

## Вплив біологічно активної харчової добавки СБС на кисеньтранспортну функцію крові та працездатність юних спортсменів

А.В. Клименко<sup>1</sup>, В.А. Пастухова<sup>2</sup>, С.П. Краснова<sup>2</sup>, М.М. Філіппов<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup>Київський університет ім. Бориса Грінченка, Київ, <sup>2</sup>Національний університет фізичного виховання і спорту України, Київ

При інтенсивних тренуваннях у спортсменів можна спостерігати значні втрати мінеральних елементів, в тому числі прихований дефіцит заліза, який є основним елементом гемоглобіну й міоглобіну. Це, у свою чергу, може впливати на кисеньтранспортну функцію крові та тканинний метаболізм. Мета: дослідити вплив на працездатність юних спортсменів біологічно активної харчової добавки – сухої білкової суміші (СБС, ТУ 49 960-83), оцінити її вплив на розширення адаптаційних резервів організму до дії гіпоксії навантаження, що розвивається при м'язовій діяльності, зокрема на кисеньтранспортну функцію крові, максимальне споживання кисню (МСК) і фізичну працездатність, виразність метаболічних зрушень після роботи. Методи. Обстежено 2 групи юних спортсменів-футболістів 15-17 років (основну і контрольну), учнів школи-інтернату спортивного профілю м. Києва. Спортсмени основної групи щоденно протягом місяця на тлі стандартного харчування вживали 100 г десерту, що містив СБС до 20% від маси, футболісти контрольної групи – ідентичний десерт без додавання СБС. В динаміці дослідження визначали вміст еритроцитів і концентрацію гемоглобіну (Hb) у крові, максимальне споживання кисню (МСК), максимальний кисневий пульс, параметри кислотно-основного стану крові, показники працездатності (PWC<sub>170</sub>, PWC<sub>max</sub>, Вт/пульс). Результати. Після вживання СБС встановлено поліпшення у спортсменів кисеньтранспортної функції крові, що відобразалося в досягненні більш високих величин МСК, підвищенні фізичної працездатності: PWC<sub>170</sub> - на 14%, PWC<sub>max</sub> – на 20%, зменшенні метаболічних порушень кислотно-основного стану крові. В групі контролю істотних змін цих показників за період спостереження не було виявлено. Висновок. Вживання спортсменами СБС здійснювало позитивний вплив на економізацію діяльності системи доставки кисню до тканин, сприяло підвищенню працездатності, зниженню метаболічних зрушень, що могло свідчити про зростання стійкості організму до дії гіпоксії навантаження.

**Ключові слова.** Суха білкова суміш (СБС), спортсмени, кисеньтранспортна функція крові, фізична працездатність.

### Вступ

Розширення меж адаптації людини до спортивних навантажень є важливою й актуальною проблемою біологічних можливостей людського організму. Медико-біологічний аспект підвищення працездатності полягає у використанні таких засобів, які розширювали б функціональні резерви організму без надмірного ризику [1, 2].

Добре відомо, що нутритивні біологічно активні добавки (БАД) можуть сприяти підвищенню спортивної форми, фізичної сили, витривалості, концентрації уваги і працездатності [3]. Враховуючи те, що придбати їх можливо в аптечній і торгівельній мережі, зараз ці препарати стали доступними

багатьом верствам населення, що підвищує важливість вивчення механізмів їх впливу. В спорті БАД застосовуються як проміжні засоби між фармакологією та ергогенною дієтологією. Вони допомагають оптимізувати скорочувальну активність білків, підвищити продуктивність джерел анаеробної енергії, коректувати калорійність дієти в різних видах спорту, змінювати масу тіла, замінити недостатність окремих функціональних компонентів тощо [4]. Хоча виробництво БАД спортивного призначення зростає високими темпами, проте, більшість застосовуваних з них в сучасній спортивній практиці недостатньо вивчені стосовно механізму впливу на окремі ланки кисеньтранспортної системи організму.

\*Corresponding author: filmish@ukr.net

При інтенсивних тренуваннях у спортсменів можна спостерігати значні втрати мінеральних елементів, в тому числі – прихований дефіцит заліза [5, 6], який є основним елементом гемоглобіну й міоглобіну. Це, у свою чергу, може впливати на кисень-транспортну функцію крові та тканинний метаболізм.

Перспективним напрямком корекції таких зрушень є спеціальні добавки до харчування спортсменів, зокрема, на основі продуктів із натуральних складових, розроблених вітчизняними вченими («Кров і формені елементи крові харчові освітлені», ТУ 49 1014-83 [7]). Комбінація легко засвоюваного заліза з мікроелементами (Ca, Mg, P, Zn та ін.), а також усіма незамінними амінокислотами вдало досягнута в харчовому продукті – сухій білковій суміші (СБС, ТУ 49 960-83), отриманій при комбінуванні сухої висвітленої крові із сухим знежиреним молоком у відношенні 1:1 [8]. Вміст білків в СБС складає 58,4%, з питомою вагою незамінних аміно-

кислот 47,1%, які засвоюються на 91,8%, вміст лактози становить 26,7%, представлений широкий спектр мінеральних речовин (табл. 1). Найважче в продукті залізо легко всмоктується (до 31,2%), хоча і є найбільш важко засвоєним елементом – у середньому з їжі у шлунково-кишковому тракті всмоктується не більш 10-12% [3, 9]. Відомо [10] про позитивний вплив СБС на корекцію гемічної гіпоксії. Тобто, СБС є концентрованим носієм ряду найважливіших нутрієнтів, які можуть сприяти підвищенню процесів метаболізму, пов'язаних з реалізацією функціональних можливостей організму при фізичних навантаженнях максимальної інтенсивності [9].

**Мета.** Оцінити вплив СБС на розширення адаптаційних резервів організму до дії гіпоксії навантаження, що розвивається при м'язовій діяльності, зокрема на кисеньтранспортну функцію крові, максимальне споживання кисню (МСК) і фізичну працездатність, виразність метаболічних зрушень після роботи.

**Таблиця 1** Вміст основних нутрієнтів у сухій білковій суміші [за даними 7]

Хімічний склад, %			
Білок	58,4	Вуглеводи	26,71
Жир	1,36	Зола	8,19
Енергетична цінність, ккал/100 г			346
Мінеральні речовини, мг%:		Вітаміни групи В, мг%	
кальцій	606	тіамін	2,50
фосфор	645	рибофлавін	5,57
магній	115	піридоксин	2,01
залізо	106	пантотенова кислота	1,84
кобальт	0,4	ціанокобаламін, мкг%	2,0
мідь	0,34		
марганець	0,04		

## Матеріали та методи

Обстежено 2 групи (основну і контрольну) юних спортсменів-футболістів 15-17 років, учнів школи-інтернату спортивного профілю м. Києва. Спортсмени основної групи (ОГ) щоденно між обідом і вечерею протягом місяця на тлі стандартного харчування вживали 100 г десерту у вигляді 50 г цукерок і 50 г печива, що містив СБС до 20% від маси. Спортсмени контрольної групи (КГ) вживали ідентичний десерт без додавання СБС. Зовнішній вигляд та смак цукерок і печива не різнилися. До і після курсу вживання СБС визначали концентрацію гемоглобіну (Hb) і вміст еритроцитів у крові, максимальне споживання кисню (МСК), максимальний кисневий пульс, параметри кислотно-основного стану (КОС) крові, показники

працездатності (PWC<sub>170</sub>, PWC<sub>max</sub>, Вт/пульс) [11]. Дослідження проводили в присутності лікаря з дотриманням морально-етичних норм у відповідності з Хельсинською декларацією (2013). Індивідуально батьки надавали письмову згоду на проведення обстежень підлітків.

## Результати та їх обговорення

При порівнянні показників спортсменів ОГ групи в динаміці дослідження виявлено, що вживання СБС сприяло достовірному збільшенню вмісту еритроцитів крові (табл. 2). У спортсменів, які не вживали СБС, відзначалася лише тенденція до його підвищення. Відповідно до цього збільшилася концентрація Hb і, відповідно, киснева ємність

крові (КЄК). Так, при первинному обстеженні концентрація Hb у спортсменів ОГ була  $15,92 \pm 0,23$  г/л, при повторному –  $16,41 \pm 0,16$  г/л ( $P < 0,05$ ), КЄК крові становила  $21,58 \pm 0,31$  і  $22,32 \pm 0,22$  об.%, відповідно. Внаслідок цих змін покращилася кисеньтранспортна функція крові, причому економічним шляхом – не за рахунок посилення серцевої діяльності [11].

Було з'ясовано, що потужність роботи, яка досягалася у процесі роботи при однакових фіксованих значеннях ЧСС (110-120, 130-140, 150-160 скор\*хв<sup>-1</sup>) у всіх спортсменів ОГ вірогідно збільшилася, чого не було в КГ. При цьому виявилось, що у юних спортсменів, які

вживали СБС, зросла економічність гемодинаміки відносно постачання тканин киснем: при повторному обстеженні за кожний серцевий цикл при максимальній потужності роботи споживалося кисню на 16,2% більше, що було значно вище, ніж в КГ. У зв'язку з підвищенням економізації серцевої діяльності можливості системи кровообігу в забезпеченні максимальної швидкості доставки кисню до тканин при напруженій м'язовій діяльності зросли, що обумовило досягнення більш високих величин МСК, які були вірогідно більшими лише в групі спортсменів, які вживали СБС (табл.3).

**Таблиця 2.** Зміни вмісту еритроцитів у крові юних футболістів, які одержували (ОГ) і не одержували (КГ) СБС

Групи	Еритроцити, Т/л	
	До прийому СБС	Після прийому СБС
ОГ	$4,62 \pm 0,16$	$5,01 \pm 0,04^*$
КГ	$4,66 \pm 0,19$	$4,99 \pm 0,06$

Тут і в табл. 3: ОГ – основна група; КГ – контрольна група. \* $P < 0,05$  порівняно з вихідним рівнем.

**Таблиця 3.** Зміни МСК у юних спортсменів під впливом прийому СБС

Групи	МСК, л/хв	
	До прийому СБС	Після прийому СБС
ОГ	$3,8 \pm 0,13$	$4,45 \pm 0,26^*$
КГ	$3,74 \pm 0,24$	$3,97 \pm 0,26$

Сприятливий вплив СБС на кисеньтранспортну функцію крові призводив також до вірогідного збільшення фізичної працездатності, при цьому значення  $PWC_{170}$  підвищилися в середньому на 14%, а  $PWC_{max}$  – на 20%. У спортсменів КГ істотних змін працездатності виявлено не було.

Аналіз КОС крові показав, що відразу після навантаження, яке супроводжується ЧСС 150-160 скор\*хв<sup>-1</sup>, зрушення рН у юних спортсменів ОГ були менш вираженими, ніж в КГ ( $7,28 \pm 0,04$  і  $7,22 \pm 0,06$ ;  $P < 0,05$ ), меншим виявився дефіцит буферних основ ( $-8,7 \pm 0,5$  і  $-11,4 \pm 0,6$  мекв/л, відповідно). Тобто, ступінь виявлених метаболічних порушень КОС крові під впливом прийому СБС зменшився.

Одержані результати свідчать, що вживання спортсменами СБС призводило до покращення кисеньтранспортної функції крові при фізичних навантаженнях, здійснювало позитивний вплив на економізацію діяльності системи доставки кисню до тканин, сприяло досягненню більш високих значень МСК і підвищенню працездатності, зниженню

метаболічних зрушень, що може вказувати на зростання стійкості організму до дії гіпоксії навантаження [11].

### Висновок

Показано, що вживання спортсменами спеціалізованого білкового продукту СБС здійснювало позитивний вплив на економізацію діяльності системи доставки кисню до тканин, сприяло підвищенню працездатності, зниженню метаболічних зрушень, що могло свідчити про зростання стійкості організму до дії гіпоксії навантаження.

Перспективи подальших досліджень можуть полягати у вивченні можливостей розширення функціональних резервів організму спортсменів при підготовці й організації тренувальних зборів у середньо-гір'ї, де значення кисеньтранспортної функції крові у системі забезпечення аеробних можливостей організму зростає.

## Література

1. Денисенко ПП. Повышение работоспособности фармакологическими средствами медиаторного и немедиаторного действия в обычных и экстремальных условиях. Фармакологическая регуляция физической и психической работоспособности. Москва, 1980:5-15.
2. Бобков ЮГ, Виноградов ВМ, Катков ВФ, Лосев СС, Смирнов АВ. Фармакологическая коррекция утомления. Москва: Медицина, 1984.
3. Фармакология спорта / под общей ред. С.А. Олейника, Л.М. Гуниной, Р.Д. Сейфуллы. К.: Олимпийская литература, 2010.
4. Олейник СА, Гунина ЛМ. Спортивная фармакология и диетология. Москва: ООО «ИД Вильямс», 2008.
5. Матвиенко ЛА. Особенности кроветворения у спортсменов, тренирующихся на выносливость. Теор. и практ. физ.культ. 1982; 4:27-9.
6. Науменко РГ. Изменение красной крови у юных футболистов при физических нагрузках большой интенсивности. Мед. пробл. физич. культ. Киев:Здоров'я. 1973; 3:35-8.
7. Применение сухой белковой смеси в диетическом питании (методические рекомендации). Киев: МЗ УССР, 1983.
8. Мостовая ЛА, Славинская ИА, Карповец ПМ. Методические рекомендации по организации питания учащихся школ-интернатов спортивного профиля. Киев: МЗ УССР, 1984.
9. Соломко ГИ, Карповец ПМ, Гончарук ЕВ, Филиппов ММ, Многолет ВН. Опыт применения продуктов повышенной биологической ценности в питании спортсменов. Рациональное питание. Вып.19: Роль питания в сохранении здорового человека в условиях научно-техн. прогресса. Киев: Здоров'я. 1984:17-9.
10. Середенко ММ, Филиппов ММ, Маньковская ИН. Использование сухой белковой смеси в коррекции гипоксии, возникающей при введении нитрита натрия. Гигиена и санитария. Москва: Медицина. 1985: 23-25.
11. Филиппов ММ, Давиденко ДН. Физиологические механизмы развития и компенсации гипоксии в процессе адаптации к мышечной деятельности. СанктПетербург-Киев: БПА, 2010.

### **Влияние биологически активной пищевой добавки СБС на кислородтранспортную функцию крови и работоспособность юных спортсменов**

Клименко А.В.<sup>1</sup>, Пастухова В.А.<sup>2</sup>, Краснова С.П.<sup>2</sup>, Филиппов М. М.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Киевский университет им. Бориса Гринченко, Киев;<sup>2</sup> Национальный университет физического воспитания и спорта Украины, Киев, Украина

При интенсивных тренировках у спортсменов можно наблюдать значительную потерю минеральных элементов, в тому числе скрытый дефицит железа, который является основным элементом гемоглобина и миоглобина. Это, в свою очередь, может влиять на кислородтранспортную функцию крови и тканевой метаболизм. Цель: исследовать влияние на работоспособность юных спортсменов биологически активной пищевой добавки - сухой белковой смеси (СБС, ТУ 49 960-83), оценить ее влияние на расширение адаптационных резервов организма к действию гипоксии нагрузки, развивающейся при мышечной деятельности, в частности, на кислородтранспортную функцию крови, максимальное потребление кислорода (МПК) и физическую работоспособность, степень метаболических сдвигов после работы. Методы. Обследовано 2 группы юных спортсменов-футболистов 15-17 лет, учащихся школы-интерната спортивного профиля г. Киева (основная и контрольная). Спортсмены основной группы ежедневно в течение месяца на фоне стандартного питания употребляли 100 г десерта, содержащего СБС до 20% от массы, футболисты контрольной группы – идентичный десерт без добавления СБС. Определяли содержание эритроцитов и концентрацию гемоглобина (Hb) в крови, МПК, максимальный кислородный пульс, параметры кислотно-основного состояния крови, показатели работоспособности (PWC<sub>170</sub>, PWC<sub>max</sub>, Вт/пульс). Результаты. После употребления СБС установлено улучшение у спортсменов кислородтранспортной функции крови, что отразилось в достижении более высоких величин МПК, повышении физической работоспособности: PWC<sub>170</sub> – на 14%, PWC<sub>max</sub> – на 20%, уменьшении метаболических нарушений кислотно-основного состояния крови. В группе контроля существенных изменений этих показателей за период наблюдения не было выявлено. Вывод. Употребление спортсменами СБС оказало положительное влияние на экономизацию деятельности системы доставки кислорода к тканям, способствовало повышению работоспособности, снижению метаболических сдвигов, что могло свидетельствовать о росте устойчивости организма к действию гипоксии нагрузки.

**Ключевые слова.** Сухая белковая смесь (СБС), спортсмены, кислородтранспортная функция крови, физическая работоспособность.

**Influence of the biologically active food additive DPM on the oxygen-transport function of blood and the operational performance of young sportsmen**

Klimenko AV, Pastukhova VA, Krasnova SP, Filippov MM

Kiev Boris Grinchenko University, Kiev; National University of Physical Education and Sports of Ukraine, Kiev, Ukraine

**Aims.** With intensive training, athletes can observe a significant loss of mineral elements, including hidden iron deficiency, which is the main element of hemoglobin and myoglobin. This, in turn, can affect the oxygen transport function of the blood and tissue metabolism. The goal of investigation was to examine the effect of a biologically active food additive dry protein mixture (DPM) on the performance of young athletes, and to assess its impact on the enlargement of adaptive reserves of the body to the action of exercise hypoxia that develops in muscle activity, in particular on oxygen transport function of blood, maximal oxygen consumption and physical capacity, and the degree of metabolic shifts after work.

**Methods.** Two groups of young football players of 15-17 years (main and control), pupils of a boarding school of sports profile of Kiev, were examined. The sportsmen of the main group daily during a month consumed 100 g of dessert containing DPM to 20% of the mass on a the background of standard nutrition. The sportsmen of the control group of footballers used identical dessert without adding DPM. Before and after DPM application, the blood erythrocyte content and hemoglobin concentration (Hb), maximal oxygen consumption, maximal oxygen pulse, parameters of acid-base balance of blood, and performance indicators ( $PWC_{170}$ ,  $PWC_{max}$ , W/pulse) were determined.

**Results.** After the DPM application, an increase of operational performance of young sportsmen was found, including the improvement of oxygen-transport function of blood, which was reflected in achievement of higher values of maximal oxygen consumption, rise of physical ability to work:  $PWC_{170}$  - by 14%,  $PWC_{max}$  - by 20%, and reduction of metabolic disturbances of the acid-base state of blood. In the control group, there were no significant changes in these parameters during the observation.

**Conclusion.** The application of dry protein mixture DPM in young sportsmen nutrition caused the positive impact on the economization of the activity of the system of oxygen delivery to tissues, contributed to the improvement of work efficiency, and reduction of metabolic shifts that could indicate an increase in the resistance of the organism to the action of exercise hypoxia.

**Keywords:** dry protein mixture, athletes, oxygen transport function of blood, physical work capacity.

**References**

1. Denisenko PP. Increase of working capacity by pharmacological means of mediator and non-mediator action in usual and extreme conditions. Pharmacological regulation of physical and mental performance. Moscow, 1980:5-15.
2. Bobkov YuG, Vinogradov VM, Katkov VF, Losiev SS, Smirnov AB. Pharmacological correction of fatigue. Moscow: Medicine, 1984.
3. Oleinik SA, Gunina LM, Seifullah RD, eds. Sports pharmacology. Kiev, 2010.
4. Oleinik SA, Gunina LM. Sports Pharmacology and Dietetics. Moscow, 2008.
5. Matviienko LA. Features of hematopoiesis in athletes training for endurance. Theor Prakt Fiz Kult 1982; 4:27-9.
6. Naumenko RG. Change in red blood in young football players with physical activity of high intensity. Med Probl Fiz Kult. Kiev, 1973; 3:35-8.
7. Application of dry protein mixture in dietary nutrition (guidelines). Kiev, 1983.
8. Mostovaia LA, Slavinskaia IA, Karpovets PM. Methodical recommendations for the organization of nutrition for students of boarding schools of a sports profile. Kiev, 1984.
9. Solomko GI, Karpovets PM, Goncharuk YeV, Filippov MM, Mnogolet VN. Experience in the application of products of increased biological value in the nutrition of athletes. Balanced diet. Kiev, 1984; 19:17-9.
10. Seredenko MM., Filippov MM., Mankovskaya IN. The use of a dry protein mixture in the correction of hypoxia occurring under sodium nitrite introduction. Hygiene and sanitation. Moscow: Medicine. 1985; 23-5.
11. Filippov MM, Davidenko DN. Physiological mechanisms of development and compensation of hypoxia in the process of adaptation to muscular activity. St.Petersburg-Kiev, 2010.

Submitted: 30.05.2017

©PaReAd 2017