

# ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

## ЗНАЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ ДЛЯ ДОСТИЖЕНИЯ ВЫСОКИХ СПОРТИВНЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ И СОХРАНЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ СПОРТСМЕНОВ

## THE IMPORTANCE OF TRACE ELEMENTS FOR ACHIEVEMENT OF HIGH SPORTS RESULTS AND PRESERVATION OF HEALTH OF THE SPORTSMEN

З.Г. Орджоникидзе<sup>1</sup>, О.А. Громова<sup>2</sup>, А.В. Скальный<sup>1,2</sup>  
Z.G. Ordzhonikidze<sup>1</sup>, O.A. Gromova<sup>2</sup>, A.V. Skalny<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> Московский научно-практический центр спортивной медицины комитета здравоохранения г. Москвы, Россия.

<sup>2</sup> Автономная некоммерческая организация “Центр Биотической Медицины”, а/я 56, Москва 125047 Россия.

E-mail: skalny@orc.ru

<sup>1</sup> The Moscow scientific-Practical Centre of Sports Medicine in the Moscow Committee of Public Health, Moscow, Russia.

<sup>2</sup> Independent non-commercial organization “ The Centre of Biotic Medicine “, P.O. Box 56, , Moscow 125047 Russia.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микроэлементы, спортивная медицина, спортсмены.

KEY WORDS: sport medicine, sportsmen, trace elements.

**РЕЗЮМЕ:** Обзор литературы посвящен некоторым аспектам здоровья спортсменов в связи с балансом микроэлементов в организме, особенностями микроэлементных нарушений и способам коррекции данного баланса для достижения высоких спортивных результатов.

**SUMMARY:** The review of the literature is devoted to some aspects of health of the sportsmen in connection with balance of trace element in the body, features of trace element infringements and ways of correction of the given balance for achievement of high sports results.

Знание о роли различных макро- и микроэлементов определенные для человека, как биологического вида, постоянно дополняются новыми данными. Минеральный обмен у спортсменов и лиц тяжелого физического труда отличается высокой напряженностью и скоростью процессов. Наиболее полно расшифрованы биологические функции таких макро- и микроэлементов, как: Ca, Mg, P, Fe, Cu, Zn, как наиболее значимых для полноценного функционирования организма спортсменов. Появляются единичные работы, оценивающие роль Co, Cr, Mo, Se, Mn и I для формирования и поддержания хорошей спортивной формы. Тем не менее, в свете новых знаний, представленных в обзорах, посвященных роли микроэлементов в питании спортсменов (Raninen et al., 1998; Burke, 1999; Скальный и др., 2000), указывается на формирование комплексного подхо-

да к коррекции макро- и микроэлементов, энергетического и антиоксидантного баланса, **индивидуально** для каждого спортсмена. Поэтому изложенная ниже информация о биологической роли отдельных макро- и микроэлементов должна восприниматься синтетически, преломляясь через индивидуальные биохимические особенности организма.

### Железо

У спортсменов выделяют особую **полидефицитную, или так называемую спортивную анемию**. Лидирующую позицию среди дефицитарных элементов у спортсменов с анемией занимает дефицит железа, сопровождающийся, как правило, дефицитом цинка и меди.

Спортивная анемия сопровождается снижением спортивных результатов, а крайняя степень заболевания приводит к мышечной атонии.

При дефиците железа в клинической картине отмечается гипохромная анемия, миоглобиндефицитная кардиопатия и атония скелетных мышц, воспалительные и атрофические изменения слизистой рта, носа, эзофагопатия, хронический гастродуоденит а также иммунодефицитные состояния. J.F. Escanero, J. Villanueva, A. Rojo с соавторами (1997) на примере мониторинга МЭ у профессиональных спортсменов показали, что спортивная анемия обостряется в периоды соревнования и предшествующих им интенсивных тренировок. Исследования

К.Е. Fallon, G. Sivyer, K. Sivyer (1999) выявили соответствие между потерями железа у ультрамарафонцев и длительностью прохождения дистанции (до 1600 километров). Авторы выдвигают на первый план потери железа в виде микрогематурии, вследствие нагрузок на почки на грани физических возможностей человека.

В работах В.В. Насолодина с соавторами (1997, 1999) приводятся данные по распространенности дефицита железа у спортсменов и лечению железодефицитных состояний. Так, проведение двухнедельного курса применения железа (по 240 мг) в виде феррокала с аскорбиновой кислотой (150 мг) в процессе мышечной тренировки сопровождалось значительной задержкой медикаментозного железа (112 мг) с одновременным и достоверным ростом гематологических показателей и физической работоспособности. Однако добавка одного железа в таких дозах заметно повышала по сравнению с контрольной группой спортсменов выделение меди и особенно марганца из организма через кишечник и, отчасти, почки.

Обогащение рационов питания спортсменов железом в дозе 240 мг в сутки в сочетании с медью (2 мг) и марганцем (5 мг) способствовало значительному росту концентрации гемоглобина (на 9%), активности пероксидазы (на 34%) и физической работоспособности на фоне значительного удержания железа (134 мг) и меди (1 мг), что весьма убедительно подтверждает возможность существования скрытого дефицита МЭ в организме спортсменов. Однако, по наблюдениям В.В. Насолодина (1999), при такой элементной нагрузке у спортсменов наблюдался отрицательный баланс марганца (4 мг). Автор предполагает, что несмотря на значительное улучшение обмена железа в организме спортсменов за счет усиленного его усвоения, относительно большие дозы этого элемента могут блокировать слизистую оболочку кишечника для всасывания других МЭ, в частности марганца. В связи с этим В.В. Насолодин (1999) рекомендует в качестве добавок к рационам питания использовать меньшие (до 87,5 мг) дозы железа в виде сочетания с глютаминовой кислотой (150 мг), витамином С (150 мг), медью (2 мг) и марганцем (10 мг). Двухнедельный прием такой ассоциации фармакологических препаратов сопровождался значительной задержкой (накоплением в организме) железа (50 мг), меди (3,4 мг) и марганца (3 мг). Одновременно с положительным балансом МЭ наблюдался заметный прирост концентрации металлов в плазме (на 60–80%) и форменных элементах (на 8–20%) крови. Вместе с этими сдвигами достоверно повысилась концентрация гемоглобина (на 8%), число эритроцитов (на 11%), активность пероксидазы (на 7%) и церулоплазмина (на 10%), С-витаминная обеспеченность (на 32%) и титр лизоцима сыворотки крови (на 17%), и как следствие этого, резко возросла физическая работоспособность спортсменов.

Таким образом, В.В. Насолодин с соавторами (1997, 1999) делают вывод о том, что высокая эф-

фективность приема железа, меди и марганца в сочетании с другими биологически активными веществами в биотических дозах дает основание рекомендовать проведение профилактики недостаточности МЭ в организме спортсменов в процессе тренировки. Рекомендуемый рядом авторов прием только одного железа, к тому же в дозах, превышающих суточную дозу его потребления в 10–12 раз, в целях профилактики железодефицитных состояний отрицательно сказывается на балансе марганца, а также может отрицательно повлиять на обмен Zn, Se и других нутриентов.

Отдельной проблемой женского спорта, по мнению S.A. Корр-Woodroffe, M.M. Manore, C.A. Dueck (1999), является аменорея, представляющая собой также полидисмикроэлементное состояние, требующее планомерной коррекции энергетического и элементного статуса (в первую очередь по железу, цинку, селену, магнию, меди) специальными диетами и нутрицевтиками.

## Цинк

Цинкдефицитные состояния у спортсменов сопровождают полидефицитную спортивную анемию. S. Khaled, J.F. Brun, J.P. Micalle с соавторами (1997), выявили важное значение уровня сывороточного уровня цинка у профессиональных футболистов для реологической картины крови. A. Singh, D.A. Papanicolaou, L.L. Lawrence, с соавторами (1999) при исследовании восстановления нейроэндокринной функции на примере изучения женщин, занимающихся легкой атлетикой (бег), установили синергидное благоприятное действие при одновременной коррекции цинком и витамином Е.

Дефицит цинка может лидировать в полидефицитарной картине у спортсменов. В такой ситуации дефицит цинка может характеризоваться снижением аппетита, аллергическими заболеваниями, гиперактивностью, дерматитами, дефицитом массы, снижением остроты зрения, выпадением волос.

A. Cordova, F.J. Navas (1998) при плановом контроле цинка выявили волнообразное изменение концентраций металла у спортсменов: падение уровня цинка по времени следовало непосредственно вслед за началом интенсивных тренировок и удерживалось в течение 1–2 месяцев после ответственных соревнований.

При дефиците цинка специфически снижается Т-клеточный иммунитет, поэтому спортсмены с дефицитом цинка не только чаще болеют простудными и инфекционными заболеваниями, но и страдают от низкой способности организма к заживлению ран, дольше восстанавливаются после травм.

На фоне дефицита Zn может происходить задержка полового развития у мальчиков и потеря сперматозоидами способности оплодотворения яйцеклетки у мужчин (бесплодие).

Нередко снижение содержания цинка в организме является следствием избыточного поступления в

организм радиоактивных изотопов (Zn-65, например), меди, кадмия, свинца, являющихся функциональными антагонистами цинка, особенно на фоне неполноценного (дефицит белка) питания, а также **хронического злоупотребления алкоголем**. Роль Zn при алкогольной интоксикации обусловлена его участием в метаболизме алкоголя (молекула алкогольдегидрогеназы содержит 4 атома Zn), поэтому у детей и подростков при дефиците цинка повышается предрасположенность к алкоголизму (Скальный, 1991). Возможно, высокая (по сравнению со среднестатистическими данными) частота дефицита цинка у взрослых спортсменов является одним из факторов, предрасполагающих (“биохимически”) к злоупотреблению алкоголем, особенно после окончания активных выступлений в большом спорте.

R.J. Nuviala, M.G. Lapieza, E. Bernal (1999) показали, что наряду с дефицитом магния и меди, недостаток цинка встречается с максимальной частотой особенно у женщин-спортсменок. Спортсмены, требующие повышенной точности зрения (биатлонисты, теннисисты, автогонщики, лыжники и т.д.), нуждаются в дотациях цинка и хрома, входящих в состав ферментов и нейропептидов, улучшающих точность зрительной функции и цветовое восприятие (Clarkson, 1997). Комбинация цинка с витамином А значительно повышает положительное влияние последнего на зрение, т.к. ретинолсвязывающий белок в сетчатке глаза является Zn-зависимым.

Дефицит цинка может приводить к усиленному накоплению кадмия, свинца, железа и меди из окружающей среды. В то же время избыточное поступление цинка может понизить общее содержание и поступление в организм такого важного элемента, как медь.

## Селен

При дефиците селена в рационе питания в организме спортсмена, более динамично, чем в общей популяции, могут возникать следующие изменения: снижение иммунитета, повышение склонности к воспалительным заболеваниям; снижение функции печени; кардиопатия; болезни кожи, волос и ногтей; атеросклероз; катаракта; репродуктивная недостаточность; замедление роста (Скальный, 1999).

Выявлена зависимость между частотой возникновения рака и дефицитом Se в рационе питания (самая высокая корреляция отмечается между дефицитом Se и раком желудка > простаты > толстого кишечника > молочной железы) (Скальный, Кудрин, 2000).

Дефицит Se ускоряет развитие атеросклероза, ишемической болезни сердца.

Особое значение дефицит селена для организма спортсмена проявляется повышенным риском возникновения инфаркта миокарда; селендефицитное состояние провоцирует ускоренное развитие кардиомиопатии.

При недостатке селена возрастает вероятность мужского бесплодия, т.к. селен обладает выражен-

ным защитным действием по отношению к сперматозоидам и обеспечивает их подвижность. Учитывая высокую напряженность антиокислительных процессов при высоких физических нагрузках, дефицит микроэлемента селена, который входит в ключевой антиокислительный фермент глутатионпероксидазу, разрушающий образовавшиеся в ходе перекисного окисления липидов эндоперекиси, приобретает огромное значение. Селен как антиоксидант максимально проявляет свое действие в синергизме с витамином E.

Селен — антагонист ртути, мышьяка, кадмия — способен защищать организм от этих элементов; в меньшей степени селен защищает от свинца и таллия (в последнем случае особое значение имеет и дефицит витамина E). В целом, по нашему мнению, селен претендует на звание универсального антидота.

## Медь

Дефицит меди участвует в формировании “спортивной” анемии (см. выше), отрицательно сказывается на кроветворении, функциях щитовидной железы (часто развивается гипотиреоз), всасывании железа, состоянии соединительной ткани, процессах миелинизации в нервной системе, усиливает предрасположенность к бронхиальной астме, алергодерматозам, кардиопатиям, витилиго и многим другим заболеваниям, нарушает менструальную функцию женщин (Скальный, 1999).

Повышенное содержание меди в организме отмечается при острых и хронических воспалительных заболеваниях у спортсменов, а также при наличии у них бронхиальной астмы, заболеваний почек и печени.

Хроническая интоксикация медью и ее солями может встречаться у пловцов (окрашивание воды медным купоросом и др. солями меди) и приводить к функциональным расстройствам нервной системы, печени и почек, изъязвлению и перфорации носовой перегородки, сухости кожи и даже к алергодерматозам. В свою очередь, избыток меди способен приводить к дефициту цинка и молибдена.

## Кобальт

Кобальт — простетическая часть витамина B<sub>12</sub> (цианокобаламин), недостаток которого наиболее ощутим в местах быстрого деления клеток, например, в кроветворных тканях костного мозга и нервных тканях. Кобальт особенно необходим спортсменам после травм, кровопотерь и в целях более успешной нейрореабилитации.

Кроме того, организм нуждается в кобальте для включения в фермент глицил-глицилиндипептидазу, а также для стимуляции эритропоэза. Наиболее характерными проявлениями дефицита кобальта и его органически связанной формы — витамина B<sub>12</sub> — являются анемии (например, анемия Аддисон-Бирмера). При исключительно вегетарианской диете и недостаточном поступлении кобаламина у жен-

ТАБЛИЦА. НЕКОТОРЫЕ ПРЕПАРАТЫ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ, ПРИСУТСТВУЮЩИЕ НА РОССИЙСКОМ РЫНКЕ.

Препарат	Производитель	Форма выпуска	Содержание активного вещества
Марганец			
БиоМарганец	АНО «ЦБМ», Россия	капсулы, таблетки	0,0125 г аспарагината марганца
Цинк			
БиоЦинк	АНО «ЦБМ», Россия	капсулы, таблетки	0,018 г аспарагината цинка
Zincas	Фармаполь, Польша	таблетки	0,03 г гидроаспарагината цинка
Zincas forte	Фармаполь, Польша	таблетки	0,15 гидроаспарагината цинка
Zincteral	Польфа, Польша		200 мг ZnSo <sub>4</sub> *7H <sub>2</sub> O
Цинкит	Верваг Фарма ГмбХ, Германия	драже	3 и 10 мг цинка
Цинк+Медь			
Zincuprin	Фармаполь, Польша	таблетки	0,031 гидроаспарагината цинка 0,00286 гидроаспарагината меди
Zincuprin forte	Фармаполь, Польша	таблетки	0,15 гидроаспарагината цинка 0,0143 гидроаспарагината меди
Медь			
БиоМедь	АНО «ЦБМ», Россия	капсулы, таблетки	0,007 г аспарагината меди
Селен			
БиоСелен	АНО «ЦБМ», Россия	капсулы	25 мкг селена
Олигогал селен	ICN, Югославия	таблетки	100 мкг селена
Триовит	КРКА, Словения	таблетки	50 мкг селена
Окситекс	Верваг Фарма ГмбХ, Германия	капсулы	50 мкг селена
Магний			
БиоМагний	АНО «ЦБМ», Россия		
Асмаг-В	Фармаполь, Польша		
Магнерот	Верваг Фарма ГмбХ, Германия	таблетки	500 мг оротата магния, (32,8 мг магния)
Магне-В <sub>6</sub>	Санофи, Франция		
Хром			
БиоХром	АНО «ЦБМ», Россия	капсулы	25 мкг хрома
Хром пиколинат (ФЭТ-Х)	Россия	сироп	5000 мкг/мл хрома
Железо			
Ферромакс	Ханкинтатукку, Финляндия	таблетки	18 мг железа, 1 мг меди, 4 мг цинка
Ферро-Фольгамма	Верваг Фарма ГмбХ, Германия	капсулы	100 мг железа сульфата безводного (= 37 мг железа)
Кобальт			
Различные формы выпуска витамина В <sub>12</sub>			

щин-спортсменов может нарушаться менструальный цикл. При дефиците кобаламина может отмечаться гиперпигментация кожи, формируется быстрый темный загар (Сусликов, 2000).

Следует отметить, что часто анемии и проявления недостаточности кобальта и кобаламина вызваны не их дефицитом, а снижением их усвоения, которое, как правило, зависит от наличия мукопротеина, синтезируемого в слизистой оболочке желуд-

ка. Синтез мукопротеина потенцируют кислые соки — грейпфрутовый, лимонный, апельсиновый, молодое сухое виноградное вино в малых дозах. Нарушение усвоения Со может быть обусловлено дисбактериозами кишечника, но может быть и ятрогенным (т.е. вызванным неправильным лечением), а также следствием злоупотребления пивом.

Избыток кобальта чаще носит техногенное происхождение. При избытке кобальта в окружающей

среде проявляется раздражающее и аллергическое действие этого элемента на кожу и слизистые. Хронические интоксикации характеризуются хроническими заболеваниями верхних дыхательных путей, бронхов. Могут развиваться аллергические симптомы: бронхиальная астма и аллергодерматозы, а также так называемая “кобальтовая кардиомиопатия”. Дефицит железа может приводить к усиленной абсорбции кобальта в пищеварительном тракте.

## Марганец

Марганец играет важную роль в метаболизме клетки. Он входит в состав активного центра многих ферментов, является также компонентом супероксиддисмутаза, играющих определенную роль в защите организма от вредных воздействий перекисных радикалов. Клиническая картина гипоманганоза у спортсменов не отличается от клинической картины у других людей. Дефицит марганца может приводить к нарушению углеводного обмена по типу инсулиннезависимого диабета, гипохолестеринемии, задержке роста волос и ногтей, повышению судорожной готовности, аллергозам, дерматитам, нарушению образования хрящей, остеопорозу. Недостаточность марганца фиксируют при различных формах анемии, нарушениях функций воспроизводства, задержке роста, уменьшении массы тела и др. (Сусликов, 2000).

При развитии остеопороза прием кальция усугубляет дефицит марганца, т.к. затрудняет его усвоение в организме. Кишечной абсорбции препятствует также фосфаты и железо. Потребление продуктов, содержащих значительное количество танина и оксалатов (например, чая и шпината) может препятствовать усвоению Mn.

При хронической интоксикации марганцем характерными являются астенические расстройства: повышенная утомляемость, сонливость, снижение активности, круга интересов, ухудшения памяти. В неврологическом статусе отмечается гипомимия, дистония или гипертонус, возможно оживление или снижение сухожильных рефлексов, гиперестезия в дистальных отделах конечностей, периферические и центральные вегетативные нарушения. При выраженной форме интоксикации ведущим в клинической картине является паркинсонизм. Избыток марганца усиливает дефицит магния и меди (Скальный, 1999).

## Хром

Хром участвует в регуляции углеводного обмена, деятельности сердечной мышцы, сосудов. Дефицит хрома, как показали S.P. Bunner и R. McGinnis (1998), провоцирует у профессиональных спортсменов гипогликемические состояния.

Показано, что дефицит хрома у спортсменов является не только причиной снижения толерантности к глюкозе, но и способствует ухудшению зритель-

ной функции. Мы также отмечали связь между дефицитом хрома и возникновением угревой сыпи.

При избыточном поступлении в организм (особенно шестивалентный хром) этот элемент может оказывать канцерогенный и аллергизирующий эффекты. Наиболее часты поражения кожи — дерматиты и экземы, а также астматические бронхиты, реже бронхиальная астма. При длительном контакте возможно заболевание раком легкого. Кроме специфических эффектов, контакт с соединениями хрома предрасполагает к более частому развитию гастритов, гепатитов, астено-невротических расстройств. Прием препаратов, содержащих хром, рекомендуют при необходимости наращивания мышечной массы, повышения выносливости.

## Литература

- Насолодин В.В., Русин В.Я., Воронин С.М. 1997. Профилактика дефицита микроэлементов в организме спортсменов // Сб. научн. тр. Ярославского пед. ин-та. С.24–25.
- Насолодин В.В., Смирнов В.Л., Люсин А.В. 1999. Взаимодействие микроэлементов в процессе их метаболизма // Вопросы питания. Т.68. № 4. С.10–13.
- Скальный А.В. 1991. Дисбаланс цинка при алкоголизме и пути его коррекции // Микроэлементы в СССР. Рига: Зинатне. С.82–90.
- Скальный А.В. 1999. Микроэлементозы человека (диагностика и лечение). М.: изд-во КМК. 96 с.
- Скальный А.В., Кудрин А.В. 2000. Радиация, микроэлементы, антиоксиданты и иммунитет (микроэлементы и антиоксиданты в восстановлении здоровья ликвидаторов аварии на ЧАЭС). М.: изд-во Лир Макет. 421 с.
- Скальный А.В., Орджоникидзе З.Г., Громова О.А. 2000. Макро- и микроэлементы в физической культуре и спорте. М. 71 с.
- Сусликов В.Л. 2000. Геохимическая экология болезней. Т.2. Атомовиты. М.: Гелиос АРВ. 672 с.
- Bunner S.P, McGinnis R. 1998. Chromium-induced hypoglycemia // Psychosomatics. Vol.39. No.3. P.298–299.
- Burke L. 1999. Nutrition for sport. Getting the most out of training // Aust. Fam. Physician. Vol.28. No.6. P.561–567.
- Clarkson P.M. 1997. Effects of exercise on chromium levels. Is supplementation required? // Sports Med. Vol.23. No.6. P.341–349.
- Cordova A, Navas F.J. 1998. Effect of training on zinc metabolism: changes in serum and sweat zinc concentrations in sportsmen // Ann. Nutr. Metab. Vol.42. No.5. P.274–282.
- Escanero J.F., Villanueva J., Rojo A., Herrera A., del Diego C., Guerra M. 1997. Iron stores in professional athletes throughout the sports season // Physiol. Behav. Vol.62. No.4. P.811–814.
- Fallon K.E., Sivyer G., Sivyer K., Dare A. 1999. Changes in haematological parameters and iron metabolism associated with a 1600 kilometre ultramarathon // Br. J. Sports Med. Vol.33. No.1. P.27–31.
- Khaled S., Brun J.F., Micallle J.P., Bardet L., Cassanas G., Monnier J.F., Orsetti A. 1997. Serum zinc and blood rheology in sportsmen (football players) // Clin.

- Hemorheol. Microcirc. Vol.17. No.1. P.47–58.
- Kopp-Woodroffe S.A., Manore M.M., Dueck C.A., Skinner J.S., Matt K.S. 1999. Energy and nutrient status of amenorrheic athletes participating in a diet and exercise training intervention program // *Int. J. Sport Nutr.* Vol.9. No.1. P.70–88.
- Nuviala R.J., Lapieza M.G., Bernal E. 1999. Magnesium, zinc, and copper status in women involved in different sports // *Int. J. Sport Nutr.* Vol.9. No.3. P.295–309.
- Rankinen T., Lyytikainen S., Vanninen E., Penttila I., Rauramaa R., Uusitupa M. 1998. Nutritional status of the Finnish elite ski jumpers // *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol.30. No.11. P.1592–1597.
- Singh A., Papanicolaou D.A., Lawrence L.L., Howell E.A., Chrousos G.P., Deuster P.A. 1999. Neuroendocrine responses to running in women after zinc and vitamin E supplementation // *Med. Sci. Sports Exerc.* Vol.31. No.4. P.536–542.
-