

The methodology of an estimation of productivity of shoots for goal in football is presented. Results of testing of juvenile football players for the given technique are provided.

Keywords: football, shoots for goal, methodology of an estimation of productivity.

Отримано 29.04.17

УДК 796.012.412.5 : 371.214.114

О.В. Ротар, О.І. Колісник

ПРИРОДНА ГІПОКСІЯ ТА ЇЇ ВПЛИВ НА ОРГАНІЗМ СПОРТСМЕНІВ

У статті розглядаються наукові дані щодо впливу природної гіпоксії на організм спортсменів під час перебування їх у гірських умовах. Наведено основні види адаптаційних реакцій, які виникають у спортсменів під час перебування в горах та ряд поєднаних пристосувальних механізмів. Доказано, що вирішальним фактором, від якого залежить ефективність тренування в гірських умовах є оптимальний рівень тренувальних і змагальних навантажень, виконуваних в гірських умовах.

Ключові слова: гіпоксія, адаптація, спортсмени, тренування, середньогір'я.

Постановка проблеми та аналіз результатів останніх досліджень. Підготовки спортсменів у гірських умовах привернула широку увагу фахівців у галузі спорту. Спочатку інтереси дослідників обмежувалися проблемою акліматизації в умовах середньогір'я, оскільки значне зменшення парціального тиску кисню у повітрі впливає на працездатність спортсменів, на їх толерантність до навантажень, на діяльність найважливіших функціональних систем організму [1, 3].

Тренування в умовах гіпоксії стало розглядатися не лише як фактор успішної підготовки до змагань, що проводяться в гірській місцевості, але і як засіб ефективної мобілізації функціональних резервів та переведення на новий, вищий рівень адаптації організму кваліфікованих спортсменів для їх участі в змаганнях в умовах рівнини [7].

Основний висновок більшості наукових робіт полягає в тому, що гірська акліматизація пов'язана з підвищенням здатності організму працювати в умовах кисневої недостатності. Адаптація спортсменів до висотної гіпоксії є складною інтегральною реакцією, до якої залучаються різні системи організму. Найбільш вираженими виявляються зміни з боку серцево-судинної системи, апарату кровотворення, зовнішнього дихання та газообміну, що зумовлює інтерес до висотної гіпоксії фахівців у галузі спорту [2].

За даними Brooks (1991), у перші дні перебування в середньогір'ї, при виконанні помірних фізичних навантажень, спостерігається збільшення анаеробного гліколізу і підвищення в крові і м'язовій тканині рівня лактату. Проте Greenetal (1992), вказують, що через два– три тижні після перебування в горах інтенсивність гліколізу і утворення лактату при таких же навантаженнях знижується і наближається до умов рівнини. Од-ночасно відзначається підвищення вмісту вільних жирних кислот у м'язовій тканині і поліпшується метаболічна регуляція процесів енергозабезпечення [9].

В системі гіпоксичного тренування спортсменів повинне займати природне тренування в горах, що викликає виражені реакції і ефективний перебіг адаптації в порівнянні з гіпоксичним тренуванням у штучно створених умовах [6].

Мета дослідження – узагальнення наукових даних щодо впливу природної гіпоксії на організм спортсменів, під тренування в горах.

Методи дослідження. Використано теоретичний аналіз та узагальнення матеріалів вітчизняних і зарубіжних наукових джерел, що стосуються оцінки впливу природної гіпоксії та особливостей адаптаційних реакцій організму під час перебування спортсменів у гірських умовах.

Результати дослідження та їх обговорення. Постійно зростає інтерес до умов середньогір'я і високогір'я у зв'язку з розширенням кількості змагань, що проводяться в гірських умовах. Перш за все, це більшість зимових видів спорту, змагання в яких останніми роками проводяться в основному в умовах середньогір'я. В даний час в умовах середньогір'я часто проводяться змагання і в інших видах спорту, зокрема у велосипедному спорті і легкій атлетіці. Прагнення проводити змагання в гірських умовах до певної міри обумовлюється і бажанням створити спортсменам кращі умови для встановлення світових рекордів в таких видах спорту, як легка атлетика (біг, стрибки), ковзанярський спорт, оскільки результат в цих видах значною мірою визначається опором повітря.

Негативні результати використання гірської підготовки у видах спорту, пов'язаних з проявом витривалості, з метою подальшого

поліпшення результатів в змаганнях, що проводяться на рівнині, були викликані недоліками в побудові тренування в горах, а не відсутністю позитивного впливу висотної гіпоксії на функціональні можливості спортсменів. Висока ефективність гірської підготовки як високоефективного засобу підвищення функціональних можливостей спортсменів і спортивних результатів у всіх видах спорту, пов'язаних з проявом витривалості спортсменів.

У літературі зустрічаються різні позначення гірських рівнів – «високогір'я», «середньогір'я», «низькогір'я», «великі, малі і помірні висоти», «гірський, середньогірський високогірний клімат» та інші, що, на жаль, приводить до істотних суперечностей у зв'язку з різним розумінням цих термінів. Одні автори вважають середньогірський клімат на висоті до 1000–1200 м, інші – до 2000 – 2500 м; то ж і відносно високогірного клімату: у одних випадках високогірним вважають клімат на висоті понад 1200 м, в інших – понад 2000 –2500 м. Проте у всіх випадках при класифікації гірських умов за основу беруть показник, що найрадикальніше впливає на організм людини, – гіпоксія, хоча ніхто не заперечує істотного впливу і інших природних чинників.

Більшість фахівців, спираючись на аналіз фізіологічних реакцій на перебування і тренування в гірських умовах, пропонують наступну класифікацію.

Низькогір'я – 800–1000 м над рівнем моря. На цій висоті в умовах спокою і при помірних навантаженнях ще не виявляється істотний вплив недолику кисню на фізіологічні функції. Тільки при дуже великих навантаженнях наголошуються виражені функціональні зміни.

Середньогір'я – від 800–1000 до 2500 м над рівнем моря. Для цієї зони характерне виникнення функціональних змін вже при помірних навантаженнях, хоча в стані спокою чоловік, як правило, не випробовує негативного впливу недолику кисню.

Високогір'я – понад 2500 м над рівнем моря. У цій зоні вже в стані спокою виявляються функціональні зміни в організмі, що свідчать про кисневу недостатність. Адаптація людини до висотної гіпоксії є складною інтегральною реакцією, до якої залучаються різні системи організму. Найбільш вираженими виявляються зміни з боку серцево-судинної системи, апарату кровотворення, зовнішнього дихання і газообміну, що зумовлює інтерес до висотної гіпоксії фахівців в області спорту. Зрозуміло, що інтегрована і координована перебудова функцій на субклітинному, клітинному, органному, системному рівнях можлива лише завдяки перебудові функцій систем, регулюючих цілісні фізіологічні відповіді. Звідси стає очевидним, що адаптація неможлива без адекватної перебудови функцій нервової і ендокринної систем, що за-

безпечують тонку регуляцію фізіологічних відправлень різноманітних систем [7].

Основні адаптаційні реакції, обумовлені перебуванням в гірських умовах, наступні:

- збільшення легеневої вентиляції;
- збільшення серцевого викиду;
- збільшення вмісту гемоглобіну;
- збільшення кількості еритроцитів;
- підвищення в еритроцитах 2,3-дифосфогліцерата (ДФГ), що сприяє виведенню кисню з гемоглобіну;

сприяє виведенню кисню з гемоглобіну;

- збільшення кількості міоглобіну, що полегшує споживання кисню;

- збільшення розміру і кількості мітохондрій;
- збільшення кількості окислювальних ферментів.

Серед чинників, що впливають на організм людини в гірських умовах, найважливішими являються зниження атмосферного тиску, щільність атмосферного повітря, зниження парціального тиску кисню. Решта чинників (зменшення вологості повітря і сили гравітації, підвищена сонячна радіація, знижена температура і ін.), також, поза сумнівом, що впливають на функціональні реакції організму людини, грають другорядну роль. Проте слід враховувати чинники, згідно яким температура навколишнього середовища знижується на 2 °С через кожних 300 м висоти, а пряме ультрафіолетове випромінювання збільшується на 35 % вже при підйомі на 1000 м.

Зниження парціального тиску кисню із збільшенням висоти і пов'язане з ним наростання явищ гіпоксії призводить до зниження кількості кисню в альвеолярному повітрі і, природно, до погіршення постачання тканин киснем [2].

Залежно від ступеня гіпоксії зменшується як парціальний тиск кисню в крові, так і насичення гемоглобіну киснем. Відповідно зменшується градієнт тиску кисню між капілярною кров'ю і тканинами, погіршується перехід кисню в тканині. При цьому важливішим чинником в розвитку гіпоксії є зниження парціального тиску кисню в артеріальній крові, чим зміна насичення її киснем.

В умовах сереньогір'я і, особливо, високогір'я істотно зменшуються величини максимальної ЧСС, максимального об'єму систоли і серцевого викиду, швидкості транспорту кисню артеріальною кров'ю і, як наслідок, максимального споживання кисню [1]. У числі чинників, що обумовлюють ці реакції, разом із зниженням парціального тиску кисню, що призводить до зниження скоротливої здатності міокарду, необхідно назвати зміну рідинного балансу, що викликає підвищення в'язкості крові.

Відразу після переміщення в гори в організмі людини, що потрапила в умови гіпоксії, мобілізуються компенсаторні механізми захисту від недоліку кисню. Помітні зміни в діяльності різних систем організму спостерігаються вже починаючи з висоти 1000–1200 м над рівнем моря.

У людей, не адаптованих до гірських умов, ЧСС у спокої, і особливо при виконанні стандартних навантажень, може збільшуватися вже на висоті 800–1000 м над рівнем моря. Особливо яскраво компенсаторні реакції виявляються при виконанні стандартних навантажень. У цьому можна легко переконатися, розглядаючи динаміку збільшення концентрації лактату в крові при виконанні стандартних навантажень на різній висоті. Якщо виконання таких навантажень на висоті 1500 м веде до збільшення лактату всього на 30 % в порівнянні з даними, отриманими на рівнині, то на висоті 3000–3500 м воно досягає 170–240%.

Розглянемо характер пристосовних реакцій до висотної гіпоксії на різних стадіях процесу адаптації. При цьому, природно, зупинимося на термінових і довготривалих адаптаційних реакціях функціональних систем і механізмів, які мають першочергове значення для спорту вищих досягнень

У першій стадії (гостра адаптація) гіпоксичні умови приводять до виникнення гіпоксемії і тим самим різко порушують гомеостаз організму, викликаючи ряд взаємозв'язаних процесів. По-перше, активізуються функції систем, відповідальних за транспорт кисню з навколишнього середовища в організм і його розподіл усередині організму: гіпервентиляція легенів, збільшення серцевого викиду, розширення судин мозку і серця, звуження судин органів черевної порожнини і м'язів та ін [3].

Одній з перших гемодинамічних реакцій при підйомі на висоту є почастішання серцевих скорочень, підвищення легеневого артеріального тиску в результаті спазму легеневих артерій, що забезпечує регіональний перерозподіл крові і зменшення артеріальної гіпоксемії.

Разом з підвищенням легеневого артеріального тиску відбувається істотне підвищення ЧСС і серцевого викиду, що особливо яскраво виявляється в перші дні перебування в горах. На висоті 2000–2500 м ЧСС підвищується на 4–6 уд/хв., серцевий викид – на 0,3–0,4 л/хв. На висоті 3000–4000 м ці зміни можуть досягати відповідно 8–10 уд/хв і 0,6–0,8 л/хв. Через декілька днів величини серцевого викиду повертаються до рівнинного рівня, що є наслідком підвищення здатності м'язів до утилізації кисню з крові, що виявляється в збільшенні артеріовенозної різниці по кисню [6]. Збільшується і об'єм циркулюючої крові: у перші дні перебування в горах – в результаті рефлекторного викиду з депо і перерозподілу крові [8], а надалі – унаслідок посилення кровотворення.

Паралельно з гемодинамічними реакціями у людей, що опинилися в умовах гіпоксії, відбуваються виражені зміни зовнішнього дихання і газообміну. Збільшення вентиляції легенів наголошується вже на висоті близько 1000 м в основному за рахунок деякого збільшення глибини дихання. Фізичні навантаження роблять цю реакцію більш вираженою: стандартні навантаження на висоті 900–1200 м над рівнем моря приводять до достовірного збільшення в порівнянні з рівнинними умовами легеневої вентиляції за рахунок як глибини, так і частоти дихання. Збільшення легеневої і альвеолярної вентиляції веде до підвищення вуглекислого газу в альвеолах, що сприяє підвищенню насичення артеріальної крові киснем. Із збільшенням висоти реакції носять явно виражений характер навіть у чоловіків, тренуваних і адаптованих до умов гір.

Максимальна аеробна потужність після прибуття в умови середнегор'я і високогір'я істотно знижується і залишається зниженою, не дивлячись на швидке і істотне підвищення гемоглобіну. Обмеження максимального рівня споживання кисню значною мірою визначається також розвитком гіпоксії міокарду, яка є основною причиною зменшення серцевого викиду, і підвищенням навантаження на респіраторні м'язи, що вимагає додаткового кисню.

Одні з найбільш гострих реакцій, що протікають в організмі людини вже протягом перших годин перебування в горах, є поліцитемія (підвищення кількості еритроцитів і гемоглобіну). Інтенсивність цієї реакції визначається, швидкістю підйому в гори, індивідуальними особливостями людей. Вже через декілька годин після підйому в гори знижується об'єм плазми унаслідок підвищення втрат рідини, викликаних сухістю повітря. Це приводить до збільшення концентрації еритроцитів, підвищуючи киснево-транспортну здатність крові [1].

Ретикулоцитоз починається наступного дня після підйому в гори, що є віддзеркаленням посиленої діяльності кісткового мозку. Нестача кисню сама по собі стимулює виділення еритропоетину, що виявляється вже через три години після прибуття на висоту. Максимальне виділення еритропоетина досягається через 24–48 год.

З часом при адаптації до гірських умов, коли загальна кількість еритроцитів зростає і стабілізується на новому рівні ретикулоцитоз припиняється. На дуже великих висотах значне збільшення еритроцитної маси може настільки підвищити в'язкість крові, що вона буде обмежувати серцевий викид.

Перебування жителів рівнин в умовах середнегір'я і високогір'я достатньо швидко призводить до збільшення кількості еритроцитів і концентрації гемоглобіну, що лежить в основі істотного поліпшення по-

стачання тканин киснем. Киснева ємкість крові зростає при збільшенні висоти. На рівні моря вона складає 17–18,5%, на висоті 1850–2000 м – 20–22%, на висоті 3500–4000 м – 25–27,5%.

Серед чинників, що забезпечують підвищення працездатності і максимального споживання кисню в результаті перебування і тренування в горах, васкуляризація і пов'язане з нею збільшення капілярного кровотоку в м'язах знаходяться в числі найважливіших [4].

Подібні зміни відбуваються і в головному мозку, який володіє найбільш високою чутливістю до недоліку кисню. Тривале перебування в горах приводить до значного збільшення числа і протяжності мозкових капілярів, сприяючи посиленню кровопостачання головного мозку.

Дослідження свідчать про те, що тренування в середніх горах є могутнім чинником підвищення економічності роботи. Згідно з отриманими результатами 12-тижневе тренування марафонців в умовах гір привело до достовірного зниження кисневого боргу із стандартною швидкістю. Узагальнення результатів численних досліджень, проведених з проблеми адаптації людини до умов висотної гіпоксії, дозволило виділити ряд координованих між собою пристосовних механізмів: 1) механізми, мобілізація яких може забезпечити достатнє надходження кисню в організм, не дивлячись на дефіцит його в середовищі: гіпервентиляція; гіперфункція серця, що забезпечує рух від легенів до тканин збільшеної кількості крові; 2) поліцитемія і відповідне збільшення кисневої ємкості крові; 3) механізми, що роблять можливим достатнє надходження кисню до мозку, серця і інших життєво важливих органів, не дивлячись на гіпоксемію, а саме: розширення артерій і капілярів мозку, серця; 4) зменшення дифузійної відстані для кисню між капілярною стінкою і мітохондріями кліток за рахунок утворення нових капілярів і зміни властивостей клітинних мембран; 5) збільшення здатності кліток утилізувати кисень унаслідок зростання концентрації міоглобіну; збільшення здатності кліток і тканин утилізувати кисень з крові і утворювати АТФ, не дивлячись на недолік кисню; 6) збільшення анаеробного ресинтезу АТФ за рахунок активації гліколізу, оцінюване багатьма дослідниками як істотний механізм адаптації.

Висновок. Головним і вирішальним фактором, від якого залежить ефективність тренування в гірських умовах є оптимальний рівень тренувальних і змагальних навантажень, виконуваних на гірському етапі, а також перед його початком і після спуску на рівнину. Тільки за цих умов можливий прояв сумарного ефекту, вираженого в підвищенні досягнень спортсменів. Це є основною педагогічною передумовою до обґрунтування та розробки методики підготовки спортсменів у гірських умовах.

Список використаних джерел:

1. Адаптационные реакции и урони реактивности как эффективные диагностические показатели донозологических состояний / Л. Х. Гаркави [и др.] // Вестник Южного научного центра. – 2007. – Т. 3. – № 1. – С. 61–66.
2. Волков Н. И. Закономерности развития биохимической адаптации и принципы тренировки / Н. И. Волков, Э. Н. Несен, А. А. Осипенко – К., 2000. – С. 408–437.
3. Меерсон Ф. З. Адаптация к стрессовым ситуациям и физическим нагрузкам / Ф. З. Меерсон, М. Г. Пшениčkова. – М. : Медицина, 1988. – 250 с.
4. Палатний Ігор. Порівняльна ефективність тренування бігунів в умовах низькогір'я та рівнинної підготовки / Ігор Палатний // Молода спортивна наука України: 36. праць з галузі фізичної культури та спорту. Вип. 7 : у 3–х т. – Львів: НВФ «Українські технології». 2003. – Т. 3. – С. 180–183.
5. Платонов В. Н. Гипоксическая тренировка в спорте / В. Н. Платонов, М. М. Булатова // Нурохіamedical. – М., 1995. – С. 17–23.
6. Попов В. В. Аэробная производительность как прогностический критерий функционального состояния спортсменов в условиях высокогорья. Проблемы, оценки и прогнозирования функциональных состояний организма в прикладной физиологии / В. В. Попов, А. Г. Зарифьян, А. В. Тимушкин. – Фрунзе, 2003. – С. 153–154.
7. Радзівєський П. О. Механізми адаптації до нормобаричної гіпоксії в курсі інтервального гіпоксичного тренування у висококваліфікованих спортсменів / П. О. Радзівєський // Фізіол. журнал. – 2005. – № 2. – С. 90–96.
8. Brooks G. A. Decreased reliance on lactate during exercise after acclimatization to 4,300 mb / G. A. Brooks // J. Appl. Physiol. – 1991. – Vol. 71. – P. 333–341.

The article reviews scientific data on the impact of natural hypoxia on the body of athletes during their stay in the mountains. The basic types of adaptive responses that occur in athletes during their stay in the mountains and several combined adaptive mechanisms. Proved that the decisive factor which determines the effectiveness of training in the mountains is the optimal level of training and competitive pressures, performed in the mountains.

Keywords: hypoxia, adaptation, athletes training middle.

Отримано 16.04.17