

Субботина Н.С.

свободный исследователь

**ЦИНК, МАГНИЙ И ВИТАМИН В6 (ZMA): АНАЛИЗ
НАУЧНЫХ ДАННЫХ О ВЛИЯНИИ НА ОБМЕН ТЕСТОСТЕРОНА
И ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ**

***Аннотация:** В статье рассмотрены современные научные данные о биологической роли цинка, магния и витамина В6 — микронутриентов, традиционно объединяемых в комплекс ZMA. Целью работы являлся анализ имеющихся сведений о влиянии данных веществ на эндокринную регуляцию тестостерона, показатели мышечного восстановления и качество сна. В ходе исследования проведен обзор публикаций, индексируемых в базах PubMed, Scopus и Web of Science. Установлено, что цинк и магний выступают значимыми кофакторами стероидогенеза и нейроэндокринной регуляции, при этом наиболее выраженные эффекты в отношении тестостерона зафиксированы у лиц с исходным дефицитом данных микроэлементов. Данные о влиянии совместного приема трех компонентов у лиц без дефицита остаются неоднородными и требуют дальнейшего изучения.*

***Ключевые слова:** цинк, магний, витамин В6, тестостерон, ZMA, стероидогенез, качество сна.*

Subbotina N.S.

Independent Researcher

ZINC, MAGNESIUM AND VITAMIN B6 (ZMA): AN ANALYSIS OF SCIENTIFIC EVIDENCE ON TESTOSTERONE METABOLISM AND RECOVERY PROCESSES

Abstract: *The article reviews current scientific evidence on the biological role of zinc, magnesium, and vitamin B₆ — micronutrients commonly combined in the ZMA formulation. The aim of the study was to analyze available data on the influence of these substances on testosterone-related endocrine regulation, markers of muscle recovery, and sleep quality. A literature review of publications indexed in PubMed, Scopus, and Web of Science was conducted. Zinc and magnesium were found to be important cofactors of steroidogenesis and neuroendocrine regulation, with the most pronounced testosterone-related effects observed in individuals with baseline deficiency of these micronutrients. Data on the combined intake of all three components in non-deficient individuals remain heterogeneous and warrant further study.*

Keywords: *zinc, magnesium, vitamin B₆, testosterone, ZMA, steroidogenesis, sleep quality.*

Введение

Оптимальный гормональный статус, в частности концентрация эндогенного тестостерона, является значимым фактором, определяющим физическую работоспособность, композицию тела и общее самочувствие мужчин. Наряду с тренировочными и генетическими факторами, существенную роль в эндокринной регуляции играет обеспеченность организма эссенциальными микронутриентами [1; 2]. Среди них особое внимание уделяется цинку, магнию и витамину B₆, которые выступают кофакторами в реакциях стероидогенеза и метаболизма аминокислот, а также участвуют в нейроэндокринных механизмах регуляции сна [3; 4].

Комбинация данных трех веществ, получившая распространение под аббревиатурой ZMA, была впервые предложена в конце 1990-х годов как средство, потенциально способствующее поддержанию физиологического уровня тестостерона и инсулиноподобного фактора роста-1 (ИФР-1) у спортсменов [5]. В состав классической формулы ZMA помимо цинка и магния входит витамин B6 (пиридоксин), а сами минералы используются в форме хелатных соединений с аспарагиновой кислотой (аспартатов), что, согласно концепции разработчиков, повышает их биодоступность по сравнению с неорганическими солями [5].

Актуальность настоящего исследования определяется широкой распространенностью субклинического дефицита цинка и магния в популяции, а также сохраняющейся научной дискуссией относительно того, способно ли дополнительное потребление данных микронутриентов оказывать значимое влияние на эндокринные показатели у лиц без исходного дефицита [6]. Целью работы является анализ современных научных данных о механизмах участия цинка, магния и витамина B6 в регуляции тестостерона, а также обзор имеющихся клинических данных об эффектах их совместного приема.

Материалы и методы исследования

Материалами исследования послужили научные публикации, посвященные биологической роли цинка, магния и витамина B6 в регуляции эндокринных и метаболических процессов человека.

В ходе работы были проанализированы оригинальные экспериментальные исследования, рандомизированные контролируемые испытания, систематические обзоры и метаанализы, опубликованные в рецензируемых международных изданиях по направлениям эндокринологии, спортивной медицины и нутрициологии. В анализ

включались публикации, индексируемые в базах данных PubMed, Scopus и Web of Science, содержащие данные о влиянии цинка, магния, витамина B6 и их комбинации на уровень тестостерона, показатели мышечного восстановления и качество сна.

Результаты исследования

Цинк и регуляция тестостерона.

Цинк принимает участие в работе более чем 300 ферментов, в том числе задействованных в стероидогенезе и функционировании гипоталамо-гипофизарно-гонадной оси [1]. В классическом исследовании Прасада и соавт. (1996) было показано, что ограничение диетического потребления цинка у здоровых молодых мужчин в течение 20 недель сопровождалось значительным снижением сывороточного тестостерона (с $11,3 \pm 1,1$ до $6,9 \pm 1,0$ нмоль/л; $p=0,005$); у пожилых мужчин с исходной маргинальной недостаточностью цинка шестимесячная нутритивная коррекция привела к статистически значимому повышению уровня тестостерона (с $8,3 \pm 6,3$ до $16,0 \pm 4,4$ нмоль/л; $p=0,02$) [7]. Была также выявлена значимая корреляция между клеточной концентрацией цинка и сывороточным тестостероном ($r=0,43$; $p=0,006$) [7].

Данные результаты позволяют рассматривать цинк как значимый модулятор андрогенного статуса преимущественно в контексте коррекции его дефицита. Вместе с тем в исследованиях, проведенных на лицах без исходной недостаточности цинка, дополнительный прием высоких доз минерала не всегда сопровождался значимым приростом тестостерона, что может свидетельствовать об ограниченном «потолке» эффекта у лиц с адекватным нутритивным статусом [8].

Магний и регуляция тестостерона.

Магний участвует в качестве кофактора более чем в 300 ферментативных реакциях организма, включая процессы, связанные с энергетическим обменом и синтезом стероидных гормонов [9]. Магний способен влиять на транспорт и биодоступность тестостерона; показана его положительная ассоциация с уровнем глобулина, связывающего половые гормоны (ГСПГ), однако влияние на фракцию свободного тестостерона остается предметом дискуссий [10].

Исследование Чинара и соавт. (2011) продемонстрировало, что 4-недельный прием магния (10 мг/кг/день) у мужчин, занимающихся тхэквондо, приводил к увеличению уровня свободного тестостерона на 24% относительно исходного при одновременном снижении ГСПГ [11].

Отдельного внимания заслуживают данные о влиянии магния на качество сна, поскольку восстановительные процессы, происходящие в фазах глубокого сна, тесно связаны с секрецией тестостерона и соматотропного гормона [14]. Магний действует на нервную систему, блокируя рецепторы возбуждения (НМДА) и активируя рецепторы торможения (ГАМК), что способствует снижению тревожности и улучшению засыпания [9].

Витамин В6 и его вспомогательная роль.

Витамин В6 в форме пиридоксаль-5-фосфата выступает кофактором более чем 100 ферментативных реакций, включая трансаминирование и декарбоксилирование аминокислот, а также участвует в метаболизме гликогена и синтезе ряда нейромедиаторов [12]. Прямых данных о самостоятельном влиянии витамина В6 на уровень тестостерона в научной литературе относительно немного; его включение в состав комплекса ZMA рассматривается авторами первоначальной концепции в первую очередь в контексте поддержания общего метаболического статуса и

потенциального содействия усвоению цинка и магния, а также участия в регуляции работы центральной нервной системы, в том числе структур, вовлеченных в нейроэндокринную регуляцию сна.

Совместное применение цинка, магния и витамина В6: данные клинических исследований.

Наибольший научный резонанс получило исследование Бриллы и Конте (2000), в котором у футболистов на фоне восьминедельного ночного приема комплекса цинка, магния и витамина В6 было зафиксировано повышение свободного тестостерона (с 132,1 до 176,3 пг/мл) и общего тестостерона (примерно на 30%), а также увеличение уровня ИФР-1, тогда как в группе плацебо аналогичные показатели снижались [5].

Заключение

Проведенный анализ научной литературы показал, что цинк и магний являются значимыми физиологическими кофакторами стероидогенеза и нейроэндокринной регуляции, а витамин В6 выполняет вспомогательную метаболическую роль, участвуя в ферментативных процессах и потенциально способствуя усвоению других компонентов комплекса. Аспарагиновая кислота, используемая в форме хелатных аспартатов, призвана повышать биодоступность минералов, не оказывая при этом самостоятельного гормонального действия.

Установлено, что наиболее убедительные и воспроизводимые данные о положительном влиянии цинка и магния на уровень тестостерона получены применительно к лицам с исходным дефицитом либо маргинальной недостаточностью данных микроэлементов. В отношении лиц без исходного дефицита данные о клинической эффективности совместного приема цинка, магния и витамина В6 в форме комплекса ZMA остаются неоднородными: наряду с исследованием,

впервые предложившим данную комбинацию и продемонстрировавшим положительные результаты, ряд последующих независимых работ не подтвердил значимого влияния на гормональный профиль и силовые показатели.

Отдельный научный интерес представляет способность магния оказывать благоприятное влияние на качество сна, что может рассматриваться в качестве дополнительного, опосредованного механизма поддержки восстановительных процессов организма. Полученные результаты подтверждают необходимость дальнейших рандомизированных контролируемых исследований с обязательной стратификацией участников по исходному нутритивному статусу, что позволит более точно определить популяции, для которых нутритивная коррекция цинком, магнием и витамином В6 может иметь наибольшее физиологическое значение.

Использованные источники

1. Prasad A.S. Zinc is an antioxidant and anti-inflammatory agent: its role in human health // *Frontiers in Nutrition*. – 2014. – Vol. 1. – Article 14. – DOI: 10.3389/fnut.2014.00014.
2. Fallah A., Mohammad-Hasani A., Colagar A.H. Zinc is an essential element for male fertility: a review of Zn roles in men's health, germination, sperm quality, and fertilization // *Journal of Reproduction & Infertility*. – 2018. – Vol. 19, No. 2. – P. 69–81.
3. Volpe S.L. Magnesium in disease prevention and overall health // *Advances in Nutrition*. – 2013. – Vol. 4, No. 3. – P. 378S–383S. – DOI: 10.3945/an.112.003483.

4. Spinneker A., Sola R., Lemmen V., et al. Vitamin B6 status, deficiency and its consequences – an overview // *Nutricion Hospitalaria*. – 2007. – Vol. 22, No. 1. – P. 7–24.
5. Brilla L.R., Conte V. Effects of a novel zinc-magnesium formulation on hormones and strength // *Journal of Exercise Physiology Online*. – 2000. – Vol. 3, No. 4. – P. 26–36.
6. Chasapis C.T., Loutsidou A.C., Spiliopoulou C.A., Stefanidou M.E. Zinc and human health: an update // *Archives of Toxicology*. – 2012. – Vol. 86, No. 4. – P. 521–534. – DOI: 10.1007/s00204-011-0775-1.
7. Prasad A.S., Mantzoros C.S., Beck F.W.J., Hess J.W., Brewer G.J. Zinc status and serum testosterone levels of healthy adults // *Nutrition*. – 1996. – Vol. 12, No. 5. – P. 344–348. – DOI: 10.1016/S0899-9007(96)80058-X.
8. Koehler K., Parr M.K., Geyer H., Mester J., Schänzer W. Serum testosterone and urinary excretion of steroid hormone metabolites after administration of a high-dose zinc supplement // *European Journal of Clinical Nutrition*. – 2009. – Vol. 63, No. 1. – P. 65–70. – DOI: 10.1038/sj.ejcn.1602899.
9. de Baaij J.H.F., Hoenderop J.G.J., Bindels R.J.M. Magnesium in man: implications for health and disease // *Physiological Reviews*. – 2015. – Vol. 95, No. 1. – P. 1–46. – DOI: 10.1152/physrev.00012.2014.
10. Maggio M., De Vita F., Lauretani F. et al. Magnesium and anabolic hormones in older men // *International Journal of Andrology*. – 2011. – Vol. 34, No. 6, Pt. 2. – P. e594–e600. – DOI: 10.1111/j.1365-2605.2011.01193.x.
11. Cinar V., Polat Y., Baltaci A.K., Mogulkoc R. Effects of magnesium supplementation on testosterone levels of athletes and sedentary subjects at rest and after exhaustion // *Biological Trace Element Research*. – 2011. – Vol. 140, No. 1. – P. 18–23. – DOI: 10.1007/s12011-010-8676-3.

12. Ueland P.M., McCann A., Midttun Ø., Ulvik A. Inflammation, vitamin B6 and related pathways // *Molecular Aspects of Medicine*. – 2017. – Vol. 53. – P. 10–27. – DOI: 10.1016/j.mam.2016.08.001.
13. Leproult R., Van Cauter E. Effect of 1 week of sleep restriction on testosterone levels in young healthy men // *JAMA*. – 2011. – Vol. 305, No. 21. – P. 2173–2174. – DOI: 10.1001/jama.2011.710.
14. Poleszak E., Szewczyk B., Kedzierska E. et al. Antidepressant- and anxiolytic-like activity of magnesium in mice // *Pharmacological Reports*. – 2004. – Vol. 56, No. 5. – P. 763–766.

