

## ЗНАЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЗВИТИИ БЛИЗОРУКОСТИ



Курбаназаров Мурат Кунназарович, Абдуллаева Нурия Джалгасовна  
Медицинский институт Каракалпакстана, Республика Узбекистан, г. Нукус

## МИОПИЯ РИВОЖЛАНИШИДА МИКРОЭЛЕМЕНТЛАРНИНГ АҲАМИЯТИ

Курбаназаров Мурат Кунназарович, Абдуллаева Нурия Жалгасовна  
Қорақалпоғистон тиббиёт институти, Ўзбекистон Республикаси, Нукус ш.

## THE SIGNIFICANCE OF MICROELEMENTS IN THE DEVELOPMENT OF MYOPIA

Kurbanazarov Murat Kunnazarovich, Abdullaeva Nuriya Jalgasovna  
Karakalpakstan Medical Institute, Republic of Uzbekistan, Nukus

e-mail: [info@kkmeduniver.uz](mailto:info@kkmeduniver.uz)

---

**Резюме.** Ушбу шарҳий мақолада миопиянинг патогенетик механизмлари, асосан қўз тўқималарида оксидланиш-қайтарилш жараёнларининг ҳолатига таъсир қилувчи микроэлементларнинг роли тўғрисида маълумотлар келтирилган. Биокимёвий ва микроэлементлар таркибидаги ўзгариш склеранинг каркас хусусиятларининг бузилишига олиб келиши қайд этилган. Аккомодация аппаратидаги ўзгаришлар турли омиллар, шу жумладан атроф-муҳит омилларининг таъсири туфайли юзага келиши мумкин деган фикрлар мавжуд, бу организмдаги микроэлементлар мувозанатининг бузилишига олиб келади.

**Калит сўзлар:** макро- ва микроэлементлар, миопия, рух, мис, склера каркаси.

**Abstract.** The review presents data on the pathogenetic mechanisms of myopia, mainly on the role of trace elements affecting the state of redox processes in the tissues of the eye. It is noted that a change in the biochemical and trace element composition leads to a violation of the skeletal properties of the sclera. Changes in the accommodation apparatus can be caused by various factors, including the influence of environmental factors, which also leads to a violation of the microelement balance in the body.

**Key words:** macro and microelements, myopia, zinc, copper, scleral framework.

---

Распространенность заболеваний органа зрения и острота зрения являются важными социальными индикаторами здоровья населения [4,8,9]. В настоящее время заболеваемость детей с нарушениями зрения неуклонно растет и патология зрения сегодня рассматривается как особая медико-социальная проблема [13,22].

Патологические изменения в органах зрения, в том числе, нарушение рефракций и сопутствующие заболевания у детей приводят к снижению остроты зрения [1,2,9,17]. По данным Всемирной организации здравоохранения близорукость у детей является наиболее распространенным заболеванием XXI века. Среди офтальмологов остается дискуссионным множество клинических форм, сложность патогенеза, включающего биомеханические, сосудистые и метаболические факторы, затруднения в ранней диагностике и лечении, неблагоприятный прогноз, высокая медико-социальная значимость данной патологии.

По разным оценкам, к 2020 году число людей, страдающих от миопии, составило от 1,8 до 2,5 миллиард человек [13], по данным В.Holden et al., к 2050г. 49,8% населения будут близорукими, из них 9,8% - с миопией высокой степени [26].

В литературе приводится большая перечень приобретенных факторов, влияющих на развитие патологического процесса в органах зрения. К неспецифическим факторам относится изменение биохимического и микроэлементного состава в организме [2,3,7,10]. Одним из перспективных направлений в современной медицине является решение вопросов этиологии и патогенеза миопии, где большую роль играет выявление и определение изменений содержания макро- и микроэлементов, а также их коррекция [11,12,15,19].

Нарушение рациона питания приводит к недостаточному поступлению в организм макро- и микроэлементов, что непосредственно сказывается на деятельности организма и могут снижать

его сопротивляемость, следовательно, и способность адаптации к условиям окружающей среды. Организм здорового человека обладает саморегулирующейся системой гомеостаза, в которой важную роль играют химические элементы. Уровень содержания микроэлементов в крови и тканях организма соответствуют определенным физиологическим закономерностям [11,15,20,25].

Известно, что минеральный баланс организма имеет важное значение в возникновении и профилактике множества соматических заболеваний. Также установлено, что состав употребляемой пищи, воды и вдыхаемого воздуха зависит от природно-биохимических особенностей почвы, воды и атмосферы, которые идентичны для каждого отдельного региона.

Нарушение защитной функции антиоксидантной системы и развитие иммунодефицитных состояний у детей, приводящих к хроническому течению болезней, высокому риску развития распространенных заболеваний, снижению эффективности лечебных мероприятий и качества жизни, возникает вследствие дефицита или избытка макро- и микроэлементов [11,19].

Для описания всех патологических процессов, вызванных дефицитом, избытком или дисбалансом макро- и микроэлементов, в 1991 году А.П.Авцыном и его коллегами был введен термин «микроэлементоз» [11,15].

Микроэлементы — это химические элементы, присутствующие в тканях в следовых количествах от 0,001 до 0,00001% и являющиеся случайными компонентами тканей и жидкостей организмов. Они являются компонентами очень древних и сложных физиологических систем, которые существуют систематически и участвуют в регуляции жизненно важных функций организмов на всех стадиях развития.

В организме человека обнаружен 81 элемент из 92 встречающихся в природе элементов [11,14,17]. Школа В.И.Вернадского, наряду с термином «микроэлементы» различает понятие «макроэлементы» и предлагает определение этих понятий в зависимости от содержания в организме:

- макроэлементы содержатся в организме человека в диапазоне от 0,1 до 10%;
- микроэлементы содержатся в организме человека в диапазоне от 0,0001 до 0,01 %;
- ультрамикроэлементы – их содержание в организме человека менее 0,0001 %.

В соответствии с этими критериями в число макроэлементов входят всего 4 элемента: водород (6 кг), азот (1,8 кг), кальций (1 кг) и фосфор (0,78 кг), а в число микроэлементов — 3 элемента: рубидий (0,68 г), стронций (0,32 г) и бром (0,17 г) [12,15].

Согласно другой классификации все элементы делятся на:

1. Основные элементы — 6 элементов (натрий, калий, кальций, магний, хлор и фосфор);

2. Следовые элементы (traceelements) — 11 элементов (железо, йод, фтор, цинк, селен, медь, марганец, хром, молибден, кобальт и никель);

3. Ультраследовые (ultra — traceelements) — 21 элемент (алюминий, мышьяк, барий, висмут, бор, бром, кадмий, цезий, германий, ртуть, литий, свинец, рубидий, сурьма, кремний, самарий, скандий, стронций, таллий, титан и вольфрам) [12,18,21].

Микроэлементы участвуют в важнейших биохимических процессах, таких как клеточное и тканевое дыхание, синтез белка (медь, цинк, марганец, кобальт), фотосинтез (марганец, медь), процессы кроветворения (кобальт, медь, марганец, никель, цинк) и метаболизм клетки [19].

Как утверждает И.А.Гндоян (2020), важность органа зрения для нормального функционирования в современном обществе человека, а также регулярное использование в практике офтальмолога зрительных анализаторов, для профилактики лечения миопии ставит вопрос о необходимости применения витаминов и микроэлементов [7]. Некоторые авторы указывают на нарушения микроэлементного состава и изменения окислительно-восстановительных процессов в структурах глаза, которые могут привести к нарушениям биохимических свойств аккомодационного аппарата, гемодинамики, офтальмотонуса и склеры. Эти нарушения могут быть также вызваны факторами окружающей среды, включая загрязнение атмосферы [2,6,9,21].

Имеются данные о роли неблагоприятных факторов окружающей среды на развитие миопии [5,6,9]. Факторы окружающей среды могут нарушать состав микроэлементов и негативно влиять на формирование растущего организма [5,16]. Поскольку дисбаланс микроэлементов возникает уже в плаценте [11,15,19,20], он в конечном итоге приводит к общему росту заболеваемости и появлению новых заболеваний [6,16,17], в том числе органов зрения [3,27,24,28].

При миопии обнаружен дисбаланс концентрации некоторых микроэлементов в различных оболочках глаза. Так, например, при прогрессирующей миопии было выявлено уменьшение содержания меди в слезной жидкости и изменение соотношения цинк/железо [7,10,29,30].

У детей школьного возраста, страдающих миопией и нарушением рефракцией, выявлена тесная связь между содержанием цинка и меди в волосах [10,27,29]. У детей с миопией выше 6,0 D статистические исследования утверждают достоверное снижение концентрации меди в плазме крови. В то же время, Fedor M. с соавторами в

своих исследованиях обнаружили, что достоверного снижения уровня меди в плазме крови не установлено, однако были найдены низкие уровни цинка и селена, а также достоверное повышение расчетного коэффициента соотношения медь/цинк, по мнению некоторых исследователей, является показателем окислительного стресса [4,10,27].

Известно, что нормальная склеральная ткань демонстрирует значительные различия в распределении микроэлементов. Установлено, что самые низкие концентрации элементов наблюдаются на экваторе, а самые высокие в заднем полюсе глаза. Резкое снижение содержания меди, железа и цинка наблюдается в экваториальной и задней частях склеры при различных степенях миопии [10].

Недостаточное употребление в продуктах моно- и полиненасыщенных жирных кислот, жирорастворимых и водорастворимых витаминов, а также макро- и микроэлементов приводит к повышенному типу рефракции [6,7].

Известно, что микроэлементы, такие как медь (Cu), цинк (Zn), марганец (Mn), а также макроэлементы – железо (Fe), калий (K), магний (Mg), кальций (Ca), постоянно присутствуют почти во всех структурах здорового глаза [4,10,27].

Цинк содержится в высоких концентрациях в пигментном эпителии сетчатки [7]. Имеются данные, что в небольших количествах цинк уменьшает ишемию сетчатки, а в высоких концентрациях он способствует развитию ишемии сетчатки [10,30]. Отмечено, что этот микроэлемент является неотделимым компонентом ДНК и РНК-полимераз. Кроме того, цинк участвует в работе целого ряда гормонов, включая гормоны вилочковой железы, глюкагон, инсулин, гормон роста и половые гормоны [11,12,22]. Также известно, что этот микроэлемент обладает определенной активностью против вирусов, бактерий, грибов, обладает антиканцерогенными свойствами [15,19].

Кроме цинка в фоторецепторах и пигментном эпителии сетчатки содержится высокая концентрация меди. Нехватка меди приводит к снижению активности антиоксидантного тканевого ингибитора металлопротеиназ, что ведет к повреждению тканей глаза. Морфологические данные свидетельствуют о нарушении обмена меди с аномальным распределением этого металла в фиброзной оболочке глаза [3,10]. В зависимости от степени близорукости содержание меди резко снижается в экваториальной и задней частях склеры, тогда как при дальнозоркости такое изменение не отмечается [7,10].

В результате многочисленных экспериментов продемонстрировано ингибирующее действие цинка на удлинение глазной оси и увеличение

преломляющей силы, что рекомендовано для профилактики и лечения близорукости. Важность цинка и меди для поддержания нормальной структуры сетчатки, а также склеры была доказана [3,28,29]. У пациентов с тяжелой близорукостью и отслойкой сетчатки выявлена связь между нарушением обмена цинка и меди и значительными изменениями в ретинальном пигментном эпителии [10,27].

Медь вместе с цинком играет важную роль в прочностных свойствах фиброзной мембраны глаза. Патологические изменения в склере при миопии включают разрывы волокон соединительной ткани, уменьшение среднего поперечного диаметра волокон, увеличение фракции растворимого коллагена, ослабление сшивки склерального коллагена и снижение устойчивости к протеолитическим ферментам [10,28]. При окислительном повреждении ганглиозных клеток сетчатки магний играет защитную роль благодаря его комбинированному воздействию на поддержание регуляции кальциевых каналов, синтеза глутатиона, перекисного окисления липидов и многих метаболических ферментативных реакций [10,22]. Поэтому изменения в балансе Ca/Mg могут привести к нарушению нормальной физиологии сетчатки и зрительного нерва.

Удлинение передне-заднего размера глазного яблока при миопии связано с биомеханическим ремоделированием склеры, состоящей из коллагеновых волокон, протеогликанов и гликопротеинов [10,27,28]. Этот процесс обусловлен метаболизмом коллагена, важным микроэлементом которого является цинк. Он содержится в активном центре матриксных металлопротеиназ, моделирующих коллаген и влияет на активность медь-зависимой лизилоксидазы. Медь-зависимая лизилоксидаза участвует в синтезе предшественников коллагена и эластина из аминокислоты лизина, катализируя посттрансляционное окисление остатков лизина и гидроксизина. Образующийся при этом пептидный альдегид является активным центром образования поперечных связей коллагена и эластина [10,27], что важно для укрепления склеры при миопии. Цинк не только играет важную роль в биомеханических процессах склеры, но и действует как мощный антиоксидант. Механизм антиоксидантного действия цинка был реализован в виде «острого» и «хронического» эффектов [10,29,30].

**Заключение.** Обзор литературных данных показывает, что дисбаланс вышеуказанных микроэлементов (Cu, Zn, Mn, Se), связанный с нарушением структуры склеры при миопии, является одним из существенных факторов, обуславливающих изменение биомеханических характеристик склеры, т.е. ослабление ее опорных свойств. Нарушению баланса микроэлементов в организме

способствуют состав употребляемой воды, пищи, вдыхаемого воздуха, которые, в свою очередь, обусловлены для каждого отдельного региона его природно-биохимическими особенностями почвы, воды, атмосферы и антропогенными факторами. При разработке профилактических мероприятий с учетом метаболических механизмов развития миопического процесса, необходимо ориентироваться на патогенетическое значение микроэлементов.

В доступной литературе отсутствуют данные о микроэлементозах при патологии органа зрения, в том числе миопии у детей, проживающих в регионе экологического неблагополучия.

Таким образом, с целью профилактики развития патологических состояний в организме на фоне сопутствующих заболеваний, в том числе органа зрения в экологически неблагоприятном регионе, целесообразно изучение микроэлементного статуса и разработать меры по их коррекции при их нарушении.

#### Литература:

1. Агаян Л.Д. Патогенетические особенности осложненной миопии и современные методы ее исследования. //Новый армянский медицинский журнал.-2013.-т.7.-№4.-с.75-81;
2. Аксенова Ю. М. Связь прогрессирующей миопии с общим и местным состоянием соединительной ткани у детей и подростков. Дисс.... канд.мед.наук.-М., 2018.- 44 с.;
3. Апрельев А.Е., Сетко Н.П., Исеркепова А.М., Пашина Р.В. Особенности исследования микроэлементов на состояние органов зрения у студентов //Ж.: Медицинский вестник Башкортостана.-2016.-т.11.- №1.- с.154-156;
4. Астрелин М.Н. Современный взгляд на роль склеры в патогенезе близорукости //Ж.: Медицинский вестник Башкортостана.-2017.-т. 12.-№6. - С.133-136;
5. Атанязова О.А., Константинова Л.Г., Ещанов Т.Б., Курбанов А.Б. Аральский кризис и медико-социальные проблемы Каракалпакстана. - Ташкент, 2001.-116с.;
6. Бердюгин Д.М. Иммунофизиологические аспекты питания при патологии рефракции малочисленных народов Севера. Автореф...дис. канд.наук.-Тюмень, 2004.-25с.;
7. Гндоян И.А. Вопросы трофической поддержки в детской офтальмологии // Ж.: Офтальмология.- 2020.- № 17(3).- С.309–320;
8. Должич Г.И., Пыльцина Н.Ю. О взаимосвязи клинического течения близорукости с особенностями физического развития детей и подростков // Ж.: Вестник офтальмологии.- 2008.- № 5 - С.50-52;
9. Ерёменко К. Ю. Влияние некоторых внешних и внутренних факторов на течение приобретенной миопии у детей // Росс. офтальмол. журн. – 2011. – № 1. – С.27–30;
10. Иомдина Е.Н. Биомеханика склеральной оболочки глаза при миопии: диагностика нарушений и их экспериментальная коррекция. Автореф...дисс. докт.наук. -М.,2000.- 48 с.;
11. Канжигалина З.К., Касенова Р.К., Орадова А.Ш. Биологическая роль и значение микроэлементов в жизнедеятельности человека // Ж.: Вестник КазНМУ.-2013;
12. Кравчик М.В., Новиков И.А. Проблемы классификации химических элементов в биомедицинских исследованиях //Аналитика. Научно-практический журнал.-2021.-№3.DOI: 10.22184/2227-572X.2021.11.3.234.239;
13. Курьязова З., Янгиева Н. Вопросы патогенеза и профилактики миопии //Ж.: Медицина и инновации-2021.-№ 1(3).-с.54–61. <https://doi.org/10.34920/min.2021-3.006>;
14. Либман Е.С., Шахова Е.В. Клинико-социальные аспекты инвалидизирующей близорукости //Близорукость, нарушение рефракции, аккомодации и глазодвигательного аппарата. Сб. трудов межд. симп. - М., 2001.- с.55-56;
15. Лысыков Ю.А. Роль и физиологические основы обмена макро- и микроэлементов в питании человека //Ж.: Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. -М.,2009. -№2. – с.120-131;
16. Мирская Н.Б. и др. Формирование здорового образа жизни как необходимое условие профилактики нарушений и заболеваний органа зрения младших школьников // Ж.: Гигиена и санитария. – 2016. - № 95(5). – С.466-470;
17. Писарева А.Н. Образ жизни и поведенческие факторы риска формирования здоровья школьников // Ж.: Медицинский альманах. – 2017. – № 2(47). – С. 49-52;
18. Полянская И.С. Новая классификация биоэлементов в биоэлементологии // Ж.: Молочнохозяйственный вестник.-2014.- №1 (13);
19. Протасова Н.А. Микроэлементы: биологическая роль, распределение в почвах, влияние на распределение заболеваний человека и животных //Ж.: Соросовский образовательный журнал. - 1998.- №12.- С.32-37
20. Скальный А.В. Эколого-физиологическое обоснование эффективности использования макро и микроэлементов при нарушениях гомеостаза у обследуемых из различных климатогеографических регионов // Дисс. ...докт. мед. наук - М., 2000. - 352с.;
21. Скальный А.В. Микроэлементозы человека: гигиеническая диагностика и коррекция // Ж.: Микроэлементы в медицине, 2006. — Т.1.- С.2-8;
22. Тарутта Е.П., Иомдина Е.Н., Тарасова Н.А. и др. Комплексный подход к профилактике и лечению прогрессирующей миопии у школьников //Ж.: Клиническая офтальмология.- 2018.-



№19(2).-С.70-76. DOI: 10.21689/2311-7729-2018-18-2-70-76;  
23.Тарутта Е.П., Кушнаревич Н.Ю., Иомдина Е.Н. Прогнозирование осложненной миопии у детей // Ж.: Вестник офтальмологии.- 2004.- №3.-С.19-21;  
24.Тарутта Е.П., Проскурина О.В., Тарасова Н.А., Маркосян Г.А. Анализ факторов риска развития близорукости в дошкольном и раннем школьном возрасте // Ж.: Анализ риска здоровью.-2019. DOI: 10.21668/ea №^к/2019.3.03;  
25.Шайхова Г.И., Аскарова Н. Гигиенические рекомендации по профилактике дошкольной близорукости и других нарушений зрения у часто болеющих детей // Общество и инновации. -2021.- т.12.- №2.- С. 278–288. DOI:https://doi.org/10.47689/2181-1415-vol2-iss2-pp278-288;  
26.Holden B.A., Fricke T.R., Wilson D.A., Jong M., Naidoo K.S., Sankaridurg P., Wong T.Y., Naduvilath T.J., Resnikoff S. Global prevalence of myopia and high myopia and temporal trends from 2000 through 2050 //J.: Ophthalmology. - 2016. - Vol.123.- N. 5. - P.1036 – 1042;  
27.Мс Бrien N.A., Jobling A.I., Gentle A. Biomechanics of the sclera in myopia: ex-tracellular and cellular factors //J.: Optom. Vis. Sci. -2009.-v.86.- p.23–30. DOI: 10.1097/ OPX.0b013e3181940669;

28.Summers-Rada J., Shelton S., Norton T.T. The sclera and myopia. Exp. Eye Res. 2006; 82:185–200. DOI: 10.1016/j.exer.2005.08.009;  
29.Yanagisawa H. Zinc deficiency and clinical practice-validity of zinc preparations //J.: Yakugaku Zasshi.-2008.-N.28(3).-P.333–339. DOI: 10.1248/yakushi.128.333;  
30.Powell S.R. The antioxidant properties of zinc //J.: Nutr. .-2000.-N.130(5).-p.1447–1454. DOI: 10.1093/jn/130.5.1447S.

### **ЗНАЧЕНИЕ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В РАЗВИТИИ БЛИЗОРУКОСТИ**

*Курбаназаров М.К., Абдуллаева Н.Дж.*

**Резюме.** В обзоре представлены данные о патогенетических механизмах миопии, в основном о роли микроэлементов, влияющих на состояние окислительно-восстановительных процессов в тканях глаза. Отмечено, что изменение биохимического и микроэлементного состава приводит к нарушению каркасных свойств склеры. Изменения аккомодационного аппарата могут быть обусловлены различными факторами, в том числе влиянием факторов окружающей среды, которые также приводит к нарушению микроэлементного баланса в организме.

**Ключевые слова:** макро и микроэлементы, миопия, цинк, медь, склеральный каркас.