

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования  
«Ставропольский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации

Кафедра пропедевтики детских болезней с курсом дополнительного  
профессионального образования

### **Методические рекомендации к практическим занятиям**

Наименование дисциплины	Основы рационального питания
Специальность	34.03.01 – сестринское дело
Форма обучения	очная
Год начала подготовки	2025

**ТЕМА 5** **Минеральные вещества, их роль и значение в жизне-  
деятельности организме**

Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Основы рационального питания»:

Разработаны:

Ассистент кафедры пропедевтики детских  
болезней с курсом дополнительного  
профессионального образования

Савина Г.Я.

Обсуждены

на заседании кафедры пропедевтики детских  
болезней с курсом дополнительного  
профессионального образования, зав.  
кафедрой, д.м.н., профессор

Безроднова С.М.

Согласованы и рекомендованы к использованию в образовательном процессе для  
обучающихся по специальности 34.03.01 - Сестринское дело 2025 года набора очной  
формы обучения

Руководитель ОПОП ВО

Шিশалова Т.Н.

Декан факультета гуманитарного и медико-  
биологического  
образования

Федько Н.А.

*Методические указания по дисциплине «Основы рационального питания» размещены в  
ЭИОС университета в авторской редакции*

- 1. Цель** Ознакомить обучающихся с минеральными веществами, их ролью и значением в жизнедеятельности организме
- 2. Учебные вопросы**
- 1.Макро- и микроэлементы, их роль в питании человека.
  - 2.Кислотно-щелочное равновесие.
  - 3.Водный обмен.

### 3. Теоретическая часть

Минеральные вещества относятся к незаменимым факторам питания и должны в определенных количествах постоянно поступать в организм с пищей и водой. Все минеральные вещества в зависимости от их содержания в организме и количественных характеристик их обмена в системе «человек-окружающая среда» условно делятся на макро- и микроэлементы (табл. 1).

К макроэлементам относятся вещества, количественный оборот (содержание, поступление, выведение) которых в организме составляет десятки и сотни граммов. Они во многом являются, как и макронутриенты (белки, жиры и углеводы), структурными элементами нашего тела, участвуя в построении тканей, органов и систем. Макроэлементы обеспечивают поддержание кислотно-щелочного равновесия: фосфор, хлор и сера обладают кислотным потенциалом, а калий, натрий, кальций и магний несут щелочные валентности. Регуляция водно-солевого (электролитного) обмена на уровне организма и отдельных клеток осуществляется благодаря натрию, хлору, калию, создающим осмотические потенциалы (хотя в их создании участвуют и другие крупномолекулярные компоненты белковой и небелковой природы).

*Таблица 1. Классификация и характеристика эссенциальных минеральных элементов*

	<b>Минеральные вещества</b>	<b>Содержание в организме</b>	<b>Поступление алиментарным путем с обычным рационом</b>
Макро-элементы	Кальций	1200 г	0,5-1,5 г
	Фосфор	680 г	0,7-1,8 г
	Калий	270 г	2-5 г
	Серa	200 г	0,7-0,9 г
	Натрий	140 г	2-10 г
	Хлор	140 г	3-11 г
	Магний	25 г	0,3-0,5 г
Микро-элементы	Железо	4-5 г	0,005-0,02 г
	Цинк	1-2 г	0,01-0,03 г
	Медь	80-120 мг	1-5 мг
	Йод	20-30 мг	0,02-0,2 мг

*Таблица 1. Классификация и характеристика эссенциальных минеральных элементов*

	<b>Минеральные вещества</b>	<b>Содержание в организме</b>	<b>Поступление алиментарным путем с обычным рационом</b>
	Марганец	12-20 мг	1-5 мг
	Селен	13-14 мг	0,02-0,3 мг
	Молибден	10 мг	0,07-0,11 мг
	Хром	6 мг	0,02-0,3 мг
	Фтор	2,5 г	1-5 мг
	Кобальт	1,5 мг	0,3-1,8 мг

Натрий, калий, кальций и магний участвуют в образовании разности потенциалов на поверхности биомембран, обеспечивая осуществление важнейших физиологических функций организма: генерацию и перенос нервного импульса, мышечное сокращение и расслабление, работу каналов активного трансмембранного переноса.

Микроэлементы осуществляют свои физиологические функции, присутствуя в организме в малых количествах (мг и мкг), и играют специфическую биологическую роль в качестве компонентов ферментативных систем (кофакторов), факторов генной и метаболической регуляции жизненно важных клеточных механизмов.

Для многих минеральных веществ установлены точные механизмы их участия в метаболизме человека, но для большинства эти данные отсутствуют. Тем не менее очевидно, что практически все элементы нашей биосферы играют определенную роль в жизнедеятельности организма человека, т.е. обладают потенциальной эссенциальностью.

В процессе долгой эволюции человек и его далекие предки адаптировались к относительно стабильному обмену минеральными веществами с окружающей средой. При этом организм выработал системы регуляции количественного поступления, депонирования и выведения отдельных минералов в зависимости от многих факторов: интенсивности использования в обменных процессах, необходимости создания запасов, обеспеченности организма и повышения потребности в различные периоды жизни. Таким образом, дисбаланс минеральных веществ в организме может возникать по таким причинам, как:

- существенное изменение (сокращение или избыток) поступления с пищей (как в составе традиционных продуктов, так и за счет дополнительных источников);
- генетические дефекты на путях усвоения и метаболизации;
- отдельные патологические состояния, ведущие к модификации усвоения, депонирования, выведения;
- повышенные поступления в результате антропогенного загрязнения среды обитания;
- дисбаланс пищевых композиций при осуществлении монопитания - энтерального или парентерального.

В настоящее время значимость минерального вещества с гигиенических позиций определяется либо описанной возможностью развития обратимого синдрома истинного алиментарного дефицита, либо наличием известной токсичности с четкими характеристиками клинических проявлений и параметрами лабораторной диагностики. С учетом этих данных можно установить ре-

комендуемое ежесуточное поступление (для минеральных веществ оно будет совпадать с нормой физиологической потребности) или безопасные (адекватные) уровни поступления.

Если для минерального вещества не установлены подобные характеристики и не описаны случаи его алиментарного дефицита, то его способность вызывать нарушения пищевого статуса, а также роль в развитии алиментарно-зависимой патологии считается недоказанной.

Нормы физиологической потребности или безопасные (адекватные) уровни поступления разработаны для 16 макро- и микроэлементов: кальция, фосфора, натрия, калия, магния, железа, цинка, меди, йода, марганца, селена, молибдена, хрома, фтора, кобальта, кремния.

Ряд других микроэлементов (ванадий, никель, бор, литий, германий) в последние годы активно изучаются в плане установления их специфических механизмов участия в основных обменных и регуляторных процессах и установления безопасного (адекватного) уровня их поступления в организм. Очевидно, что возможность развития алиментарного дефицита любого из перечисленных микроэлементов для людей, употребляющих обычные (и даже крайне однообразные) рационы, маловероятна; такое возможно лишь при использовании несбалансированного парентерального или энтерального питания. В силу этого установление адекватного уровня потребления для максимального количества микронутриентов (в том числе и микроэлементов) представляется чрезвычайно важной задачей при создании синтетических формул для парентерального и энтерального питания.

В последние годы активно развивается научное направление, связанное с изучением развития и профилактики так называемых микроэлементозов. *Микроэлементозы* - патологические состояния, вызванные дефицитом, избытком или дисбалансом микроэлементов в организме. Именно в рамках этого направления изучаются критерии, позволяющие разграничить незаменимость и токсичность микроэлементов, т.е. количественно регламентировать ту природную двойственность, которой обладают многие минеральные компоненты в организме. Так, некоторые минеральные элементы (железо, медь, селен, цинк, марганец, фтор, молибден, йод) могут при определенных условиях вызывать интоксикацию. Это имеет особое значение в современных экологических условиях при росте антропогенной нагрузки этими элементами. Напротив, такие токсичные элементы, как свинец, мышьяк, кадмий, вероятно, играют в составе биологических субстратов незаменимую роль в клеточном метаболизме при обычном (эволюционно сложившемся) уровне их поступления в организм.

Минеральные вещества (макро- и микроэлементы) содержатся в любых пищевых продуктах и продовольственном сырье, однако их содержание в одном и том же продукте может отличаться в десятки и даже сотни раз. Содержание минералов в продукте (особенно в растительном) будет зависеть от целого ряда факторов: состава почв, на которых произрастают растения, степени технологической переработки сырья, использования приемов дополнительного обогащения.

С гигиенических позиций оптимальное обеспечение здорового человека минеральными веществами возможно при разнообразном полноценном питании, включающем все группы пищевых продуктов в количествах, соответствующих энергозатратам. При этом следует иметь в виду, что связь отдельных минеральных веществ с энергетическим обменом не столь прямолинейна, как, например, для макронутриентов или витаминов группы В. Даже при крайне низких энергозатратах потребность в большинстве макро- и микроэлементов не снижается, а соответствует возрасту, полу и функциональному состоянию организма и может даже повышаться с учетом степени затратного участия конкретного вещества в процессах защиты и адаптации.

Для кальция, фосфора, калия, натрия, магния, железа, цинка, йода, фтора, меди, марганца, селена, молибдена и хрома установлены нормы физиологической потребности - необходимый уровень поступления с рационом, который с учетом процента усвоения организмом минерального вещества обеспечивает поддержание нормального гомеостаза при обычных условиях проживания. Для кобальта и кремния установлены рекомендуемые уровни потребления, которые предотвратят развитие дефицита и в то же время не приведут к развитию интоксикации.

Мнение о незаменимости для организма бора, никеля, ванадия и ряда других микроэлементов имеет серьезные основания, но не подтверждено необходимыми научными данными: не установлены признаки их алиментарного дефицита, требует уточнения их роль в метаболических

процессах. По этой причине для данных элементов не установлены безопасные (адекватные) уровни поступления.

**Кальций.** Кальций - основной минеральный компонент нашего организма и питания. Его депонированное количество (1,2 кг) и распределение в организме (99% - в костном депо и 1% - в тканях) обеспечивают возможность поддерживать необходимые концентрации кальция в крови и в клетках практически при любом его поступлении с рационом в течение длительного времени. Кальций выполняет несколько важнейших функций в организме:

- входит в составе кристаллов гидроксиапатита (в комплексе с фосфором) в минеральную составляющую скелета;
- обеспечивает мышечное сокращение;
- обеспечивает проведение нервных импульсов;
- за счет регулирования разности потенциалов на биомембранах обеспечивает работу транспортных каналов;
- участвует в системе свертывания крови;
- регулирует работу защитно-адаптационных клеточных механизмов;
- является вторичным передатчиком в сигнальной клеточной системе. Уровень кальция в сыворотке крови является определяющим фактором в системе регуляции обмена этого минерала в организме. У человека существует сложная витаминно-гормональная регуляция кальциевого метаболизма. При снижении уровня кальция в крови в результате, как правило, его недостатка в питании кальций-специфические белки-рецепторы в паратиреоидных железах инициируют синтез паратиреоидного гормона (паратгормона). Паратгормон стимулирует трансформацию в почках витамина D в активную форму - кальцитриол, который повышает степень абсорбции кальция в кишечнике, уменьшает потери кальция с мочой и стимулирует его выход из костного депо. Торможение данного механизма осуществляется по принципу отрицательной обратной связи при увеличении концентрации кальция в крови.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* У населения развитых стран основное количество кальция (более 75%) поступает с молочными продуктами (табл. 2). Именно в составе молока и жидких кисломолочных продуктов кальций находится в наиболее усвояемой форме, обуславливающей абсорбцию около 98% этого минерала. Другие продукты переработки молока, такие как творог и особенно сыр, содержат очень большие количества кальция, однако их высокая жирность (18-40%) значительно снижает доступность кальция в результате его омыления. Эта же химическая реакция снижает биодоступность кальция из какао-продуктов, орехов, рыбных консервов в масле, соевой муки.

Кальций из растительных источников (капустных овощей, листовой зелени, орехов, соевых продуктов, какао) может иметь невысокую биодоступность (не более 5-7%) в силу высокого содержания в них оксалатов и фитатов (фитиновой кислоты), образующих с кальцием неусвояемые комплексы. При термической обработке, например выпечке хлеба, приготовлении каши, фитиновая кислота частично разрушается и биодоступность кальция повышается.

Оптимальным для усвоения кальция из пищи считается соотношение Са и Р, находящееся в интервале 0,66-1, т.е. 1:1,5- 1:1.

*Таблица 2. Основные пищевые источники кальция и факторы, снижающие его биодоступность*

Продукт, порция	Кальций, мг	Факторы, снижающие (модифицирующие) биодоступность кальция			
		Кальций/ фосфор	Жиры, г	Оксалаты, мг в порции	Фитаты, % общего фосфора
Йогурт, 150 г	225*	1,11	3	-	-

			,8			
Молоко коровье, 100 г	121*	1,33	,2	3	0,7	-
Кефир, 100 г	120*	1,33	,2	3	-	-
Творог нежирный, 100 г	120*	0,63	,6	0	-	-
Мороженое молочное, 100 г	136*	1,35	,5	3	-	-
Лосось консервы, 100 г	154*	0,53	4,0	1	-	-
Креветки, 100 г	115*	0,44	,1	1	-	-
Устрицы, 100 г	94*	0,66	,2	1	-	-
Сардины консервы, 100 г	354	0,82	4,4	2	1,6	-
Сыр голландский, 30 г	312	1,9	7,3	2	-	-
Творог жирный, 100 г	150	0,69	8	1	-	-
Фасоль, 100 г	150*	0,23	,7	1	-	-
Петрушка зелень, 50 г	123	2,58		0	83	-
Брокколи, 100 г	103*	1,32	,3	0	-	-
Соевая мука, 50 г	100	0,36	0,3	2	-	31
Хлеб пшеничный обогащенный, 100 г	100	1,19	,9	0	6,9	15

Инжир, 50 г	63*	1,64	,3	1	-	-
Оливки зеленые, 100 г	61*	3,59	2,7	1	-	-
Апельсин, 150 г	61	1,78	,2	0	9,3	-
Геркулес, 100 г	52	0,16	,2	6	-	70
Сельдь, 100 г	57*	0,24	8,8	1	-	-
Хлеб ржаной, 100 г	21	0,12		1	20,9	55
Хлеб пшеничный, 100 г	26	0,31	,9	0	6,9	15
Капуста белокочанная, 100 г	48	1,55	,1	0	1,2	-
Капуста краснокочанная, 100 г	53	1,66		0	7,4	-
Цветная капуста, 100 г	26	0,51	,3	0	1,1	-
Салат зеленый, 50 г	38	2,26		0	1,1	-
Курага, 50 г	80	1,1	,5	0	>3,4	-
Персики, 100 г	48*	0,41	,7	0	0	-
Артишоки, 100 г	51	0,54	,2	0	8,8	-
Сельдерей (корень), 50 г	60	1	,3	0	7,6	-
Чечевица, 100 г	79	0,21	,1	1	-	51

Шпинат, 50 г	53	2,08	0,3	0	286	-
Миндаль, 30 г	70	0,46	4,2	5	-	24,6
Фисташки, 30 г	39	0,26	3,7	5	-	-
Изюм, 50 г	40	0,61	,2	0	-	-

\*Источники биодоступного кальция.

Определенный вклад в обеспечение кальцием организма может вносить питьевая вода (водопроводная или минеральная бутилированная), содержащая много кальция.

На уровень усвоения кальция из рациона влияют несколько пищевых факторов. Активный перенос кальция через мембраны энтероцитов стимулируют лимонная кислота, аминокислоты, фосфопептиды казеина, витамин D (кальцитриол), а лактоза при ферментации создает оптимальный для усвоения кальция рН в кишечнике. Эффективность абсорбции кальция снижается при увеличении общего объема съеденной пищи, высоком содержании в рационе оксалатов, фитатов, фосфора и, возможно, жиров, ПВ и кофеина. Средний уровень усвоения кальция из смешанного рациона составляет 30-40%.

Усвоение кальция из пищи снижается с возрастом и при заболеваниях кишечника.

Обеспечение кальцием организма достигается в полном объеме при ежедневном использовании молочной группы продуктов, овощей, зелени, хлебобулочных изделий, фруктов (см. табл. 2-42) и регулярном включении орехов и сухофруктов в рацион людей с высокими энергозатратами.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень поступления кальция для взрослого здорового человека - 1000 мг в сутки. Потребность в кальции повышается при беременности и лактации.

Биомаркерами обеспеченности организма кальцием служат уровень кальция в сыворотке крови и динамика параметров кальциевого метаболизма, характеризующих процессы ремодуляции костной ткани: активность щелочной фосфатазы, концентрацию паратгормона, количество С-телопептида в сыворотке крови и уровень выведения кальция с мочой по соотношению Са и креатинина в моче.

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Дефицит кальция может быть связан с недостаточным его поступлением с пищей, например в результате низкого содержания молочной группы продуктов в рационе. Причинами неиспользования молока в питании могут быть аллергия к молочным белкам, непереносимость молочного сахара (изза лактазной недостаточности) или отрицательное субъективное отношение - устойчивая привычка не употреблять молочные продукты, которая относится чаще всего к жидким молочным продуктам. При этом с гигиенических позиций отсутствие жидких молочных продуктов в питании не может быть компенсировано увеличением использования сыра, потому что в этом случае вместе с дефицитным кальцием организм будет получать лишние жировые калории. В силу этого, при невозможности использовать в питании широкого ассортимента молочных продуктов, необходимо чаще включать в рацион другие пищевые источники кальция, а также обогащенные продукты.

Алиментарный дефицит кальция может развиваться также в связи с уменьшением его усвоения (в результате недостатка витамина D или нарушения синтеза кальцитриола при заболеваниях почек), снижением функции паращитовидных желез, дефицитом магния, в частности, у больных хроническим алкоголизмом (дефицит магния снижает чувствительность остеокластов к паратгормону).

С другой стороны, существует ряд причин, способствующих развитию относительного дефицита кальция как в связи с его повышенным расходом, так и с увеличенными потерями.

Повышенный расход кальция наблюдается при стрессовом режиме функционирования защитно-адаптационных механизмов. Кальций обеспечивает защиту внутренней среды организма от ксенобиотиков на уровне желудочно-кишечного тракта, образуя с ними в просвете и пристеночном пространстве неусвояемые комплексы, а также создавая высокую разность потенциалов на внешней поверхности мембран энтероцитов за счет концентрации собственных ионов, обеспечивая снижение объемов трансмембранного переноса чужеродных соединений. В зависимости от уровня ксенобиотической нагрузки дополнительные расходы кальция на процессы защиты могут достигать 40-50% физиологической нормы и более.

Потери кальция с мочой могут возрастать при избыточном потреблении натрия и белка. Так, каждый *лишний* грамм потребленного белка приводит к потере, по разным данным, от 20 до 40 мг кальция. Показано также, что кофеинсодержащие напитки способствуют усилению выведения кальция с мочой.

Избыток фосфора в рационе не только снижает степень усвоения кальция, но также приводит к потерям этого минерала с фекалиями в результате его повышенной секреции в просвет кишечника.

Клинические проявления многолетнего алиментарного дефицита кальция у взрослых связаны с состоянием костной ткани и характеризуются снижением ее плотности, развитием остеопороза и повышенным риском переломов костей. Остеопороз является системным заболеванием, и дефицит кальция - не единственная, хотя и важная причина его развития. Однако показано, что на сроки и тяжесть его развития оказывает существенное влияние состояние метаболизма кальция на протяжении всей жизни человека, начиная с рождения. В силу этого дефицит кальция следует рассматривать как крайне неблагоприятное состояние, требующее обязательной коррекции.

Лабораторными признаками дефицита кальция являются:

- кальций в сыворотке крови - на нижней границе нормы;
- высокая растущая активность щелочной фосфатазы в сыворотке крови;
- повышение концентрации паратгормона и С-телопептида в крови;
- снижение концентрации кальция в суточной моче.

Избыточное потребление кальция с пищевыми продуктами у здорового человека не приводит к развитию нарушений в параметрах пищевого статуса. У человека существует четкая система регуляции кальциевого метаболизма, которая обеспечивает поступление во внутреннюю среду только необходимого количества кальция. Существенная часть лишнего кальция остается в просвете кишечника и удаляется с фекалиями. Гиперкальциемия, как правило, не является следствием избытка кальция в рационе, а связана с тяжелыми патологиями паразитовидных и щитовидной желез, онкологическими заболеваниями, гипервитаминозом D.

При использовании большого количества продуктов, богатых кальцием, или кальцийсодержащих добавок людьми, метаболически склонными к оксалатурии или фосфатурии, есть опасность развития мочекаменной болезни. Вместе с тем имеются данные о снижении риска развития камней в почках у здоровых людей, употребляющих диету с высоким содержанием кальция.

При дополнительном включении в рацион значительного количества кальцийсодержащих добавок необходимо учитывать возможность модификации за счет этого биодоступности железа, магния и цинка.

Верхний допустимый уровень употребления кальция - 2500 мг в сутки.

**Фосфор.** Фосфор - незаменимый макроэлемент, необходимый для нормального функционирования всех клеток организма. Основное количество фосфора в организме представлено в виде фосфата, а его основным депо является скелет, где сконцентрировано около 85% этого минерала. В костях фосфор в виде фосфата кальция входит в состав кристаллов гидроксиапатита, играя, таким образом, структурную роль. Фосфор выполняет в организме множество других важнейших функций:

- участвует в построении и функционировании биомембран в составе фосфолипидов;

- обеспечивает производство и запас энергии в макроэргических связях АТФ и креатининфосфата;
- участвует в составе ДНК и РНК в сохранении и передаче наследственной информации;
- обеспечивает активность целого ряда ферментов, гормонов и клеточных регуляторов за счет их фосфорилирования;
- обладает в составе фосфатов буферными свойствами, необходимыми для поддержания в организме и клетках кислотно-щелочного равновесия;
- в составе дифосфоглицерата связывается с гемоглобином в эритроцитах и регулирует передачу кислорода тканям.

Регуляция метаболизма фосфора в организме происходит параллельно с контролем обмена кальция. В ней участвуют паратгормон и витамин D. При этом, однако, ключевым контрольным параметром эффективности работы всей системы является концентрация кальция, а не фосфора в крови. Паратгормон, повышая усвоение в кишечнике и иммобилизацию из костного депо фосфора совместно с кальцием, одновременно снижает степень почечной реабсорбции фосфора. Таким образом, уменьшается его концентрация в крови и не тормозится синтез кальцитриола в почках.

Для нормального метаболизма кальция и фосфора их соотношение в рационе должно быть не ниже 0,66 (1:1,5). При поступлении большого количества фосфора с питанием и одновременно низким уровнем кальция в рационе может нарушиться регуляция минерального обмена с последовательным развитием следующей метаболической картины: высокий уровень фосфора в крови приведет к снижению синтеза кальцитриола, падению концентрации кальция в крови, усилению образования паратгормона и повышению абсорбции и иммобилизации фосфора с усилением гиперфосфатемии - замкнутому патологическому кругу.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Фосфор представлен в большинстве пищевых продуктах в значительном количестве. Богатыми источниками биодоступного фосфора в питании являются молочные и мясные продукты, яйца, птица и рыба - в них содержится от 100 до 350 мг фосфора (в 100 г продукта). В зерновых, бобовых, семенах и орехах фосфор находится в форме фитатов (фитиновой кислоты). Доступность фосфора из фитатов не превышает 50%, но может быть увеличена в результате технологической переработки растительного сырья: при производстве хлеба, тепловой обработке круп, бобовых.

Усвоение фосфора из смешанного рациона составляет 30-50%.

Фосфор также является компонентом большого количества различных полифосфатов, которые в качестве пищевых добавок широко используются в современном продовольственном производстве. Например, фосфорная кислота включается в состав прохладительных напитков, а фосфаты вводятся в рецептуру колбасных изделий.

С гигиенических позиций основной задачей является не обеспечение фосфором как таковым (его изолированный дефицит - крайне редкая ситуация), а соблюдение оптимального соотношения Са и Р в рационе в целом. Для этого необходимо, главным образом, поддерживать высокий уровень алиментарного кальция. В наиболее широко используемых современных продуктах, особенно в колбасах, кулинарных мясных и рыбных полуфабрикатах, бобовых, хлебобулочных (необогатенных) изделиях, орехах, шоколаде, соотношение Са и Р крайне неблагоприятное.

Развитие отрицательного фосфорного баланса - ситуация, при которой потери фосфора превосходят его алиментарное поступление, описано при высоком уровне в диете фруктозы (около 20% энергоценности рациона) с одновременным недостатком магния. Избыток фруктозы относится к достаточно распространенной ситуации в развитых странах из-за широкого использования кукурузных и соевых фруктоолигосахаридов в пищевом производстве. В основе механизма этого феномена, названного фосфатной ловушкой, лежит блокировка превращения фруктозы во фруктозу-1-фосфат в печени, приводящая к высвобождению большого количества фосфатов и гиперфосфатемии.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Потребность в фосфоре для взрослого здорового человека установлена в количестве 800 мг в сутки.

Биомаркером обеспеченности фосфором является уровень фосфора в крови и моче.

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит фосфора может наблюдаться только при общем серьезном недоедании (голоде). В результате регистрируется гипофосфатемия (менее 0,4 ммоль/л), сопровождающаяся компенсаторным повышением концентрации в крови паратгормона, кальцитриола и приводящая к гиперкальциурии. Клиническими проявлениями длительного дефицита фосфора могут быть потеря аппетита, анемия, мышечная слабость, затрудненная походка, боли в костях и остеомоляция.

Причинами гипофосфатемии могут быть алкоголизм и сахарный диабет (особенно в периоды диабетического кетоацидоза), а также прием алюминийсодержащих антацидов.

Избыточное потребление фосфора может иметь серьезные метаболические последствия лишь на фоне глубокого одновременного дефицита кальция и магния. Верхним допустимым уровнем потребления фосфора взрослым здоровым человеком считается 4000 мг в сутки.

**Калий.** Калий - незаменимый электролит организма человека. Электролитические функции калия связаны с его способностью диссоциировать в растворе с образованием заряженных ионов. Калий является основным положительно заряженным ионом (катионом) внутренней клеточной среды. Именно калий в комплексе с натрием в силу разности своих концентраций внутри и снаружи клеток обеспечивают их нормальное функционирование за счет создания мембранного потенциала. Количество внутриклеточного калия превышает более чем в 30 раз его внеклеточную концентрацию. Разность потенциалов поддерживается за счет работы натриево-калиевых мембранных насосов с затратами энергии АТФ. Энергия, затрачиваемая на поддержание мембранного потенциала, составляет от 20 до 40% ВОО. Нормальное функционирование данного механизма обеспечивает проведение нервных импульсов и мышечного сокращения.

Калий также выполняет кофакторную функцию, активизируя Na, K-АТФазу и пируваткиназу - ключевой фермент метаболизма углеводов.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Основными пищевыми источниками калия являются фрукты, овощи и соки (табл. 3). Еще больше калия содержат сухофрукты. При этом, однако, необходимо помнить, что с гигиенических позиций в качестве источника калия предпочтительнее выглядят продукты с меньшим содержанием моно- и дисахаридов и калорий в целом.

*Таблица 3. Содержание калия в основных продуктах питания*

Продукт, порция	Калий, мг	Моно- и дисахариды (жиры), г
Картофель запеченный, 100 г	568	1,3
Бананы, 130 г (1 средний)	476	24,7
Персики, 100 г	363	9,5
Апельсин, 150 г (1 средний)	296	12,2
Абрикосы, 100 г	305	9,0
Виноград, 100 г	255	16
Яблоко, 150 г (1 среднее)	372	9,0
Изюм, 50 г	430	33,0

Таблица 3. Содержание калия в основных продуктах питания

Продукт, порция	Калий, мг	Моно- и дисахариды (жиры), г
Курага, 50 г	858	23,0
Инжир, 50 г	390	32,1
Чернослив, 50 г	432	29,0
Соки: абрикосовый, вишневый, 200 г	495	12,5
Сок томатный, 200 г	495	1,5
Шоколад, 50 г	265	23,6
Морская капуста, 50 г	484	-
Помидор, 100 г (1 средний)	290	3,5
Редька, 100 г	357	6,2
Шпинат, 50 г	387	2,0
Говядина, 100 г	316	(14,0)
Цыплята, 100 г	300	(14,4)
Треска, 100 г	338	(0,6)
Молоко, 200 г	293	(3,2)
Геркулес (хлопья), 100 г	330	3,3(6,2)
Фасоль, 50 г	550	1,5 (1,7)

Калий теряется при варке продуктов, выходя в отвар (бульон), поэтому картофель запеченный является лучшим источником калия, нежели отварной. В этом же плане предпочтение следует отдавать блюдам из свежих овощей и фруктов, а не из отварных: салат из свежих овощей содержит больше калия, чем, например, винегрет, приготовленный из них же.

Усвоение калия из смешанного рациона составляет 90-95%.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Потребность в калии для взрослого здорового человека установлена в количестве не менее 2500 мг в сутки.

Биомаркером обеспеченности калием является уровень калия в крови: норма - 3,5-5,0 ммоль/л в сыворотке и 78,5-112 ммоль/л в эритроцитах ( $K_{эp}/K_{сыв}$  - более 20).

Потребность в калии может повышаться у людей с избытком натрия в рационе. Показано, что при поступлении с пищей калия и натрия в молярном соотношении 1:1 (например, 3900 мг К и 2300 мг Na) поддерживается оптимальный баланс этих электролитов.

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит калия у взрослого здорового человека крайне маловероятен. Причинами возникновения недостатка калия и развития вследствие этого гипокалиемии могут быть различные внешние факторы и патологические состояния (табл. 4), вызывающие повышенное выведение калия из организма. Длительно текущая гипокалиемия может серьезно нарушить здоровье и вызвать сердечные аритмии, парез кишечника, мышечную слабость, что требует ее правильной диагностики и коррекции.

Избыточное потребление калия с пищевыми продуктами может рассматриваться в основном как относительное увеличение калия в рационе по сравнению с натрием за счет сочетания определенных продуктов с одновременным снижением использования поваренной соли. При этом усиливается диурез и повышается выделение натрия с мочой, что может использоваться в качестве одного из диетологических приемов.

Гиперкалиемия может возникать при поступлении с рационом или в результате внутренней концентрации калия в количестве, превышающем возможность почек по его выведению (см. табл. 2-44). Она является опасным состоянием, которое может привести к нарушению сердечного ритма.

*Натрий.* Натрий входит в состав соли (поваренной) вместе с хлоридом и играет ключевую роль в поддержании водно-электролитного баланса в организме. Регуляция их концентрации обеспечивается сложным гормональным механизмом. Натрий (катион) и хлор (анион) являются основными внеклеточными ионами, обеспечивающими совместно с внутриклеточным калием разность потенциалов на биомембранах.

*Таблица 4. Причины возникновения и увеличения риска развития гипокалиемии и гиперкалиемии*

<b>Причины и действующие факторы</b>	<b>Гипокалиемия</b>	<b>Гиперкалиемия</b>
Питание	Алиментарный дефицит калия (в результате серьезного общего недоедания)	Алиментарный избыток калия (за счет дополнительного приема препаратов)
Потери калия в желудочно-кишечном тракте	Длительная рвота и/или диарея	-
Потери калия с мочой	Медикаментозные средства: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Калийсберегающие диуретики.</li> <li>• Минералокортикоиды.</li> <li>• Адреналин.</li> <li>• Бронходилататоры.</li> <li>• Высокие дозы антибиотиков и глюкокортикоидов.</li> <li>• Кофеин</li> </ul>	-
	Почечные патологии, полиурия, обменные нарушения, первичный и	-

Таблица 4. Причины возникновения и увеличения риска развития гипокалиемии и гиперкалиемии

Причины и действующие факторы	Гипокалиемия	Гиперкалиемия
	вторичный альдостеронизм	
Снижение выведения калия с мочой		Медикаментозные средства: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Калийсберегающие диуретики.</li> <li>• Ингибиторы ангиотензинпревращающего фермента.</li> <li>• Нестероидные противовоспалительные средства.</li> <li>• Антикоагулянты (гепарин).</li> <li>• Сердечные гликозиды.</li> <li>• <math>\alpha</math>-Блокаторы и <math>\beta</math>-блокаторы</li> </ul>
		Почечные патологии, гипоальдостеронизм
Увеличение выхода калия из клеток		Гемолиз эритроцитов, последствия травм

Натрий играет ключевую роль при абсорбции в кишечнике хлора, аминокислот, глюкозы и воды. Аналогичные механизмы используются организмом при реабсорбции перечисленных нутриентов и воды в почках.

С натрием в организме связаны также функции регуляции объема крови и артериального давления. В поддержании этих важнейших параметров организма участвуют ренин-ангиотензин-альдостероновая система и антидиуретический гормон. Оба механизма регулируют реабсорбцию натрия и воды в почках.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Основным источником натрия и хлорида в рационе служит поваренная соль, вводимая в продукты в процессе промышленного изготовления пищи и при приготовлении и употреблении блюд дома. Таким образом, именно с поваренной солью в развитых странах поступает более 75% всего количества натрия и хлора. К продуктам, содержащим максимум поваренной соли, относятся колбасные изделия, копченые, маринованные, соленые продукты, консервы, сыры (табл. 5). Рацион с минимальным содержанием поваренной соли, очевидно, должен состоять из натуральных овощей, фруктов, ягод, бобовых (за исключением соевой муки или соевого изолята), мяса, жидких молочных продуктов.

Таблица 5. Основные источники натрия и поваренной соли в питании

Продукт, порция	Натрий, мг	Поваренная соль, г	Жир, % жировых калорий
Сосиска, 50 г (1 шт.)	460	1,2	71
Картофельные чипсы соленые, 100 г	550	1,4	63
Ветчина, 100 г	1000	2,5	77
Оливки в рассоле, 50 г	1200	3,0	98,5
Томатный кетчуп, 20 г	208	0,5	3,4
Кукурузные хлопья, 100 г	1160	2,9	0,9
Хлеб пшеничный, 100 г	488	1,2	3,4
Капуста белокочанная квашеная, 100 г	774	1,94	-
Огурцы соленые, 50 г	581	1,45	-
Томатный сок с солью, 200 г	880	2,2	-
Икра кабачковая (консервы), 100 г	1600	4,0	66,4
Сельдь соленая, 100 г	1070 0	26,7	52,8
Лосось в собственном соку (консервы), 100 г	1600	4,0	37,8
Сыр голландский, 30 г	282	0,71	68,3
Майонез, 40 г (2 ст. ложки)	281	0,7	98,9
Паштет из гусиной печени, 50 г	370	0,93	75,7
Креветки вареные, 100 г	980	2,45	8,5

Хорошим источником натрия в питании могут быть минеральные воды («Ессентуки № 4», «Арзни», «Боржоми»).

Усвоение натрия из смешанного рациона составляет 90-95%.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологическая потребность в натрии для взрослого здорового человека составляет 1300 мг в сутки, что соответ-

ствует 3,25 г поваренной соли. При этом ежедневное поступление натрия не должно превышать 2400 мг, что соответствует 6 г поваренной соли в сутки.

Биомаркером обеспеченности натрием является уровень этого электролита в крови.

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит натрия у взрослого здорового человека крайне маловероятен. Количество натрия в разнообразном пищевом рационе вполне достаточно для поддержания баланса этого элемента в организме. Причинами развития гипонатриемии (менее 136 ммоль/л натрия в сыворотке крови) могут быть гормональные нарушения, связанные с патологиями центральной нервной системы, чрезмерное питье, продолжительные рвота и диарея, высокая и длительная физическая нагрузка (в том числе и профессиональная), сопровождающаяся обильным потоотделением, прием некоторых лекарственных средств (диуретиков, нестероидных противовоспалительных средств, опиатов, фенотиазинов, трициклических антидепрессантов, карбамазепина, клофибрата<sup>69</sup>, винкристина, окситоцина).

Избыток алиментарного натрия - гораздо более частая ситуация, чем его недостаток, что характерно для питания большинства населения в развитых странах. В результате длительного избытка в рационе натрия развиваются гиперволемия, артериальная гипертензия, нарушаются функции почек. Избыток натрия в диете также ведет к потерям кальция с мочой: каждые 2,3 г натрия, выделенные почками, сопровождаются потерями 24-40 мг кальция.

**Магний.** Магний играет важную роль в структуре и функционировании организма. В организме магний распределяется следующим образом: около 60% депонируется в скелете (хотя только 1% магния встроен в структуру костной ткани), около 27% - в мышцах, не более 1% циркулирует во внутренней среде. Магний принимает участие в нескольких сотнях эссенциальных метаболических реакций, в том числе:

- в синтезе АТФ;
- синтезе белков, углеводов, жиров и нуклеиновых кислот;
- синтезе глутатиона;
- образовании циклического аденозинмонофосфата.

Магний играет структурную роль в костной ткани, биомембранах и хромосомах. Магний, наряду с кальцием и калием, регулирует ионный транспорт через мембраны.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Магний поступает в организм с широким набором продуктов (табл. 6). Его существенное присутствие в зеленых растениях обусловлено нахождением в составе хлорофилла. Много магния также в зерновых, орехах, морепродуктах.

*Таблица 6. Основные пищевые источники магния*

Продукты, порция	Магний, мг	С а/Мд	Пищевые волокна, г
Фасоль, 100 г	132	0,8	4,0
Геркулес, 100 г	129	0,4	1,3
Креветки, 100 г	115	1,2	0
Хлеб пшеничный с отрубями, 100 г	106	0,66	2,1
Миндаль, 30 г	90	0	0,8

*Таблица 6. Основные пищевые источники магния*

<b>Продукты, порция</b>	<b>Магний, мг</b>	<b>С а/Мд</b>	<b>Пищевые волокна, г</b>
		87	
Кедровые орешки, 30 г	90	0,04	0,4
Арахис, 30 г	60	0,41	0,9
Хлеб ржаной, 100 г	57	0,37	1,1
Фисташки, 30 г	53	0,83	0,6
Курага, 50 г	53	1,52	1,6
Чернослив, 50 г	51	0,78	0,8
Петрушка (зелень), 50 г	43	2,88	1,5
Бананы, 130 г (1 средний)	43	0,24	0,78
Устрицы, 100 г	42	2,24	0
Шпинат, 50 г	41	1,29	0,5
Инжир, 50 г	41	1,54	2,8
Морковь, 100 г	38	1,34	1,2
Молоко, 200 г	28	8,6	0
Какао, 30 г	27	0,2	5,6

*Таблица 6. Основные пищевые источники магния*

Продукты, порция	Магний, мг	С а/Мд	Пищевые волокна, г
Треска, 100 г	26	0,88	0
Картофель, 100 г	23	0,43	1,0
Говядина, 100 г	21	0,43	0
Салат зеленый, 50 г	20	1,93	0,5

Некоторые минеральные воды («Арзни») являются хорошим дополнительным источником магния.

Магний лучше усваивается из пищи при соотношении Са и Mg, равном 1:0,5-0,4 (2-2,5). Для обеспечения магнием организма необходимо ежедневно включать в рацион разнообразные растительные продукты, хлебобулочные изделия из муки грубого помола (или с отрубями) и зелень.

ПВ в определенном количестве снижают биодоступность магния, как и других минеральных веществ, из рациона. Установлено также, что дефицит белка в рационе (менее 30 г в сутки) снижает биодоступность магния.

Из смешанного рациона магний усваивается в среднем на 30%.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.*

Физиологический уровень поступления магния для взрослого здорового человека - 400 мг в сутки.

Биомаркером обеспеченности магнием является уровень этого электролита в крови (норма - 0,65-1,05 ммоль/л в плазме крови).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит магния может развиваться как при его низком содержании в пище, так и в результате снижения усвоения магния (болезни Крона, синдрома мальабсорбции, длительной диареи), а также повышенных потерь минерала с мочой (при сахарном диабете и приеме диуретиков).

Наиболее ранним проявлением дефицита магния является снижение концентрации этого минерала в плазме крови ниже 0,65 ммоль/л (гипомагниемия). На первом этапе гипомагниемии отмечаются гипокальциемия (даже при достаточном количестве кальция в рационе) и компенсаторное повышение паратгормона, обеспечивающее быструю нормализацию уровня кальция в крови. В дальнейшем, при длительном течении гипомагниемии, отмечаются гипокалиемия, прогрессирующая гипокальциемия, устойчивая к паратгормону и витамину D. В клинических проявлениях преобладают тремор, мышечные спазмы, судороги, тошнота, рвота.

При длительно текущем дефиците магния нарушается структура костной ткани, возникают структурные и регуляторные предпосылки для развития остеопороза: кристаллы гидроксиапатита становятся более крупными и хрупкими и нарушается гормональный контроль за поддержанием нормального уровня кальция в крови. Показано также, что дефицит магния может снижать толерантность к глюкозе у больных сахарным диабетом и усиливать кальцификацию сосудов миокарда и почек.

Опасности поступления чрезмерных количеств магния с рационом питания не существует.

**Железо.** Железо является ключевым элементом метаболизма. Оно входит в состав сотен функциональных белков и ферментов - гемопротейдов. Жизненная важность железа определяет-

ся, в частности, его участием в переносе кислорода в крови (гемоглобин) и мышцах (миоглобин). В составе гемоглобина находится около 2/3 всего железа в человеческом организме. Остальное железо включено в состав транспортных белков (трансферринов) и депонировано в тканях в виде ферритина и гемосидерина.

Железо играет основную роль в процессах образования энергии в митохондриях, входя в состав цитохромов, работающих в цепи переноса электронов и являясь кофактором различных дегидрогеназ.

Железо относится к микроэлементам защитно-адаптационного действия за счет кофакторного участия в первой фазе биотрансформации ксенобиотиков в составе цитохрома Р-450 и работе в составе антиоксидантного фермента каталазы. В то же время железо участвует и в обратном процессе - инициации образования активных форм кислорода, реализуя защитные функции иммунной системы (нейтрофилов) в отношении чужеродных клеток за счет активизации в них перекисного окисления липидов, приводящей к их уничтожению.

Железо относится к нутриентам, участвующим в генной регуляции. С одной стороны, в составе рибонуклеотидредуктазы оно отвечает за синтез ДНК. С другой стороны, железорегулирующие протеины контролируют трансляционные процессы по принципу отрицательной обратной связи и при низком содержании железа в клетках способствуют повышению синтеза трансферрина и ферритина, увеличивая тем самым количество усвоенного и транспортируемого железа и возможности его дополнительного депонирования. При кислородном голодании (гипоксии) железо в составе фермента пролилгидроксилазы регулирует факторы транскрипции специфических белков, обеспечивающих адаптацию организма к этому состоянию.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Железо в пище может быть разделено на биодоступное и трудноусвояемое (табл. 7). В составе мясопродуктов, птицы и рыбы железо находится в составе гема, доступно для непосредственного усвоения и мало зависит от других пищевых факторов.

*Таблица 7. Основные пищевые источники железа*

Продукт, порция	Железо, мг	Факторы, препятствующие усвоению
Говядина 2-й категории, 100 г	2,8	-
Печень говяжья, 100 г	6,9	-
Куры 2-й категории, 100 г	2,2	-
Индейка 2-й категории, 100 г	5,0	-
Колбасы вареные, сосиски, 100 г	1,7- 2,0	Фосфаты
Яйца, 100 г (2 шт.)	2,5	Фосфаты
Судак, 100 г	1,5	-
Креветки, 100 г	2,2	-
Устрицы, 100 г	5,5	-

*Таблица 7. Основные пищевые источники железа*

<b>Продукт, порция</b>	<b>Железо, мг</b>	<b>Факторы, препятствующие усвоению</b>
Крупа «Геркулес», 100 г	3,6	Фитаты, отсутствие аскорбиновой кислоты
Крупа гречневая, 100 г	6,6	То же
Крупа пшеничная, 100 г	7,0	То же
Фасоль, 100 г	5,9	То же
Хлеб пшеничный из муки 1-го сорта, 100 г	1,6	То же
Миндаль, 30 г	1,4	То же
Фисташки, 30 г	2,2	-
Капуста цветная, 100 г	1,4*	-
Петрушка зелень, 50 г	0,95*	-
Шпинат, 50 г	1,5*	-
Айва, 100 г	3,0*	-
Клубника, 100 г	1,2*	-
Хурма, 100 г	2,5*	-
Яблоки, груши, 100 г	2,3*	-
Черника, 100 г	7,0*	-
Грибы (лисички, белые)	5,2- 6,5	-

\*Железо доступно при наличии аскорбиновой кислоты.

Остальное, неорганическое (негемовое) железо, находящееся в растительных продуктах, требует для усвоения активаторов абсорбции - аскорбиновую кислоту или другие органические кислоты. Аскорбиновая кислота в большей степени, чем лимонная, яблочная, молочная, способствует усвоению неорганического железа, переводя его из трехвалентной формы в двухвалентную и образуя при этом высокодоступный железо-аскорбиновый комплекс. Таким образом, большинство ягод, фруктов и овощей, содержащих значимые количества железа (см. табл. [2-47](#)), являются пищевым источником этого микроэлемента лишь при условии одновременного наличия в продукте (или в рационе) витамина С. При этом надо помнить, что аскорбиновая кислота раз-

рушается при нерациональной кулинарной обработке растительного продовольствия и в процессе его хранения. Так, через 3-4 мес после сбора урожая яблок (груш, капусты, картофеля) содержание в них витамина С значительно снижается (на 50-70%) даже при правильном хранении, а значит, снижается и уровень биодоступности железа. Негемовое железо также лучше усваивается в составе смешанного рациона, при использовании в питании животных продуктов.

Из смешанного рациона железо усваивается в среднем на 10%, а при наличии железодефицита - до 40-50%.

Усвоение негемового железа снижается при наличии в продукте или рационе фитатов: даже небольшое их содержание (5-10 мг) может снизить абсорбцию железа на 50%. Показано, что из бобовых, отличающихся высоким содержанием фитатов, усвоение железа не превышает 2%. При этом соевые продукты, такие как тофу, и продукты, содержащие соевую муку, значительно снижают абсорбцию железа независимо от наличия в них фитатов.

Танины чая также способствуют снижению усвоения неорганического железа.

Бездефицитное обеспечение организма железом возможно лишь при использовании разнообразного смешанного рациона с ежедневным включением в него источников гемового железа таким образом, чтобы оно составляло не менее 75% других форм.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень поступления железа для взрослого здорового человека имеет половую дифференцировку и составляет при условии его 10% усвоения из пищи для мужчин 10 мг в сутки, а для женщин - 18 мг в сутки.

Биомаркером обеспеченности железом является уровень ферритина в сыворотке крови (норма - 58-150 мкг/л).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* При длительном недостатке железа в питании последовательно развиваются скрытый железодефицит и железодефицитная анемия. Причинами дефицита железа могут быть:

- недостаток железа в питании;
- снижение абсорбции железа в желудочно-кишечном тракте;
- повышенный расход железа в организме или его потери. Алиментарный железодефицит может наблюдаться у детей первого года жизни (после 4-го месяца) без введения соответствующих прикормов из-за недостаточного содержания железа в грудном молоке. В группу риска развития железодефицитных состояний следует отнести также вегетарианцев, в том числе и лактоово вегетарианцев, из-за низкой биодоступности железа из растительной пищи.

Снижению усвоения железа из желудочно-кишечного тракта способствует также пониженная кислотность желудочного сока. К этому же результату приведет длительное использование антацидных средств и блокаторов H<sub>2</sub>-рецепторов гистамина.

Повышенный расход железа в организме наблюдается при беременности, лактации, росте и созревании, повышенной ксенобиотической нагрузке.

Потери железа могут быть связаны с постгеморрагическими состояниями, глистными инвазиями, персистенцией некоторых бактерий (*H. pylori*, *E. coli*), онкологическими патологиями.

Скрытый железодефицит, характеризующийся обеднением депо и пониженными защитно-адаптационными возможностями организма, имеет следующие клинические проявления: бледность кожи и слизистых оболочек (особенно у детей), цилиарную инъекцию, атрофический ринит, ощущение застревания пищи и воды при попытке проглотить. Последний симптом называется сидеропенической дисфагией (или синдромом Пламмера-Винсона) и связан с возникновением сужения крикофарингеальной зоны пищевода в результате очагового мембранозного воспаления в подслизистом и мышечном слоях. Синдром Пламмера-Винсона в 4-16% случаев заканчивается возникновением рака пищевода.

Биомаркером скрытого железодефицита является понижение концентрации ферритина в сыворотке крови менее 40 мкг/л, а также снижение концентрации железа менее 6 ммоль/л и повышение общей железосвязывающей способности сыворотки крови.

Железодефицитная анемия относится к гипохромным микроцитарным анемиям и характеризуется снижением количества эритроцитов (менее  $3,5 \times 10^{12}/л$ ) и концентрации гемоглобина (менее 110 г/л), а также компенсаторным ретикулоцитозом.

Развитию железодефицитной анемии способствует также недостаток в питании витамина А и меди.

Железо относится к токсическим соединениям, способным вызывать тяжелые отравления при массивном поступлении per os. Опасность чрезмерного поступления железа связана с его дополнительным приемом в виде добавок или фармакологических средств. Как правило, с пищевыми продуктами (даже обогащенными) не может поступить железо в количестве, способном вызвать отравление.

Несмотря на то что существуют механизмы, позволяющие на уровне кишечника заблокировать поступление лишнего железа, некоторые генетические дефекты способствуют чрезмерному накоплению железа в организме. Так, каждый 1000-й житель развитых стран склонен к развитию гемохроматоза, что при высоком уровне железа в рационе (особенно за счет железосодержащих добавок и обогащенных негемовым железом продуктов) может привести к развитию цирроза печени, сахарного диабета, артритов, кардиомиопатий. Алиментарная нагрузка железом повышается при широком использовании определенных видов металлической посуды при приготовлении ряда пищевых продуктов. Например, у жителей некоторых африканских стран поступление железа с пищей и, в частности, с пивом, произведенным в металлических бочках, может достигать 100 мг в сутки. В ряде областей Италии содержание железа в местных винах также превышает допустимое во много раз.

В этой связи практика обогащения муки и других продуктов солями неорганического железа (чаще всего  $FeSO_4$ ) требует дополнительного обоснования и, возможно, некоторого ограничения. Это связано не только с опасностью развития гемохроматоза, но и с потенцированием неорганическим железом прооксидантной нагрузки, ведущей к дополнительным затратам витаминов-антиоксидантов, кальция, селена и снижением биодоступности хрома.

**Цинк.** Цинк играет важную роль в росте и развитии организма, иммунном ответе, функционировании нервной системы и размножении. На клеточном уровне функции цинка могут быть разделены на три вида:

- каталитическую;
- структурную;
- регуляторную.

Цинк в качестве кофактора или структурного элемента включен более чем в 200 различных ферментов на всех уровнях метаболизма. В частности, он входит в состав основного антиоксидантного фермента супероксиддисмутазы, щелочной фосфатазы, карбоангидразы, алкогольдегидрогеназы.

Цинк играет важную роль в синтезе белка и нуклеиновых кислот, а его нахождение в обратных транскриптазах позволяет предположить участие в регуляции канцерогенеза. Он необходим для всех фаз клеточного деления и дифференцировки. Цинк играет основную роль при ренатурации молекул ДНК и в процессе функционирования клеточных белков и биомембран. Дефицит цинка в структуре мембран повышает ее чувствительность к окислительному повреждению и снижает ее функциональные возможности.

Цинк входит в состав белков, регулирующих экспрессию генов в качестве транскрипционных факторов, и играет важную роль в процессе трансляции в составе аминоксил-тРНК-синтетаз и фактора элонгации белковой цепи. Цинк также участвует в процессах апоптоза.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Основными источниками цинка в рационе являются морепродукты, мясо, яйца, орехи и бобовые (табл. 8).

Усвоение цинка в кишечнике происходит при участии специфических белков и регулируется организмом. Из животных продуктов цинк усваивается лучше, в том числе и из-за наличия в них серосодержащих аминокислот. Присутствующие в растительной пище фитаты снижают абсорбцию цинка. С животными продуктами поступает более половины всего цинка и более 2/3 усвоенного организмом элемента. Для обеспечения суточной потребности в цинке необходимо

ежедневно включать в рацион соответствующее количество мяса и мясопродуктов, молока, сыра, хлеба и круп, картофеля и овощей. Также регулярно несколько раз в неделю следует использовать в питании морепродукты, орехи, семена, яйца.

*Таблица 8. Основные пищевые источники цинка*

Продукт, порция	Цинк, мг
Устрицы, 85 г (6 шт.)	74
Креветки, 100 г	2,1
Печень говяжья, 100 г	5
Говядина, 100 г	3,2
Яйцо куриное, 100 г (2 шт.)	1,1
Треска, 100 г	1,0
Фасоль, 100 г	2,8
Миндаль, 30 г	0,9
Семена подсолнечника, 30 г	1,3
Сыр, 30 г	0,9-1,4
Грибы белые свежие	3,2
Геркулес, 100 г	2,7
Хлеб пшеничный из муки 2-го сорта, 100 г	1,4
Орехи грецкие, 30 г	0,8
Молоко, 100 г	0,4
Картофель, 100 г	0,4

Из смешанного рациона цинк усваивается в среднем на 20-30%, а из пищи, бедной цинком, - до 85%.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень поступления цинка для взрослого здорового человека - 12 мг в сутки.

Биомаркером обеспеченности этим элементом является уровень цинка в сыворотке крови и в суточной моче (норма - 10,7- 22,9 мкмоль/л в сыворотке и 0,1-0,7 мг в моче).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* При длительном недостатке цинка в рационе у детей развивается синдром, получивший название болезни Прасада, связанный с резким дефицитом животной пищи и преобладанием углеводов. Клинически он характеризуется

карликовостью, железодефицитной анемией, гепатоспленомегалией, гипогонадизмом, замедлением интеллектуального развития.

Алиментарный дефицит цинка у взрослых сопровождается обратимыми поражением кожных покровов (псориазоподобным акродерматитом) и нарушением вкуса и обоняния, а также снижением плотности и прочности костей, развитием вторичного иммунодефицита, снижением адаптационных возможностей организма. Показано также, что при недостатке цинка в рационе снижается биодоступность фолиевой кислоты из пищи.

В группу риска развития цинк-дефицитных состояний должны включаться: дети с задержкой роста и развития, подростки с задержкой полового созревания, беременные и кормящие с акродерматитом и нарушениями вкусовой чувствительности и обоняния, больные с хроническими заболеваниями печени и кишечника и с длительным парентеральным питанием, а также строгие вегетарианцы и пожилые люди (старше 60 лет).

Кроме абсолютного алиментарного дефицита цинка к развитию недостатка этого минерала может привести его пониженная абсорбция. Показано, что витамин А индуцирует синтез в слизистой оболочке кишечника цинксвязывающего белка, образование которого значительно снижается при дефиците ретинола. Избыточное поступление с добавками ПВ, железа и, возможно, кальция может снизить уровень абсорбции цинка.

Лабораторным признаком дефицита цинка является снижение его концентрации в крови и моче.

Цинк не обладает высокой токсичностью, его избыток не кумулируется, а выводится через кишечник. Чрезмерное поступление цинка с пищей за счет добавок в количестве более 40 мг может значительно снизить усвоение меди.

**Медь.** Медь относится к эссенциальным микроэлементам и участвует в ключевых метаболических процессах. Она в качестве кофактора входит в состав цитохрома С-оксидазы, играющего важную роль в переносе электронов в цепи синтеза АТФ. Медь участвует в антиоксидантной клеточной защите в составе фермента супероксиддисмутазы и гликопротеида церулоплазмينا. Медьсодержащая моноаминоксидаза играет ключевую роль в трансформации адреналина, норадреналина, допамина, серотонина.

Участие меди в составе лизилоксидазы обеспечивает прочность межмолекулярных связей в коллагене и эластине, формирующих нормальную структуру соединительной и костной тканей.

Метаболизм меди тесно связан с утилизацией организмом железа: несколько медьсодержащих ферментов и церулоплазмин обеспечивают переход валентностей в ионе железа, способствующий наилучшему связыванию железа с трансферрином.

Медь регулирует экспрессию генов, ответственных за синтез супероксиддисмутазы, каталазы и белков, обеспечивающих клеточное депонирование меди.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Медь содержится во многих пищевых продуктах, особенно много ее в субпродуктах, морепродуктах, орехах, семенах, крупах (табл. 9).

*Таблица 9. Основные пищевые источники меди*

Продукт, порция	Медь, мг
Печень говяжья, 100 г	3,8
Устрицы, 85 г (6 шт.)	3,7
Грибы (шампиньоны), 100 г	1,8
Кальмары, 100 г	1,5

*Таблица 9. Основные пищевые источники меди*

<b>Продукт, порция</b>	<b>Медь, мг</b>
Креветки, 100 г	0,85
Фасоль, 100 г	0,84
Крупа гречневая, 100 г	0,64
Кешью, 30 г	0,63
Семена подсолнечника, 30 г	0,58
Геркулес, 100 г	0,5
Фисташки, 30 г	0,35
Шоколад молочный, 50 г	0,25
Яблоко, 200 г (1 шт.)	0,22
Орехи грецкие, 30 г	0,16
Треска, 100 г	0,15
Картофель, 100 г	0,14

Усвоение меди из смешанного рациона составляет около 50%. Усвоение и обмен меди - высокорегулируемый организмом процесс, который осуществляется при участии специфических белков и тесно связан с другими нутриентами. Установлен физиологический антагонизм между медью, с одной стороны, и молибденом, марганцем, цинком, кальцием и серой в составе сульфатов - с другой.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Безопасный уровень потребления меди для взрослого здорового человека составляет 1 мг в сутки.

Биомаркером обеспеченности этим элементом является уровень меди в сыворотке крови (норма - 10,99-23,34 мкмоль/л).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит меди как отдельный синдром у взрослого здорового человека не описан. Недостаток меди в организме может развиваться при длительном парентеральном питании с низким содержанием этого элемента, нахождении на исключительно молочной диете и характеризуется снижением концентрации меди и церулоплазмينا в сыворотке крови.

Вместе с тем возможный алиментарный дефицит меди имеет интегральное воздействие на организм человека, ослабляет важнейшие метаболические системы. В частности, полагают, что такие процессы, развивающиеся на фоне недостатка меди в организме, как биодegradация эластических волокон артериальной стенки, снижение активности некоторых медьсодержащих ферментов, участвующих в липидном обмене (лецитинхолестеринацилтрансфераза), и гиперхолестеринемия являются важными факторами инициации и развития атеросклероза. При длительном дефиците меди могут также развиваться железодефицитная анемия, нейтропения, остеопороз.

Избыточное алиментарное поступление меди с обычным пищевым рационом не описано. Таким образом, избыточное накопление меди в организме может регистрироваться либо при генетически обусловленных заболеваниях (болезни Вильсона-Коновалова), либо при профессиональной нагрузке.

Чрезмерное количество меди, поступающее с добавками, может привести к ингибированию усвоения и метаболизма других микроэлементов, иницированию перекисного окисления липидов и затратам антиоксидантных нутриентов.

**Йод.** Йод - неметаллический микроэлемент, используемый организмом для синтеза гормонов щитовидной железы: трийодтиронина (Т<sub>3</sub>) и тироксина (Т<sub>4</sub>), регулирующих за счет экспрессии генов рост, развитие, размножение и обмен веществ. Щитовидная железа должна улавливать около 60 мкг йода в сутки для адекватного синтеза гормонов.

Йод неравномерно распределяется в биосфере и, соответственно, в продуктах питания. На Земле существуют большие территории, содержание йода в воде и почве которых крайне мало, - так называемые йоддефицитные биогеохимические провинции. К ним относятся горные районы (Гималаи, Тянь-Шань, Анды, Кордильеры, Альпы, Пиренеи, Карпаты), низменности по ходу течения рек и расположения озер (Ганг, большие североамериканские озера, долины больших сибирских рек), а также Австралия, Новая Зеландия, Скандинавия. В России к йоддефицитным провинциям относятся районы Среднего Урала, Поволжье, Забайкалье, Алтай, Карелия, Дальний Восток, Западная Сибирь.

В результате дефицита йода в питании детей развивается симптомокомплекс, объединяющий эндемический зоб с отставанием в умственном и физическом развитии вплоть до низкорослости и кретинизма.

У взрослых йоддефицитное состояние характеризуется развитием эндемического зоба, гипотиреозидизма и снижением работоспособности.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Йод поступает в организм главным образом с морепродуктами (табл. 10). Его содержание в остальном продовольствии прямо зависит от наличия почвенного дефицита йода.

В процессе хранения и кулинарной обработки продуктов происходят значительные потери йода. Так, при хранении картофеля в течение 4-6 мес теряется более половины йода. При тепловой обработке продуктов потери йода могут достигать 65%.

Существенным источником йода в питании является также йодированная соль: в поваренную соль вносят йодат калия (KJO<sub>3</sub>) или, реже, менее стойкий йодид калия (KJ) из расчета содержания йода в готовой пищевой соли в количестве 25 мкг/г. Таким образом, использование поваренной соли в количестве 6 г в сутки (верхняя рекомендуемая граница потребления поваренной соли) обеспечивает поступление в организм йода в количестве, равном суточной потребности. Йодированную соль можно хранить 6-12 мес и использовать ее целесообразно, внося уже в практически готовое блюдо для избегания потерь йода.

Усвоение йода из смешанного рациона достигает 95%. В морских водорослях йод находится в малоусвояемой форме.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень поступления йода составляет 150 мкг в сутки для взрослого здорового человека.

*Таблица 10. Содержание йода в пищевых продуктах*

Продукт, порция, г	Йод, мкг	
	в продуктах, полученных в йоддефицитных провинциях	в продуктах, полученных в неэндемичных условиях
Треска, 100 г	-	75-139

Пикша, 100 г	-	122-169
Устрицы, 100 г	-	100-200
Креветки, 100 г	-	29-43
Морская капуста, 50 г	-	До 900
Рыбные палочки, 2 шт.	-	35
Сыр, 30 г	1,4	9
Свинина, 100 г	4,4	30
Яйца, 100 г	3,4	22
Картофель, 100 г	2,3	5
Лук репча- тый, 100 г	1,6	4,8
Яблоки, 100 г	1,6	3,9
Молоко, 100 г	-	13,9
Хлеб, кру- пы, 100 г	-	10,5

Биомаркером обеспеченности этим элементом является уровень йода в суточной моче (норма - не менее 40 мкг/л).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит йода регистрируется у 200-400 млн человек, относится к наиболее частым микроэлементам, возникает при недостатке в питании этого элемента и приводит к известным последствиям, связанным с гипофункцией щитовидной железы. Биомаркерами йоддефицитного состояния могут служить концентрация йода в суточной моче менее 40 мкг/л и высокий уровень тиреотропного гормона (ТТГ) в крови.

При погранично низком уровне йода в пище может также развиваться относительный дефицит этого элемента из-за высокого содержания в некоторых продуктах так называемых гойтерогенов (зобогенных веществ). Гойтерогены - биологически активные соединения, относящиеся к гликозидам пищи (глюкозинолаты), способные конкурентно ингибировать транспорт йода в щитовидную железу. Так, тиоционат - один из подобных гликозидов с гойтерогенной активностью,

присутствует в белокочанной капусте, брокколи, цветной капусте, брюссельской капусте, рапсе, горчице, а цианогенные гликозиды - в маниоке, просе, батате, побегах бамбука, кукурузе, некоторых сортах бобов. В соевых продуктах (содержащих соевую муку или другие компоненты соевого боба) также присутствуют гойтерогены - генистеин и даидзеин, имеющие флавоноидную природу.

Минеральные гойтерогенные вещества, например фтор- и серосодержащие органические соединения гуминовой природы, могут присутствовать также в питьевой воде, отфильтровываясь из осадочных пород.

Дефицит селена, марганца, кальция в питании усугубляет развитие эндемического зоба в условиях дефицита йода. Этому же способствуют табакокурение и избыточное поступление в организм элементов, тропных к щитовидной железе: ртути, мышьяка, сурьмы.

Избыточное поступление йода с пищевыми продуктами практически не имеет место. Например, в некоторых северных регионах Японии, где в рационе используется очень много морских водорослей, ежедневное поступление йода может достигать 50-80 мг. Для многих местных жителей подобная диета не ведет к видимым последствиям, что, по-видимому, обусловлено длительным наследственным отбором в сочетании с низкой усвояемостью йода из ламинарии. Однако у других развивается так называемый эффект Вольфа-Чайкова, сопровождающийся зобом.

Для большинства жителей нашей планеты верхним безопасным уровнем потребления йода считается 600 мкг в сутки (или до 1000 мкг за счет водорослей).

Использование йодированной соли и продуктов с большим содержанием йода необходимо ограничить или даже исключить для людей, страдающих аутоиммунным тиреоидитом (болезнью Хашимото) и опасностью развития вторичного гипертиреоза. С осторожностью следует использовать йодированную соль и обогащенные йодом пищевые продукты при отсутствии недостатка йода в питании.

**Марганец.** Марганец относится к микроэлементам, обладающим выраженной двойственностью: незаменимостью и потенциальной токсичностью. Марганец играет важную роль в ряде физиологических процессов в качестве кофактора или активатора ферментов.

Марганец является кофактором супероксиддисмутазы - основного антиоксидантного фермента митохондрий.

Марганец принимает участие в обмене углеводов (глюконеогенезе), аминокислот и холестерина в составе пируваткарбоксилазы, аргиназы и ряда других ферментов. Он необходим для нормальной секреции инсулина и реализации холином своей липотропной функции.

Марганец в составе гликозилтрансферазы за счет активизации пролидазы участвует в синтезе протеогликанов и коллагена - структурных компонентов хрящевой и костной тканей.

Многие металлоферментные и регуляторные функции марганца может выполнять химически близкий к нему магний, и наоборот. При этом, однако, замена магния (наиболее вероятная при его дефиците) марганцем в процессах полимеризации и транскрипции ДНК и синтеза РНК может приводить к возникновению ошибок копирования.

Существующий дефицит марганца особенно проявляется при общем недоедании, поскольку его металлоферментные функции в условиях адекватного питания может выполнять магний, экономя при этом запасы марганца.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Марганец содержится в пищевых продуктах в достаточном количестве, в связи с чем у человека почти не отмечается изолированного алиментарного дефицита этого элемента. Его содержание в растительных продуктах колеблется от 0,5 до 5 мг в 100 г съедобной части, а в продуктах животного происхождения его содержание в десятки раз меньше, за исключением печени и почек (табл. 11).

*Таблица 11. Содержание марганца в пищевых продуктах*

Продукт, порция	Марганец, мг
-----------------	--------------

*Таблица 11. Содержание марганца в пищевых продуктах*

<b>Продукт, порция</b>	<b>Марганец, мг</b>
Овсяная крупа, 100 г	5,1
Ананас, 150 г	2,5
Шоколад молочный, 50 г	1,6
Чай зеленый, 200 мл (1 чашка)	0,41-1,58
Фасоль, 100 г	1,3
Черника, 100 г	1,3
Ананасовый сок, 100 г	1,2
Хлеб пшеничный из муки 2-го сорта, 100 г	1,1
Грецкие орехи, 30 г	0,96
Шпинат, 100 г	0,94
Чай черный, 200 мл (1 чашка)	0,18-0,77
Тыквенные семечки, 30 г	0,86
Миндаль, 30 г	0,74
Свекла, 100 г	0,66
Фисташки, 30 г	0,36
Брокколи, 150 г	0,34
Банан, 130 г, 1 шт.	0,18
Сыр, 30 г	0,03
Говядина, 100 г	0,03

Усваивается марганец не более чем на 10%, и его баланс в организме поддерживается за счет регуляции выделения, а не абсорбции, как, например, для железа, меди или цинка.

Магний и железо при их избыточном поступлении с рационом блокируют усвоение марганца и ускоряют его выделение с мочой.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень потребности в марганце точно не установлен. Для взрослого здорового человека безопасным уровнем поступления марганца считается 2 мг в сутки.

Биомаркером обеспеченности этим элементом является уровень марганца в сыворотке крови (норма - 9,1-12,7 нмоль/л).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит марганца возможен при несбалансированном парентеральном питании, а также при высоком содержании в рационе фитатов, оксалатов, танинов - ингибиторов его абсорбции и при повышенном расходе этого элемента, например, у больных сахарным диабетом и хроническим алкоголизмом.

Избыточное поступление марганца в организм может наблюдаться в производственных условиях (в основном аэрозольным путем), приводя к развитию клинической картины манганоза. При этом марганец быстро кумулируется во внутренних органах и мозге и нарушает функции центральной нервной системы - развиваются синдром паркинсонизма и психические нарушения.

**Селен.** Селен выполняет свои физиологические функции в организме в составе селенопротеинов - целого ряда селенозависимых ферментов.

Важнейшая биологическая роль селена связана с его участием в антиоксидантной защите. В составе различных форм глутатионпероксидазы он обеспечивает совместно с восстановленным глутатионом инактивацию эндоперекисей различной природы в клетках и тканях. Селенопротеин Р защищает эндотелиальные клетки сосудов от активных радикалов азота (пероксиазота).

Активно участвуя в антиоксидантной защите, селен проявляет синергизм в отношении действия токоферолов, а также обеспечивает реактивацию аскорбиновой кислоты в результате ее взаимодействия с селеносодержащей тиоредоксинредуктазой.

Селен непосредственно участвует в регуляции синтеза тиреоидных гормонов, обеспечивая дополнительный уровень контроля за метаболическими процессами.

В составе негемового железопротеида X селен функционирует в качестве переносчика электронов между флавопротеидами и цитохромом P-450, обеспечивая нормальное функционирование первого звена метаболизма ксенобиотиков.

Селен обладает детоксикационным действием в отношении избыточно поступающих тяжелых металлов за счет его способности восстанавливать дисульфидные связи в белках в SH-группы, которые затем связывают лишние металлы.

Включение селеноцистеинов - основных промежуточных обменных форм селена в организме в метаболически активные селенопротеины происходит в результате экспрессии специфических генов при непосредственном участии селенофосфатсинтетазы. Таким образом, очевидно, реализуется генетически детерминированный контроль за обменом селена в организме.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Селен присутствует в пищевых источниках в различных формах: в виде селенометионина и селеноцистеина - в зерновых, грибах, мясопродуктах; в форме селеноцистатинина - в орехах; селенотрисульфида - в мясопродуктах; селеноцистеиноксида - в луке и чесноке.

Стабильное количество селена содержится в животных продуктах, которые в силу этого и являются надежными источниками этого микроэлемента в питании. В отличие от них, в растительных продуктах содержание селена напрямую зависит от его концентрации в почве. Таким образом, основными пищевыми источниками селена являются морепродукты, мясопродукты, орехи, а также зерновые и бобовые, выращенные на селеносодержащих почвах (табл. 12).

*Таблица 12. Содержание селена в пищевых продуктах*

Продукт, порция	Селен, мкг
Бразильский орех, 4 г (1 шт.)	120 (12)*
Крабы, 100 г	40

*Таблица 12. Содержание селена в пищевых продуктах*

Продукт, порция	Селен, мкг
Креветки, 100 г	34
Устрицы, 84 г (6 шт.)	53,5
Индейка, курица, рыба, мясо, яйца, 100 г	30-100
Сыр, 30 г	3-5
Молоко, йогурт, 100 г	1-5
Картофель, овощи, 100 г	1-4 (0,1-0,4)*
Хлебобулочные изделия, крупы	30-40 (3-4)*
Чеснок, 30 г (10 зубчиков)	4,3

\*В скобках - количество селена при его почвенном дефиците.

В последние годы в качестве пищевых источников селена предлагаются к использованию специально выращенные на обогащенных селеном почвах чеснок и лук-порей.

Усвоение селена из смешанного рациона практически не ингибируется и достигает 80% и более. При этом из морепродуктов усваивается меньшее количество этого элемента - около 60%.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень потребности в селене установлен для мужчин - 70 мкг/сут, для женщин - 55 мкг/сут. Для взрослого здорового человека верхним безопасным уровнем поступления селена считается 300 мкг в сутки.

Биомаркерами обеспеченности этим элементом являются уровень селена в сыворотке крови и активность глутатионпероксидазы в эритроцитах (норма - 1,14-1,9 мкмоль/л и 29,6-82,9 ЕД/г Нь соответственно).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит селена возможен либо при длительном несбалансированном парентеральном питании, либо у строгих вегетарианцев, употребляющих растительную пищу, выращенную на селенодефицитных почвах. К селенодефицитным провинциям относятся Австралия, Новая Зеландия, западные штаты США (Орегон и Калифорния), Турция, Финляндия, Эстония, Бурятия, Карелия, Забайкалье, Ярославская, Читинская области, Китай (40 провинций), Шотландия.

Недостаток селена может также развиваться у людей с тяжелыми формами болезни Крона, при проведении диетотерапии у детей с фенилкетонурией и при повышенном (некомпенсируемом за счет питания) расходе селена, например, в защитно-адаптационных процессах.

Клинические проявления дефицита селена: снижение мышечной массы, мышечная слабость, кардиомиопатия (воспаление и повреждение сердечной мышцы).

Описанной клинической формой селенодефицитного состояния является болезнь Кешана - эндемическая фатальная миокардиопатия, для которой характерны аритмии, увеличение размеров сердца, фокальные некрозы миокарда с последующим развитием сердечной недостаточности. Болезнь Кешана морфологически необратима и не устраняется (но может быть предупреждена) дополнительным приемом селена. В последние годы установлено, что в патогенезе болезни Кешана также играет роль инфекционный агент - вирус Коксаки, который на фоне дефицита селена ста-

новится более вирулентным в отношении кардиомиоцитов и приводит к развитию вирусного миокардита.

Показано также, что оптимальный пищевой статус селена обеспечивает защиту организма от вируса гепатита В и ВИЧ, а также в ряде случаев может способствовать предупреждению инициации канцерогенеза.

Еще одной клинической формой, встречающейся на территориях с почвенным дефицитом селена, является болезнь Кашина-Бека, характеризующаяся дегенеративными процессами в хрящевой ткани (остеоартритами). Болеют чаще дети в возрасте 5-13 лет. В числе этиологических факторов этого заболевания рассматриваются также микотоксины, дефицит йода и некачественная питьевая вода.

Селен может поступать в организм в повышенных количествах в результате использования в питании продуктов, содержащих его высокие концентрации, - растительного продовольствия, выращенного на почвах, богатых селеном. Такие почвы находятся в Южной Америке (Бразилия, Венесуэла), Южной Дакоте и Небраске в США, в нескольких провинциях Китая. Избыток селена в организме может сформироваться в результате дополнительного приема селеносодержащих добавок: селенометионина, селенита натрия и селената натрия.

При чрезмерном поступлении в организм селен оказывает выраженное токсическое действие. Типичными симптомами отравления селеном являются поражение ногтей и волос, желтушность кожных покровов, шелушение эпидермиса, дерматиты, анемия, нервные расстройства, потеря аппетита, артриты, повреждение эмали зубов, спленомегалия. Возможно, избыток селена оказывает также тератогенное действие.

**Молибден.** Молибден участвует в виде молибденового кофактора в обмене углерода, азота и серы не только в организме человека, но и глобально во всей экосистеме. У человека молибден входит в состав трех ферментов, так называемых молибденовых гидролаз: сульфитоксидазы, ксантинооксидазы и альдегидоксидазы. Сульфитоксидаза участвует в обмене цистеина. Ксантинооксидаза и альдегидоксидаза обеспечивают деградацию нуклеотидов с образованием мочевой кислоты. Встречаются наследственные дефекты этих ферментов, приводящие к ксантинурии и образованию ксантиновых мочевых камней, а также к гиперсульфитурии, аномалиям мозга, эктопии хрусталика.

Молибден относится к факторам, необходимым для роста микроорганизмов, в том числе и нормальной кишечной микрофлоры.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Молибден достаточно широко представлен в пищевых продуктах. Со смешанным рационом в развитых странах поступает обычно от 50 до 110 мкг молибдена. Наибольшее его количество присутствует в бобовых, а также в зерновых и орехах. Животные продукты, фрукты и овощи в целом бедны этим элементом. Поскольку концентрация молибдена в растительных продуктах напрямую зависит от его природного и техногенного присутствия в почве, сформировать единую базу данных его фактического содержания в продуктах крайне затруднительно.

Молибден усваивается из пищи очень хорошо - до 85%. Усвоение молибдена может замедлять медь при ее высоком поступлении.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень потребности в молибдене установлен в количестве 70 мкг в сутки. Для взрослого здорового человека верхним безопасным уровнем поступления молибдена считается 600 мкг в сутки.

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Алиментарный дефицит молибдена у человека не описан. При известных нарушениях изолированного парентерального питания может развиваться дефицит молибдена, который, очевидно, будет сопровождаться низким уровнем мочевой кислоты в крови и моче и высокой концентрацией в моче сульфитов и ксантина.

Избыточное поступление молибдена может быть связано с профессиональными вредностями или с избыточным его накоплением в почве и воде, приводящим к алиментарной нагрузке. Профессиональная интоксикация молибденом вызывает функциональные изменения печени, анемию, артрозы, лейкопению.

Экологически обусловленное отравление молибденом было показано на примере Горно-Анканванского района Армении, где у жителей отмечалась повышенная заболеваемость подагрой. Доклиническими признаками высокой молибденовой нагрузки являются гиперурикемия и повышение концентрации мочевой кислоты в моче.

**Хром.** Хром относится к микроэлементам с двойным биологическим действием на организм человека. В трехвалентном состоянии он является незаменимым фактором питания, и именно в этой форме присутствует в пище как ее естественный компонент. Поступая в организм в шестивалентной форме (как продукт промышленной антропогенной деятельности), хром представляет собой опасный токсикант, обладающий мутагенным и канцерогенным действием.

Физиологическая активность хрома связана с его участием в регуляции метаболизма глюкозы, связанной с действием инсулина. Предполагают, что хром в составе низкомолекулярного пептида (НПСr), получившего название фактора толерантности к глюкозе, способствует повышению ответа рецепторов инсулина на действие гормона, усиливая утилизацию глюкозы тканями. При нормализации уровня глюкозы в сыворотке крови НПСr по принципу отрицательной обратной связи способен остановить процесс, инициируемый инсулином. Эффективность данного механизма зависит от уровня хрома в клетках, а следовательно, от обеспеченности им организма.

В составе специфических белков хром действует как транскрипционный фактор. Он также защищает нуклеиновые кислоты от денатурации за счет прочной связи с ними.

*Основные пищевые источники и возможность обеспечения организма.* Хром усваивается из пищи не более чем на 1%. Его абсорбцию в тощей кишке могут стимулировать аскорбиновая кислота и другие органические кислоты, а снижать - фитаты, цинк, ванадий, железо. Последний микроэлемент также конкурирует с хромом за связь с их общим переносчиком - трансферрином. При избыточном поступлении железа биодоступность хрома резко снижается.

Источниками хрома в рационе являются мясопродукты, рыба, птица, зерновые и бобовые, некоторые овощи и фрукты (табл. 13). Хром практически полностью теряется при высокой очистке продуктов и глубокой переработке продовольственного сырья, его очень мало в сахаре, муке высшей очистки и крупах, полированном рисе, а также в яйцах и молоке.

*Таблица 13. Содержание хрома в пищевых продуктах*

<b>Продукт, порция</b>	<b>Хром, мкг</b>
Треска, хек, креветки, 100 г	55
Печень говяжья, 100 г	32
Филе куриное, 100 г	25
Крупа кукурузная, 100 г	22,7
Свекла, 100 г	20
Персики, 100 г	14
Свинина, 100 г	13,5
Яйцо перепелиное, 100 г	14
Грибы шампиньоны, 100 г	13

*Таблица 13. Содержание хрома в пищевых продуктах*

Продукт, порция	Хром, мкг
Крупа перловая, 100 г	12,5
Индейка, 100 г	11
Брокколи, 100 г	11
Фасоль, 100 г	10
Картофель, 100 г	10
Говядина, 100 г	8,2
Виноградный сок, 200 г	7,5

Смешанный разнообразный рацион обеспечивает в целом поступление не менее 60 мкг хрома в сутки.

*Нормы физиологической потребности и биомаркеры пищевого статуса.* Физиологический уровень потребности в трехвалентном хrome установлен в количестве 50 мкг в сутки. Для взрослого здорового человека верхним безопасным уровнем поступления трехвалентного хрома считается 200 мкг в сутки.

Биомаркером обеспеченности этим элементом может являться содержание хрома в волосах (норма - 15-50 мкг/100 г).

*Причины и проявления недостаточности и избытка.* Дефицит хрома может развиваться как в результате его алиментарного недостатка, так и вследствие его высоких потерь с мочой и других расходов.

Алиментарный дефицит хрома возникает при ограниченном рационе или парентеральном питании, а также при снижении уровня биодоступности хрома.

Потери хрома с мочой усиливаются при алиментарной нагрузке моно- и дисахарами, белковом голодании, физической нагрузке, сахарном диабете и в перечисленных ситуациях могут привести к развитию хромдефицитного состояния.

Риск развития дефицита хрома чрезвычайно высок во время беременности и лактации и у людей пожилого возраста.

Признаки дефицита хрома: снижение толерантности к глюкозе, повышение уровня гликозилированного гемоглобина A1c, повышение концентрации инсулина в крови, дислиппротеинемия (повышение уровня ЛПНП, липопротеидов очень низкой плотности и триглицеридов и снижение липопротеидов высокой плотности), снижение фертильности. Данная картина при длительном течении может привести к развитию атеросклероза, сахарного диабета и избыточной массы тела.

Алиментарный избыток трехвалентного хрома не описан.

**Фтор.** Биологическая роль фтора в организме определяется его способностью регулировать процессы, связанные с кальцинацией тканей, за счет его способности эффективно замещать ион гидроксидов в структуре гидроксиапатита и некоторых ферментативных системах. При нормальном содержании в организме фтор обеспечивает образование (минерализацию) костной ткани, дентина и эмали зубов.

Почти весь фтор в организме (99%) локализуется в твердых тканях. Повышение его концентрации в мягких тканях, например в стенках сосудов, свидетельствует об их патологической кальцинации.

Установлено, что около 75% алиментарного фтора поступает в организм с питьевой водой, напитками и жидкой пищей. В питьевой воде в холодных и умеренных климатических зонах содержание фтора нормируется на уровне 1,2-1,5 мг/л, а в жарких регионах - 0,7 мг/л. При содержании фтора в питьевой воде ниже 0,5 мг/л требуется проведение мероприятий по ее фторированию в целях предупреждения гипофторозных состояний и в первую очередь зубного кариеса. Для фторирования обычно используют растворимые соединения этого элемента: NaF и Na<sub>2</sub>SiF<sub>6</sub>.

Физиологическая потребность во фторе для взрослого здорового человека составляет 4 мг в сутки, что соответствует 0,05 мг на 1 кг массы тела.

Из пищевых продуктов наиболее богат фтором чай, который активно концентрирует этот элемент: в 100 г сухого чайного листа содержится до 90 мг фтора. При этом в жидкой фракции заваренного чая фтор определяется в количестве 0,1-0,4 мг в 100 мл.

Количество фтора в пище крайне незначительное и составляет в 100 г продуктов: 0,2-0,4 мг - в консервированных сардинах (с костной частью); 0,15-0,3 мг - в красных виноградных винах и виноградном соке; 0,15-0,2 - в креветках и крабах; 0,01-0,17 - в рыбном филе; 0,05-0,15 - в свинине и птице; 0,05-0,07 - в хлебе и крупах; 0,01- 0,06 мг - во фруктовых и ягодных соках, прохладительных напитках, некоторых овощах и зелени.

В последние годы существует практика обогащения поваренной соли фтором (совместно с йодом): в 1 г соли содержится 0,25 мг фтора. Такая соль может эффективно использоваться в регионах с низким уровнем фтора в питьевой воде при отсутствии практики ее фторирования.

Разработаны технологии обогащения молока фтором в количестве 2,5 мг/л. Обогащенное молоко следует упаковывать в небольшие по объему пакеты (200-300 мл) с вынесением на этикетку заметной маркировки с информацией об обогащении.

Выбор приема повышения поступления фтора в организм проводится по принципу использования одного системного подхода: в тех регионах, где фторируется питьевая вода, не используются другие способы введения фтора, и наоборот.

В норме человек абсорбирует из смешанного рациона около 80% фтора. Усвоение фтора тормозят некоторые медикаменты, в частности гидроокись алюминия, входящая в состав многих антицидных средств, а усиливают - пищевые жиры.

С алиментарным дефицитом фтора в организме традиционно связывают риск развития кариеса. Показано, что при обеспечении установленного уровня алиментарного поступления фтора частота кариеса значительно ниже по сравнению с его недостаточным поступлением.

Необходимо, однако, соблюдать баланс поступления фтора в организм, учитывая реальную возможность развития флюороза - микроэлементоза, связанного с гиперфторозом. Причинами избытка фтора в организме могут быть природные, экологические, производственные нагрузки этим элементом (водный и аэрозольный пути поступления) или его высокое содержание в диете. Следует также учитывать, что, например, однократная чистка зубов фторсодержащей пастой может сопровождаться поступлением в желудочно-кишечный тракт до 0,3 мг фтора.

Допустимым (безопасным) уровнем суточного поступления фтора для взрослого здорового человека считается 10 мг.

При чрезмерном поступлении фтора в организм развивается флюороз. Флюороз клинически выражается в виде эрозивно-пигментарного поражения зубов и деформации скелета. Длительная нагрузка фтором может также сопровождаться системными поражениями всего организма, в частности, кальцинозом сосудов и внутренних органов и образованием камней в желчном и мочевом пузырях.

Биомаркером гиперфтороза может служить концентрация фтора в волосах 480-830 мг/кг, тогда как в норме она составляет 53-72 мг/кг.

**Кобальт.** Биологическая роль кобальта в организме связана с его нахождением в молекуле витамина В<sub>12</sub>, а также с его значимостью для жизнедеятельности кишечной микрофлоры.

Кобальт, ингибируя SH-группы оксидоредуктаз и вызывая гипоксию костного мозга, может усиливать синтез эритропоэтинов и за счет этого стимулировать эритропоэз. В силу этого кобальт был отнесен, наряду с железом и медью, к микроэлементам, участвующим в кроветворении.

С продуктами растительного происхождения в организм поступает большая часть всего кобальта рациона. Относительно много кобальта в орехах, бобовых и какао - от 12 до 20 мкг/100 г. В картофеле, томатах, луке, грибах, салате зеленом, грушах, овсяной и пшеничной крупах содержится кобальта от 4 до 10 мкг/100 г. В животных пищевых продуктах содержание кобальта прямо коррелирует с количеством витамина В<sub>12</sub>. Весомым источником кобальта является питьевая вода.

Потребность в кобальте установлена в количестве 10 мкг в сутки. Изолированный дефицит кобальта у человека не описан.

Описан алиментарный микроэлементоз при избыточном поступлении кобальта с рационом. В ряде стран (Канаде, США, Бельгии) при производстве пива в него вносилось 1,2-1,5 мг/л кобальта для улучшения пенообразования. У людей, длительно употреблявших такое пиво, развивалась так называемая болезнь любителей пива, характеризующаяся миокардиопатией, полицитемией, гипотериозом с компенсаторной гиперплазией щитовидной железы. Гипотиреоз, очевидно, связан со способностью кобальта ингибировать тиреопероксидазу.

Кобальт является промышленным ядом, вызывая описанные профессиональные отравления при нарушениях техники безопасности на производствах.

**Никель.** Никель с позиций его влияния на организм человека рассматривается и в качестве незаменимого участника обмена веществ, и как наиболее динамичный и опасный контаминант окружающей среды. Его концентрации в биосфере и, следовательно, пищевых продуктах растут в результате антропогенной деятельности чрезвычайными темпами.

Усвоение никеля, не превышающее 10%, связано с механизмами абсорбции железа. В среднем рационе содержание никеля составляет 300 мкг. С калом выделяется 90% никеля. В большинстве пищевых продуктов его содержание (по данным последних десяти лет) не превышает 3-10 мкг/100 г. В ряде продуктов никель присутствует (природно или в результате повышенной кумуляции) в больших количествах (табл. 14).

*Таблица 14. Содержание никеля в пищевых продуктах*

Продукт, порция	Никель, мкг
Семена подсолнечника, 30 г	106
Грецкие орехи, 30 г	96
Курага, 50 г	60
Ананас, 100 г	50
Хлеб пшеничный с отрубями, 100 г	36
Шоколад, 50 г	35
Брокколи, 100 г	28
Печень трески, 100 г	22
Изюм, 100 г	18

Таблица 14. Содержание никеля в пищевых продуктах

Продукт, порция	Никель, мкг
Чай, готовый к употреблению, 200 г	14

Никельдефицитных состояний у человека не описано, поэтому не установлен и физиологический уровень его потребления. У животных показано, что смоделированный дефицит никеля приводит к существенным потерям кальция, цинка, железа, а также к нарушению развития репродуктивной функции.

Имеются данные о возникновении токсикопатического эффекта при повышенном поступлении никеля (в промышленных условиях) в организм. В частности, рассматриваются возможности инициации никелем канцерогенеза в результате его непосредственного взаимодействия с клеточными онкогенами, а также за счет нарушения функционирования ДНК, ингибирования первой фазы трансформации ксенобиотиков и усиления перекисного окисления липидов. Это подтверждается описанными случаями профессионального рака легких и почек.

Допустимым (безопасным) уровнем суточного поступления никеля для взрослого здорового человека считается 1 мг.

**Кремний.** Кремний - микроэлемент, участвующий в формировании и ремоделировании хрящевой, костной тканей и, по-видимому, зубной эмали. Физиологическая роль кремния при этом связана с синтезом гликозамингликанов и коллагена.

Кремний, очевидно, играет существенную роль в ряде других метаболических процессов. Так, например, у человека концентрация кремния в аорте снижается не только с возрастом, но и в процессе развития атеросклероза.

Ежедневная потребность организма в кремнии установлена в количестве 30 мг в сутки. С пищей и водой в развитых странах обычно поступает 20-50 мг кремния, с воздухом - 15 мг в сутки. Чрезмерное аэрозольное поступление кремния (в промышленных условиях) приводит к развитию профессионального силикоза.

Основными пищевыми источниками кремния являются зерновые, крупы, бобовые, макароны, а при их низком содержании в диете может стать, например, пиво. Бананы относятся к продуктам, содержащим много кремния (5,4 мг/100 г), который, однако, из них усваивается плохо. Около 1/3 кремния поступает в организм с водой.

Величина всасывания кремния в кишечнике составляет 40-85%, при этом отмечена парадоксальная для микроэлементов закономерность: усвоение кремния из твердой пищи, богатой неперевариваемыми компонентами (потенциальными сорбентами), почти не отличается от его абсорбции из минеральных вод.

При усвоении кремний вступает в антагонистические отношения с молибденом и марганцем.

При дефиците кремния одними из ранних диагностических признаков (биомаркерами) являются снижение концентрации кремния в суточной моче и повышенная ломкость ногтей. Ногти при этом утрачивают нормальную флюоресценцию в УФ-лучах.

**Другие микроэлементы.** Для ряда других микроэлементов, обладающих предполагаемой эссенциальностью, при отсутствии рекомендуемых уровней адекватного поступления приняты верхние допустимые уровни их поступления в организм. В частности, таким уровнем для бора является 20 мг, а для ванадия - 1,8 мг в сутки.

Дисбаланс минеральных веществ и микроэлементов относится к важнейшим проблемам гигиены питания и требует обязательной коррекции. При этом, однако, необходимо правильно оценивать реальный уровень обеспеченности организма отдельными минералами, учитывая, что для взрослого здорового человека алиментарный дефицит того или иного микронутриента, как правило, связан с очевидными погрешностями в диете. В большинстве случаев микронутриентный дисбаланс развивается при длительном недостаточном употреблении пищевых продуктов из

группы ежедневного использования и связан с неправильным стереотипом пищевого выбора. Таким образом, первым шагом в коррекции минерального дисбаланса является нормализация структуры рациона с использованием традиционных пищевых продуктов. Дополнительное обогащение пищевых продуктов минеральными веществами, по-видимому, может рассматриваться как возможный гигиенический прием лишь для ограниченного числа веществ. Он с относительной популяционной безопасностью может использоваться, например, для кальция. Введение в продукты негемового железа, йода, фтора требует более жестких регламентов и дополнительного обоснования по рассмотренным выше причинам. Безопасность обогащения широкого ассортимента продуктов селеном, медью, цинком и другими микроэлементами вызывает серьезные сомнения, особенно в современных экологических условиях, когда их концентрации в окружающей среде прогрессивно растут. В этой связи индивидуально установленные дефициты этих микронутриентов и ряда других элементов с предполагаемой эссенциальностью могут быть более эффективно и безопасно скорректированы с помощью соответствующих добавок к питанию.

**Кисотно-щелочное равновесие (КЩР)** — это состояние, при котором уровень кислот и щелочей в организме поддерживается в оптимальных границах. Это необходимо для нормального функционирования различных систем организма, протекания биохимических реакций и оптимального функционирования ферментов. Основным показателем КЩР — **pH крови**. Кислоты увеличивают концентрацию ионов водорода (H<sup>+</sup>) в растворе, а основания снижают её (повышают pH).

#### **Механизмы регуляции**

Поддержание pH обеспечивается дыхательной системой, почками и буферными системами крови. Некоторые механизмы

- **Лёгкие** регулируют выделение углекислого газа, который образуется в процессе обмена веществ в организме. Углекислый газ при соединении с водой образует угольную кислоту, поэтому в случае его избытка в крови развивается ацидоз, а при недостаточной концентрации углекислого газа возникает алкалоз.

- **Почки** выводят с мочой из организма избыток кислот и щелочей. При этом органы в определённых пределах могут регулировать количество выделяемых и всасываемых обратно кислот и оснований, за счёт чего происходит регуляция уровня pH в крови.

- **Буферные системы крови** — растворы слабых кислот и щелочей, которые, соединяясь с избыточными количествами кислот или оснований, нейтрализуют их, чем достигается выравнивание уровня pH. Например, бикарбонатная, фосфатная, белковая и гемоглобиновая буферные системы. **Нормы**

В норме pH крови колеблется в пределах **7,35–7,45**. Кислотность венозной крови **7,32–7,42**. Кислотность эритроцитов **7,28–7,29**.

Даже небольшие отклонения от нормы могут серьёзно повлиять на работу клеток и органов, поэтому система регуляции этого баланса является одной из самых

Нарушения кислотно-щелочного равновесия делятся на **ацидоз** и **алкалоз**:

- **Ацидоз** — pH крови снижается ниже 7,35. Возникает, когда в организме накапливаются кислые продукты обмена или снижается их выведение. Причины могут быть разными: дыхательные (например, при тяжёлых заболеваниях лёгких, когда углекислый газ задерживается в организме) и метаболические (например, при сахарном диабете с кетоацидозом или при почечной недостаточности).

- **Алкалоз** — pH повышается выше 7,45. Дыхательный алкалоз возникает при гипервентиляции лёгких, например, на фоне панической атаки или тяжёлой пневмонии. Метаболический алкалоз может быть связан с избыточной потерей кислот через желудочно-кишечный тракт (при рвоте) или приёмом определённых лекарств (например, диуретиков).

Оба состояния опасны тем, что нарушают работу ферментов, обмен веществ, транспорт кислорода и электролитный баланс. При выраженном сдвиге pH возможны судороги, аритмии, угнетение дыхания и даже угроза для жизни.

#### **Диагностика**

Выявление нарушений КЩР важно для диагностики и контроля множества заболеваний — от хронических болезней лёгких и почек до тяжёлых критических состояний. В лабораторной диагностике проводят **анализ кислотно-щелочного состояния (КЩС)**. Исследование позволяет определить уровень рН крови и связанные показатели, которые отражают баланс между кислотами и основаниями. Дополнительно анализ может включать уровень лактата, электролитов и другие параметры.

Интерпретацию результатов КЩС проводит только опытный врач, так как от его заключения зависит дальнейшая тактика ведения пациента и его лечения.

Вода является важнейшей частью пищевого рациона, она входит в состав всех клеток и тканей организма, служит наилучшим растворителем для многих биологически важных веществ, обеспечивает течение метаболических процессов, участвует в терморегуляции, растворяет конечные продукты обмена веществ и способствует их выведению почками и другими органами выделения и др.

Содержание воды в организме человека непостоянно и меняется на протяжении всей жизни. В организме взрослого человека массой тела 65 кг содержится в среднем 40 л воды. Большая ее часть находится внутри клеток (внутриклеточная жидкость) – около 25 л, в состав внеклеточной жидкости входит в среднем 15 л воды. Примерно третья часть внеклеточной жидкости находится в составе плазмы крови (внутрисосудистая жидкость). У женщин объем воды в организме значительно меньше, чем у мужчин, в связи с большим содержанием жира в тканях. Недостаточное содержание в организме воды (дегидратация) возникает вследствие значительного снижения потребления воды или чрезмерной ее потери. Ограничение потребления воды увеличивает концентрацию мочи (в ней могут выпадать осадки солей) и уменьшает выделение из крови продуктов обмена веществ.

Потеря организмом 10 % воды отрицательно сказывается на жизнедеятельности и приводит к сгущению крови, нарушению кровотока, сдвигам психического состояния, судорогам. Снижение количества воды на 20 % ведет к смерти.

Избыточное потребление воды характеризуется развитием водной интоксикации, проявляющейся, в частности, в набухании клеток, снижении в них осмотического давления. Наиболее чувствительны к таким изменениям нервные клетки мозга. Кроме того, при избыточном употреблении воды повышается нагрузка на сердце и почки, из организма выводятся минеральные вещества и витамины.

Недостаток и избыток воды в организме во многом зависят от индивидуальных особенностей человека, его здоровья и характера питания. Так, богатые натрием продукты способствуют задержке воды в организме, а продукты, богатые калием, оказывают противоположное действие.

Питьевая вода является важнейшим источником кальция, магния, ряда микроэлементов. Их усвоение из воды и биологическое значение могут превышать всасывание из продуктов расщепления пищевых веществ. Так, кальций воды усваивается на 90 %, а кальций пищевых веществ - только на 30 %. Поскольку в кипяченой воде содержание минеральных компонентов снижено, ее постоянное использование вместо сырой воды повышает риск развития некоторых заболеваний.

В живом организме часть воды, взаимодействуя с тканями, упорядочивает свою структуру. Структурированную воду человек получает со свежими растительными и животными продуктами, а также со свежетапой водой, в которой после размораживания около 80 % молекул сохраняют льдоподобную структуру. Такая вода обладает более высокой биологической активностью, чем обычная.

В экспериментах на животных было установлено, что структурированная вода оказывает положительное действие на печень, тормозит всасывание углеводов из кишечника, повышает устойчивость эритроцитов, увеличивает адаптационные возможности организма. Показано, что рабочие горячих цехов, употребляющие такую воду, лучше переносят воздействие на организм вредных факторов производственной среды.

Тяжелая вода, отличающаяся от обычной большим содержанием окиси дейтерия (тяжелого изотопа водорода) и большим удельным весом, обладает иным биологическим действием по сравнению с обычной водой, содержащей 0,02 % этого вещества. Экспериментальное повышение в воде концентрации окиси дейтерия увеличивает возбудимость ЦНС, усиливает выброс адреналина на стрессорные раздражители. Тяжелая вода обладает радиозащитным эффектом.

Дефицит витамин Н возможен при чрезмерном употреблении сырых яичных белков. Биотин в организме обладает способностью связываться с определенной альбуминовой фракцией сырого яичного белка, называемого авидином. При этом образуется нерастворимое в воде и биологически неактивное соединение, называемое биотин-авидином, препятствующее всасыванию биотина кишечником. Только сырой белок может нарушить всасывание биотина, в вареном яйце белок денатурируется и теряет свойство связывать биотин.

Куркумин — активный компонент специи куркума, проникает через гематоэнцефалический барьер и напрямую влияет на работу мозговых клеток, поднимает уровень серотонина и дофамина, помимо этого являясь иммуномодулятором, стимулирует фагоцитоз бета-амилоида, который накапливается при болезни Альцгеймера.

Тирозин улучшает интеллектуальные функции, оказывает стресс-протективное, антидепрессивное и психостимулирующее действие. Помогает мозгу выбрать правильные стратегии поведения и создает мотивацию для конкретных действий. А также регулирует функцию щитовидной железы, надпочечников и гипофиза.

Большинство газированных напитков содержат фосфаты. Магний связывается с фосфатами и образует нерастворимые соли, также содержание большого количества углеводов тоже препятствуют всасыванию магния.

Известно, что пероральный прием эстрогенсодержащих препаратов может способствовать нарушению абсорбции магния в кишечнике. Распространенность дефицита магния в популяции составляет от 16 до 42%, при этом в России недостаточность магния среди патологий элементного статуса занимает лидирующую позицию наряду с дефицитом йода, кальция и цинка.

Цинк активирует фермент алкогольдегидрогеназу, которая нейтрализует алкоголь. Поэтому при частом употреблении алкоголя уменьшается количество цинка в организме.

Постоянные интенсивные физические нагрузки, особенно связанные с высоким потоотделением, приводят к потере йода. Если потери йода не возмещаются, это может привести к понижению содержания йода в организме, и как следствие к гипотиреозу, и снижению физической активности.

Витамин Д, как нейростероид также способствует выживанию нейронных сетей при стрессовом воздействии, оказывает нейропротективное и нейротрофическое действие, в т.ч. влияет на уменьшение отложений амилоидных бляшек - отличительной черты при болезни Альцгеймера.79%

При железодефицитной анемии может возникнуть синдром беспокойных ног. Синдром беспокойных ног (СБН) — состояние, характеризующееся неприятными ощущениями в нижних конечностях (и крайне редко в верхних), которые появляются в покое (чаще в вечернее и ночное время), вынуждают больного совершать облегчающие их движения и часто приводят к нарушению сна.

Щитовидная железа — это орган с самым высоким содержанием селена, приходящимся на 1 г ткани, поскольку она экспрессирует специфические селенсодержащие белки. Тканевая концентрация микроэлемента составляет 0,2–2 мг/г. Для сравнения йода в ней всего 2%.46%

#### **4. Практическая часть - нет.**

#### **5. Вопросы для собеседования**

- 1.Макро- и микроэлементы, их роль в питании человека.
- 2.Кислотно-щелочное равновесие.
- 3.Водный обмен.

## 6. Тестовые задания

1. Дефицит какого витамина из перечисленных ниже возможен при чрезмерном употреблении сырых яичных белков?
  - a. **Витамина Н (биотин)**
  - b. Витамина Е (токоферол)
  - c. Витамина А (ретинол)
  - d. Витамина В1 (тиамин)
  
2. Какая специя может применяться для профилактики болезни Альцгеймера?
  - a. Лавровый лист
  - b. **Куркума**
  - c. Кориандр
  - d. Черный перец
  
3. Какая условно незаменимая аминокислота является предшественником дофамина и норадреналина?
  - a. Глицин
  - b. Пролин
  - c. Орнитин
  - d. **Тирозин**
  
4. Дефицит какого микроэлемента может вызвать злоупотребление фастфудом и газировкой?
  - a. Марганца
  - b. **Магний**
  - c. Йод
  - d. Калий
  
5. При длительном приеме оральных контрацептивов выводится больше какого микроэлемента?
  - a. Марганец
  - b. **Магний**
  - c. Кальций
  - d. Калий
  
6. При частом употреблении алкоголя уменьшается содержание этого микроэлемента в организме
  - a. Селен
  - b. **Цинк**
  - c. Железо
  - d. Калий
  
7. Интенсивные физические нагрузки, связанные с высоким потоотделением, могут привести к значительным потерям этого микроэлемента
  - a. Цинк
  - b. Натрий
  - c. Калий
  - d. **Йод**
  
8. Какой из перечисленных витаминов влияет на биосинтез дофамина, серотонина и других моноаминовых нейротрансмиттеров?
  - a. Витамин Е
  - b. Витамин С
  - c. **Витамин Д**
  - d. Витамин А

9.С недостатком какого микроэлемента может быть связан синдром беспокойных ног?

- a. Калий
- b. Йод
- c. Натрий
- d. Железо**

10.Самая высокая концентрация какого микроэлемента содержится в щитовидной железе человека:

- a. Селен**
- b. Цинк
- c. Йод
- d. Кальций