физиол. механизмы адаптации человека к природным факторам среды, Новосибирск, 1967.
12. Коробков А. В.—В сб.: Материалы научной конфер. соц. стран по проблемам спорт. тренировки. М., 1967.
13. Крестовников А. Н.—Физиология спорта, ФиС, 1939, 412.
14. Летунов С. П., Иорданская Ф. А., Немирович-Данченко О. Д.—Теория и практика физ. культуры, 1965, 4.
15. Маршак М. Е.—Регуляция дыхания у человека, М., Медгиз, 1961, 267.
16. Моногаров В. Д., Данилейко В. И.—Теория и практика физ. культуры, 1964, 12.
17. Сиротинин Н. Н.—В сб.: Труды Татарского ин-та теор. и клинич. мед., 1934, 1, 28.
18. Сиротинин М. М.—Життя на висотах і хвороба висоти. К., 1939, 225.
19. Слоним А. Д., Попугаева А. Г., Марголина О. И., Руттербург С. О., Лупинская З. А., Избинский А. Л.—В кн.: Опыт изучения регуляторных физиол. функций в естеств. условиях существования организмов. М.—Л., АН СССР, 1949, 180.
20. Соколов Л. С.—Теория и практика физ. культуры, 1964, 3.
21. Станкевич В. М., Соколов Л. С.—Теория и практика физ. культуры, 1962, 6.
22. Туранов В. В.—Тезисы докл. научн. конфер. по физиол. и патол. дыхания, гипо- и гиперокс. и кислородной терапии, К., АН УССР, 1965, 186.
23. Фарфель В. С.—В сб.: Материалы научной конфер. соц. стран по проблемам спорт. тренировки. М., 1967.
24. Филатова Л. Г.—Исследования по физиол. высотной акклиматизации животных и человека. Фрунзе, 1961, 265.

Надійшла до редакції
20.X 1967 р.

Некоторые показатели гемодинамики у горнолыжников в условиях среднегорья

И. В. Соколов

*Институт физиологии им. А. А. Богомольца АН УССР;
Киевский институт физической культуры*

Резюме

Приведены данные исследований ряда показателей гемодинамики у горнолыжников в условиях среднегорья. Показано, что в состоянии покоя пульс и артериальное давление в первые дни пребывания в горах на высоте 2000 м имеют тенденцию к повышению, причем, систолическое давление растет больше, чем диастолическое. Изменения этих показателей гемодинамики ведут к некоторому увеличению минутного объема крови. К девятому-десятому дням отмечено урежение сердечных сокращений, некоторое снижение артериального давления, что ведет к уменьшению минутного объема крови в покое к пятому-шестому и, особенно, к девятому-десятому дням пребывания в горах. Во время физических нагрузок (бег на 100 и 1000 м) гипоксия особенно

влияет на деятельность сердечно-сосудистой системы. На третий день пребывания в горах отмечено более резкое учащение пульса и повышение артериального давления. Удлиняется восстановительный период.

На третий и десятый дни пребывания в горах изменения показателей гемодинамики при беге на 100 м почти не отразились на спортивных результатах, что дает возможность предположить, что на короткую работу скоростного характера высота 2000 м существенного влияния не оказывает.

Бег на 1000 м продолжительностью более трех минут на третий и даже десятый дни пребывания на высоте 2000 м при худших спортивных результатах оказывает заметное влияние на сердечно-сосудистую систему. Восстановительный период удлиняется по сравнению с восстановительным периодом при нормальном атмосферном давлении. В период акклиматизации к высоте 2000 м можно проводить учебно-тренировочные занятия по горнолыжному спорту на коротких отрезках горных трасс, используя повторный метод тренировок, и лишь, на 10—14-й дни пребывания на высоте 2000 м переходить к большему объему нагрузок.

Some Indices of Hemodynamics in Mountain-Skiers under Conditions of Middle Mountains

I. V. Sokolov

*The A. A. Bogomoletz Institute of Physiology, Academy of Sciences, Ukrainian SSR,
Institute of Physical Culture, Kiev*

S u m m a r y

The results are given of investigation of some hemodynamics indices in mountain-skiers under conditions of middle mountains.

On the 3d and 10th days of staying in mountains the change in hemodynamics indices during 100 m race had almost no influence on the sports results, which gives the possibility to suppose that an altitude of 2000 m does not affect essentially the high-speed work for a short period of time.

1000 m race for more than 3 min on the 3d and even 10th days of staying at an altitude of 2000 m and with worse sports results has a considerable influence on the cardiovascular system. The refreshment period is prolonged in comparison with that under the normal atmospheric pressure. During the period of acclimatization to 2000 m the training on mountain skiing can be conducted on short sections of mountain tracks, using the repeated method of trainings, and only on the 10th—14th days of staging at an altitude of 2000 m it is possible to pass on to a more serious training.