

## Динамика Изменений Микроэлементарного Состава Эритроцитов Крови У Спортсменов С Различной Физической Нагрузкой

*Садыков Искандар Шавкиевич*

Азиатский международный университет, Узбекистан

### Аннотация

В нижеприведенной статье изложены результаты исследований приведённых на группе спортсменов занимающихся лёгкой атлетикой (бегуны на средние дистанции), и лица ведущие малоподвижный образ жизни (контрольная группа). Изучение было направлено на выявление концентрации микроэлементов (хрома (Cr), меди (Cu), марганца (Mn), молибдена (Mo), селена (Se) и цинк (Zn)) в форменных клетках крови, и динамику изменения их при различных уровнях физической подготовке. Результаты исследований показали, что достоверное снижение содержания микроэлементов в красных кровяных тельцах (эритроцитах) наблюдается у спортсменов с большой физической нагрузкой, а именно у бегунов на средние дистанции.

### Ключевые слова:

Микроэлементы, форменные элементы крови, эритроциты, уровень физической подготовке, адаптация.

**Методы:** В исследовании принимали участие лица не занимающиеся спортом в возрасте 21-года (контрольная группа КГ), лица занимающиеся умеренно тренировками (УТ) – гимнастика (от 5-7 часов в неделю), и спортсмены с большой физической нагрузкой (ИТ-интенсивные тренировки), недельная нагрузка которых составляет 20-часов. У всех представителей исследования кровь брали натощак. Анализ на содержание микроэлементов в эритроцитах, проводили с помощью масс-спектрометрии. Требования к участникам исследования заключались в полном прекращении потребления каких-либо витаминов, минералов и других добавок. Кровь для исследований брали в объеме 5 мл из вены с добавлением антикоагулянта. Эритроциты из крови отделяли от плазмы и промывали 0,9% раствором хлоридом натрия

Обмен веществ в организме человека нормально протекает при достаточном содержании

витаминов и микроэлементов участвующих в ферментативных и синтетических процессах, что требует ежедневного их поступления в минимальных количествах. Недостаточность и дефицит микроэлементов могут приводить к серьёзным нарушениям ведущим к развитию диабета, сердечно-сосудистым заболеваниям, заболеваниям почек, старению костной ткани и риску возникновения переломов. Из статистических данных выявляется недостаточность содержание микроэлементов в рационе спортсменов занимающихся различными видами спорта. Речь идет о недостаточности в составе диеты таких микроэлементов как селена, магния, кальция, жилема, хрома, меди, марганца и цинка. Пути анализа содержания вышеуказанных микроэлементов заключается в изучении плазмы крови тестируемых спортсменов.

Микроэлемент хром, содержащийся во многих овощах, ягодах и фруктах также в лекарственных растениях (мелисса, гinkго билоба, чёрный перец), а из животных организмов в (рыбе, креветках, крабах, печени, куриных яйцах) в основном принимает участие в различных ферментативных процессах. Положительный эффект его действия сказывается на мышечной ткани и содержании липидов. Транспорт необходимых для сердечной мышцы аминокислот (глицин, серин, метионин и α- аминоизомасляной кислоты) нормально протекает при достаточном содержании хрома. Под его влиянием мембрана мышечных клеток увеличивает количества инсулинчувствительных рецепторов, что положительно сказывается на усвоении глюкозы при интенсивных физических нагрузках. Повышенные концентрации хрома вызывают гипогликемический эффект что также влияет на метabolизм мышечной ткани. Данный механизм обеспечивает снижение холестерина и триглицеридов, суммарно подтверждающего расщепления избыточного жира, что положительно сказывается на жировом отложении [1,2].

Медь также является важным микронутриентом принимающим участия в энергетическом обмене и обладающим антиоксидантными свойствами. Данный микроэлемент входит состав многих витаминов, гормонов, ферментов и дыхательных пигментов. В организме человека он необходим для нормального функционирования органов и метаболических процессов связанных с образованием гемоглобина [3]. Недостаточность меди вызывает снижения всасывания железа, а следовательно нарушение образования гемоглобина, что ведет к развитию микроцитарной гипохромной анемии. Указанный микроэлемент по функциям в комплексе с ферментами имеет важное значение для физической работоспособности. Три медных ферmenta (церулоплазмин, цитозольная супероксиддисмутаза и внеклеточная супероксиддисмутаза) обладают важными антиоксидантными функциями, которые могут уменьшать свободные радикалы, образующиеся во время физической активности, вызывая окислительный стресс и могут привести к усталости и задержке восстановления мышц. Медь в эритроцитах большей концентрации (60%) связан с супероксиддисмутазой. Активностью данного ферmenta превышает у велосипедистов-любителей и профессиональных

велосипедистов по сравнению с малоподвижными видами спорта.

Уникальным макроэлементом, являющимся кофактором большой группы ферментов участвующих в различных видах обмена, является цинк. Ресинтез белков стимулируется данным микроэлементом. Накопления цинка в организме человека не происходит а следовательно он должен постоянно входить в рацион. Дефицит цинка характеризуется раздражительностью, утомляемостью, потерей памяти, происходит снижение остроты зрения, потеря вкусовых ощущений. Возможно уменьшение массы тела, исхудание, чешуйчатые высыпания на коже. Часто отмечается снижение уровня инсулина, снижение Т-клеточного иммунитета, снижение сопротивляемости инфекциям, анемия, ускоренное старение [4,5,6,7].

Также в материалах нескольких исследований указано влияние физических упражнения на концентрацию марганца (Mn). Данный микроэлемент входит состав антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы который превращает супероксидный радикал в пероксид водорода. Из последних источником видно, что у людей занимающихся спортом имелись более высокие значения активности супероксиддисмутазы по сравнению с людьми ведущими малоподвижный образ жизни [8].

Функциональная значимость молибдена заключается в кофакторной роли ферментов. Он действует как кофактор трех ферментов - альдегидоксидазы, сульфитоксидазы и ксантиндегидрогеназы, которые катализируют гидроликсирования нескольких субстратов. Альдегидоксидаза окисляет и детоксифицирует несколько пиридинов, пуринов, птеридинов и родственных соединений. Таким образом, сульфитоксидаза катализирует превращение сульфита в сульфат из цистеина и метионина или непосредственно с пищей. Ксантиндегидрогеназа катализирует превращение гипоксантина в ксантин и из ксантина в мочевую кислоту. Следовательно, молибден участвует в пуриновом цикле и конечном производстве мочевой кислоты, которая считается антиоксидантом в организме человека[10,11]. Концентрация молибдена у спортсменов со средний и высокий физической нагрузкой по результатам исследований была выше чем контрольной группе.

Что касается селена (Se) то данный микроэлемент выполняет многочисленный защитный функции биологической функцией селена является участия в построении и функционировании глутатионпероксидазы, галитсинредуктаз и цитохрома С - основных антиоксидантных соединений [9].

Учитывая вышесказанное, определение микроэлементов внутри клеток будет реальной, независимо от острых воспалительных реакций происходящих в организме. Несложным методом считается определение микроэлементов внутри эритроцитов крови спортсменов мужчин с различной физической нагрузкой, что может сказываться на спортивных результатах.

Результаты исследования показали, что в эритроцитах содержание микроэлементов у тренирующихся спортсменов был на низком уровне. Микроэлемент хром, связанный с метаболизмом углеводов, изменял активность инсулина при различных концентрациях глюкозы в крови. Возможно, физические упражнения изменяют метаболизм хрома, тем самым повышая чувствительность клеточных структур к инсулину. Интенсивные физические нагрузки вызывают потерю хрома и возникает дефицит этого элемента. (Диаграмма 1,2)

Что касается меди, то его концентрация показывает разные результаты в плазме и эритроцитах. Марафонский пробег ведёт к повышению концентрации данного элемента в плазме крови, но не изменяет его содержание в эритроцитах. У профессиональных спортсменов, по результатам наших исследований, содержание меди в эритроцитах было наиболее низким по сравнении с другими группы спортсменов. (Диаграмма 1,2)

Концентрация марганца в эритроцитах составляет  $22 \pm 7,4$  мкг/л. Он является компонентом нескольких ферментов, включая аргиназу, глутаминсинтетазу, фосфоенолпирватдекарбоксилазу, гексокиназу, ксантиноксидазу и Mn-СОД (супероксиддисмутаза). Активность Mn-СОД увеличивается по мере повышения физической нагрузки, что может быть связано с изменениями концентрации этого элемента в сыворотке.

В экспериментальных анализах крови у спортсменов средней и высокой физической нагрузкой было обнаружено повышение концентрации молибдена по сравнению с контрольной группой спортсменов.

В отличие от Zn и Cu, изменения содержания Se в эритроцитах сильно зависело от пищевого рациона. В цельной крови у спортсменов в конце тренировок уровень селена снижался, однако в плазме немного увеличился. Это может быть связана с тем что эритроцитарный селен переходит в ткани период тренировки.

Микроэлемент цинк, после высоких физических нагрузок в крови у спортсменов повышается, и уменьшается в эритроцитах. Это повышение может быть связано также с выходом цинка из мышц при высокой физической активности.

В заключении необходимо отметить, что физические упражнения вызывают дефицит меди, марганца и цинка в крови спортсменов по сравнению не занимающимися. Таким образом, наиболее важным элементом текущего исследования было определение концентраций этих элементов в эритроцитах и сравнение их со значениями в сыворотке или плазме, чтобы установить возможные дефициты, и в этом случае можно было бы предложить добавки.

Таблица 1

Уровень нагрузки	Cu	Mn	Mo	Cr	Se	Zn
Низкий уровень	94,5	1843	3054	223	101	14
Средний уровень	97	1790	3115	225	102	12,7
Высокий уровень	98	1780	3150	232	98	12

Диаграмма 1. Уровень потребления микроэлементов спортсменами контрольной группы с различной нагрузкой

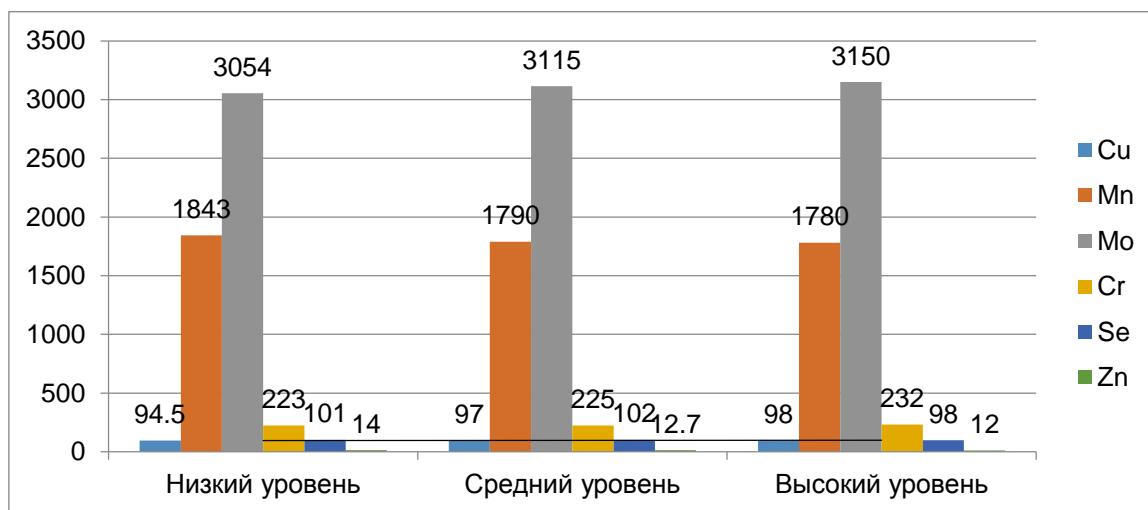
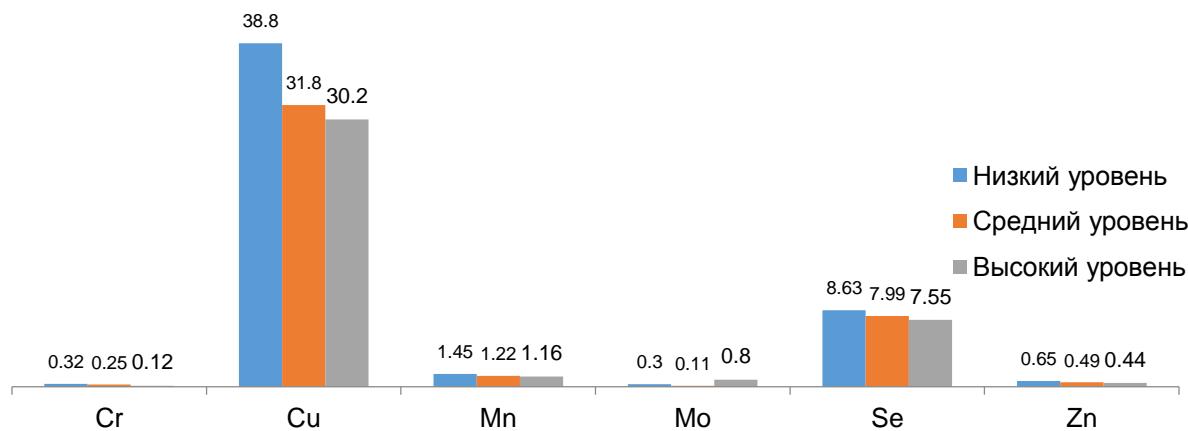


Таблица 2

Микроэлементы	Низкий уровень	Средний уровень	Высокий уровень
Cr	0,32	0,25	0,12
Cu	38,8	31,8	30,2
Mn	1,45	1,22	1,16
Mo	0,3	0,11	0,8
Se	8,63	7,99	7,55
Zn	0,65	0,49	0,44

**Диаграмма 2. Концентрация микроэлементов контрольной группе (по уровню нагрузки)**



## Литература

- Chromium metabolism in man and biochemical effects. In Trace Elements in Human Health And Disease / R.J. Doisy, D.H.P Streeten, J.M. Freiberg, A.J. Schneider // Essential and Toxic Elements. 1976. Vol. 2. P. 79-104.
- Elevated intakes of supplemental chromium improve glucose and insulin variables in individuals with type 2 diabetes / R.A. Anderson, N. Cheng, N.A. Bryden, M.M. Polansky, N. Cheng // Diabetes. 1997. 46. P. 1786-1791.
- Myint ZW, Oo TH, Thein KZ, Tun AM, Saeed H. Медно-дефицитная анемия: обзорная статья. Ann Hematol. 2018; 97: 1527–34.
- Рейли К. Питательные следы металлов. Оксфорд: Blackwell Publishing Ltd; 2004 г.
- Bogaard HJ, Woltjer HH, Van Keimpema ARJ, Postmus PE, De Vries PMJM. Прогнозирование пикового потребления кислорода у мужчин с использованием легочных и гемодинамических переменных во время упражнений. Медико-спортивные упражнения. 2000; 32: 701–5.
- Bentley DJ, McNaughton LR. Сравнение Wpeak, VO2peak и порога вентиляции из двух различных дополнительных тестов с нагрузкой: связь с показателями выносливости. J Sci Med Sport. 2003. 6: 422–35.
- Санна А., Фирину Д., Заваттари П., Валера П. Цинк-статус и аутоиммунитет: систематический обзор и метаанализ. Питательные вещества. 2018; 10: 68.

- 
8. Диаба-Нухохо П., Офори Е.К., Асаре-Анане Х., Оппонг С.И., Боама И., Блэкхерст Д. Влияние интенсивности упражнений на окислительный стресс и отдельные метаболические маркеры у молодых людей в Гане. BMC Res Notes. 2018; 11: 634.
  9. Бердников П.П., Дьяченко Ю.А. Коррекция отклонений коронарно-респираторной системы у спортивной молодежи в селенодефицитной провинции // Вестник Алтайского государственного аграрного университета. — 2009. — № 3. — С. 36-39.
  10. Новотный Я.А., Петерсон СА. Молибден. Adv Nutr. 2018; 9: 272–3.
  11. Li YH. Краткое изложение геохимии: от солнечной туманности до человеческого мозга. Оксфорд:Издательство Принстонского университета; 2000 г. Maynar и другие. Журнал Международного общества спортивного питания