

# Микроэлементный человек

Доктор медицинских наук, профессор  
**А. В. Скальный,**  
 директор НИИ биоэлементологии  
 Оренбургского государственного университета

На эмпирическом, интуитивном уровне связью между болезнями и содержанием химических элементов занимались с незапамятных времен. Но наверное, первым строго научным и важным событием было обнаружение Менгини в 1747 году железа в крови человека. В XIX и XX веках шло стремительное накопление знаний по элементологии, в частности, и в нашей стране.

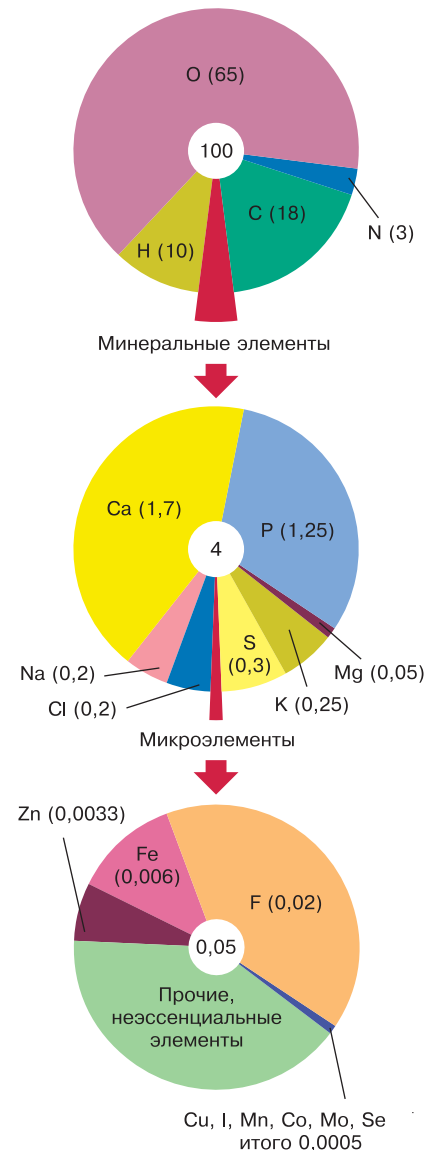
Всплеск интереса к микроэлементам начался с конца 1950-х годов, после выхода монографии профессора А.И.Войнара, которого по праву можно считать основателем медицинской элементологии в нашей стране. Ученики В.И.Вернадского создали научные школы, которые активно использовали в медицинских целях данные, полученные в лабораториях. Между 1960 и 1990 годом в СССР прошло 10 всесоюзных симпозиумов «Микроэлементы в медицине, биологии и сельском хозяйстве». Однако после перестройки все остановилось.

И все же эта область науки у нас выстояла. В 2001 году было основано Российское общество медицинской элементологии (РОСМЭМ), с 2000 года регулярно выходит журнал «Микроэлементы в медицине», с 2004-го — журнал «Биоэлементология». Более того, во всемирно известном издательстве «Elsevier» в Германии наше общество РОСМЭМ совместно с национальными обществами элементологов Франции, Италии, Германии и Испании выпускают журнал «Trace Elements in Medicine and Biology». Тем не менее общее понимание важности этой проблемы пока оставляет желать лучшего.

Организм человека состоит на 60% из воды, на 34% из органических веществ и на 6% — из неорганических. Основные элементы, из которых формируется наша органическая составляющая, — это углерод, водород, кислород, а также азот, фосфор и сера (рис. 1). В неорганических веществах организма человека обязательно присутствуют 22 химических элемента: Ca, P, O, Na, Mg, S, B, Cl, K, V, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Mo, Cr, Si, I, F, Se. Ученые договорились, что если массовая доля элемента в организме превышает 0,01% от массы тела, то его следует считать макроэлементом. По этой градации есть еще микроэлементы (их содержание в организме составляет  $10^{-3}$ – $10^{-5}$ %) и ультрамикроэлементы (их меньше  $10^{-5}$ %). Конечно, такое деление условно, поскольку важнейший для организма элемент железо оказывается между макро- и микроэлементами.

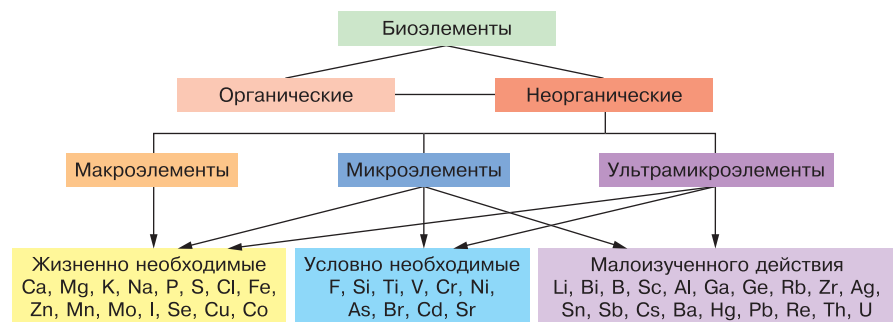
Если прибегнуть к иной классификации, то получится, что 12 элементов в организме человека — структурные, поскольку они на 99% формируют его элементный состав: С, О, Н, N, Ca, Mg, Na, K, S, P, F, Cl. Все это обилие человеческих элементов можно классифицировать как угодно, только это не даст ответа на главный вопрос: какова их роль? А с этой точки зрения все элементы в нас делятся на: жизненно необходимые (эссенциальные), условно необходимые и те, роль которых еще мало изучена (рис. 2).

Поскольку в жизненно важные попадают и макро-, и микро-, и ультрамикроэлементы, это наглядно свидетельствует о том, что их концентрация в организме совершенно не определяет их биологического значения. Жизненно необходимые — это те микроэлементы, при отсутствии или недостатке которых нарушается нормальная жизнедеятельность организма.



## 1 Из чего состоит наш организм

Конечно, есть и токсичные микроэлементы. Их мы оставим пока в стороне, поскольку это тема для отдельной статьи. Впрочем, сложность проблемы в том, что жизненно необходимые микроэлементы при определенных условиях могут вызвать и токсические реакции, а токсичные при малых концентрациях становятся полезными. Например, серьезными кандидатами на эссенциальность сегодня считают кадмий и свинец. Эксперименты на лабораторных животных показали, что эти элементы необходимы для нормальной жизнедеятельности. У животных, рацион которых практически не содержал кадмия и свинца, развились болезни крови, бесплодие, снизился иммунитет и начались прочие отклонения. Поистине прав был Парацельс, когда



*Классификация элементов в человеческом организме*

утверждал, что нет токсичных веществ, а есть токсичные дозы.

Отдельно хочется упомянуть о тех элементах, роль которых мало изучена. Некоторые ученые считают, что они случайно накапливаются в организме, поступая с пищей, и не приносят никакой пользы. Но никогда не знаешь, какие открытия принесет нам наука. Ведь буквально в последние десятилетия мы узнали об участии в метаболических процессах фтора, хрома, кремния и мышьяка. А о необходимости селена для живого организма стало известно всего 20–30 лет назад.

**Почему нам их так не хватает**

Все химические элементы мы съедаем с пищей, выпиваем с водой или вдыхаем с воздухом. Выше мы упомянули о 22 макро- и микроэлементах, которые обязательно должны присутствовать в организме человека. Стало быть, каждый день мы должны восполнять запасы этих важнейших веществ, поскольку у здоровых взрослых людей баланс нулевой — сколько организм поглощает, столько и выводит. Как пополнять? Это целая наука, которой пока довольно безуспешно в глобальном масштабе занимаются физиологи, гигиенисты, диетологи и специалисты по питанию. Дело в том, что химические элементы распределены в окружающей среде неравномерно. Поэтому они неравномерно накапливаются в живых существах — смотря по тому, где эти существа обитают.

Например, в «дарах моря» очень много кальция, железа, циркония, кремния, лития, иода и еще кое-каких элементов. Всего одна устрица содержит нашу суточную норму цинка. Наземная растительная пища в целом гораздо менее богата макро- и микроэлементами, зато марганца в ней в десять раз больше, чем в животной пище. Наземная фауна обеспечивает нас фосфором, азотом

и водородом, но почти не дает хрома, ванадия и марганца.

Все эти тонкости надо знать. А до тонкостей ли нам, если мы живем, где живем, и питаемся, как привыкли. Поэтому диетологи и не могут решить проблему в глобальном масштабе (хотя в конкретных случаях результаты бывают прекрасные). Кстати, если сделать элементный анализ жителей каждого отдельного региона, обнаружится четкая закономерность по избытку или нехватке каких-то элементов. Этим занимается целая наука — биогеохимическая экология, и это также тема для отдельной статьи.

Поверхность земли по составу неоднородна — в ней есть области с пониженным или повышенным содержанием тех или иных элементов (это естественные вариации, да еще человек добавляет разнообразия производственными и бытовыми отходами). Все это отражается на растениях, животных и людях, живущих в этих областях. В зависимости от степени изменений в составе микроэлементов организмы могут приспособиться, а могут и не справиться. Тогда возникают присущие именно данному региону заболевания, или эндемии (существование на данной территории в течение длительного времени болезней, вызванных природными или социальными условиями). Отчасти все эти явления можно сгладить разнообразной пищей, включающей привозные продукты из других регионов. Правда, привычка часто оказывается сильнее — охотнее покупают местные продукты. Но для этого опять-таки нужна плановая работа врачей.

Дело не только в наших пищевых пристрастиях и национальных привычках. Мы давно перешли от натуральной пищи к индустриальной, и соответственно изменился ее состав. Многие витамины и микроэлементы исчезают после кулинарной обработки, которую мы применяем почти ко

всему. В наш рацион прочно вошли рафинированные (очищенные) продукты, сахар, консервы, замороженные мясо, рыба и овощи. Кстати, по сравнению со свежим горошком в консервированном остается только половина меди, еще меньше цинка, магния и марганца. При получении белой муки мелкого помола из цельной пшеницы исчезает 68% цинка, 83% марганца, 55% меди и 8% железа. А тем, кто любит сахар, надо подналесть на медь, цинк и хром (хром, например, ответственен за регуляцию обмена углеводов).

Также меняется культура земледелия (растения обрабатывают гербицидами, в почву добавляют удобрения), из-за чего меняется состав почвы. В частности, в ней уменьшается содержание макро- и микроэлементов, а значит, меньше их и в растениях и мясе животных, которые мы едим. С начала XX века содержание железа в американских яблоках сократилось почти на 90%, кальция — на 48%, магния — на 83%. В капусте кальция стало в пять раз меньше, магния — в четыре, а железа — в два раза.

Производственные выбросы тоже сильно нарушают кругооборот элементов в природе и меняют химический состав всех обитателей суши. Это не может не отразиться на составе человеческого организма: ведь мы с вами — часть пути, который проходят минеральные элементы в своем круговороте.

В результате образовался четкий разрыв между количеством калорий, которые мы съедаем, и содержанием в пище витаминов, макро- и микроэлементов. Теперь, чтобы обеспечить необходимый набор минеральных веществ, приходится искусственно обогащать рацион витаминами, минералами и микроэлементами. По данным американских ученых-диетологов, рацион современного американца обеспечивает всего лишь 50–60% от суточной потребности в магнии, дает 50% необходимой меди, селена, кальция, не хватает также цинка и хрома. Большинство пожи-

**Гипоэлементоз – это недостаток микроэлемента в организме. Он может стать причиной не только временных нарушений, но и серьезных заболеваний.**

лых людей в развитых странах (особенно женщины) страдают от нехватки меди, марганца и калия, а подросткам чаще недостает железа и цинка. По нашим данным, в России у большинства детей (рис. 3), подростков и пожилых людей не хватает магния, цинка и железа.

**О важности баланса**

Может, это немного надуманно — насчет суперважности 10<sup>-5</sup>% какого-то элемента, о котором не каждый и зна-

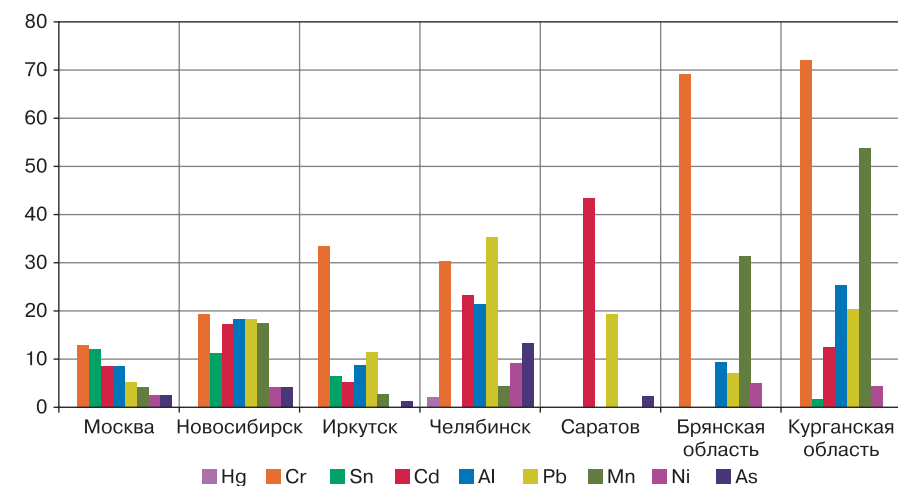
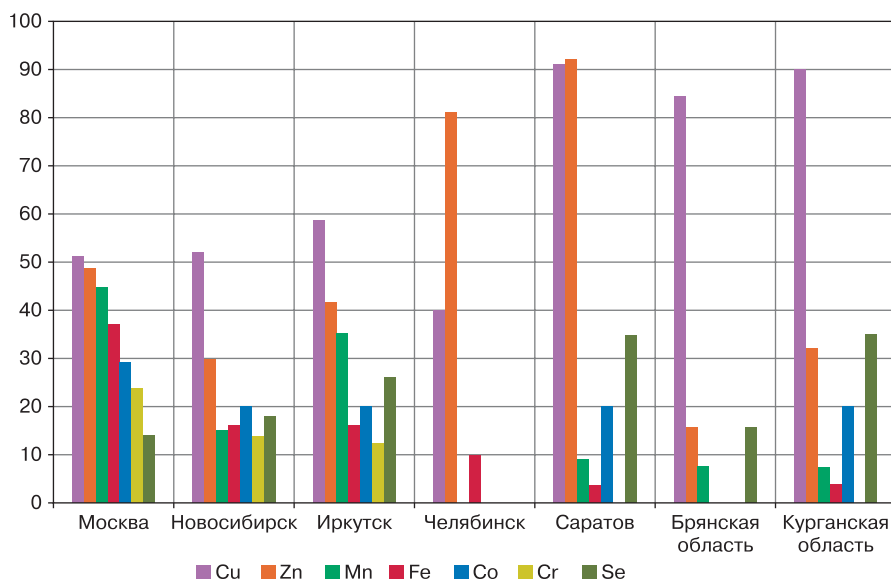
ет? По оценкам ученых, содержание в теле человека жизненно важных элементов: ванадия, хрома, марганца, кобальта, никеля, меди, селена, молибдена, олова, йода — составляет от 3 до 100 мг на 70 кг веса. При переводе в моли получится, что в теле весом 70 кг по меньшей мере 10<sup>19</sup> ионов каждого из этих элементов. Если в человеке, как пишут в учебниках, 10<sup>14</sup> клеток и элементы расположены в них равномерно (хотя это, очевидно, не так), то на каждую клетку придется от 10<sup>5</sup> до 10<sup>6</sup> ионов этих элементов. Получает-

ся, что в каждой клетке человеческого организма сотни тысяч, а то и миллионы атомов микроэлементов! Вот и не верь после этого в гомеопатию.

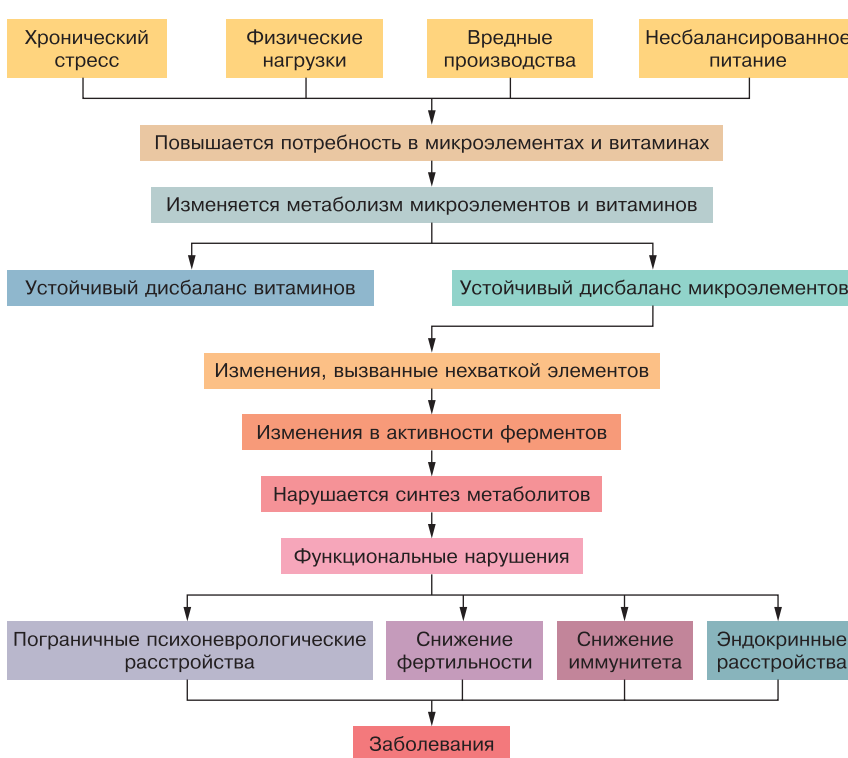
Вернемся к упомянутым 22 элементам, обязательно присутствующим в организме. Заметим, что большинство из них — металлы и большая половина — d-элементы. Они образуют координационные соединения со сложными органическими молекулами (белками, аминокислотами и пр.). Известно, что многие биологические катализаторы — ферменты содержат ионы переходных металлов d-элементов. Например, марганец входит в состав 12 различных ферментов, железо и медь — в 30, а цинк — более чем в 200 ферментов. Около 70% железа в организме человека включено в гемоглобин, а остальная часть находится в связанном виде в печени, костном мозге, селезенке. Чтобы рассказать про каждый элемент, не хватит и толстого учебника.

Микроэлементы в составе ферментов ускоряют или замедляют разные биохимические процессы — выступают, как уже сказано, в роли катализаторов или ингибиторов. Это приводит к тому, что повышается или понижается концентрация отдельных белков, жиров, углеводов и других необходимых для жизни веществ. А благодаря этому замедляется или ускоряется восстановление поврежденных тканей, рост и развитие клеток, возрастает или снижается насыщение организма кислородом, углекислым газом и пр.

Люди давно обратили внимание на то, что многие болезни связаны с недостатком какого-то элемента в организме. Минералы и металлы в лечебных целях применяли в Древнем Китае, Индии и Месопотамии. Большую популярность приобрели соли в качестве лекарств после Парацельса (начиная с XV века). В Британской фармакопее середины XIX века представлены тысячи лекарственных средств, содержащих микроэлементы, в том числе сотни препаратов с мышьяком, свинцом, ртутью. За последние сто лет информация о



3  
Гипоэлементозы у детей в разных городах России (показатель на 100 обследованных)



буется не только железо для гемоглобина, кальций для костей и йод для щитовидной железы, а почти вся таблица Менделеева. Их много, этих микроэлементов, и они должны находиться в нужном балансе, чтобы ни один не мешал другому. Только тогда все в организме будет правильно работать.

Пить комплексы витаминов с микроэлементами, конечно, полезно, чтобы поддержать среднестатистический здоровый организм, но это не поможет, если требуется адресная помощь в нужном месте (а ведь можно и сломать свой баланс приемом витаминов и микроэлементов). Если подходить к вопросу грамотно, то желательно сделать анализ химических элементов. Их определяют в биологических жидкостях (крови, моче, слюне), а также в волосах, ногтях и зубах — в зависимости от того, какую проблему надо решить. Чтобы увидеть общую картину, лучше сделать многоэлементный анализ волос. Кстати, можно определить и обеспеченность организма аминокислотами и витаминами — партнерами макро- и микроэлементов в биологическом ансамбле.

Ну и конечно, питание. Наверное, не стоит всерьез думать о том, чтобы полностью вернуться к продуктам, выращенным в натуральной среде. Большинству людей это недоступно. Но и полностью переходить на добавление только синтетических витаминов тоже неправильно. Надо использовать обе эти возможности.

Сейчас все больше людей в Америке, Европе и Японии переходят на простую, натуральную пищу в умеренных количествах, избегая чревоугодничества. Проросшие зерна, соевые продукты, хлеб с отрубями, зелень, морская капуста, парное или охлажденное мясо — и все это запить минеральной водой. И всячески разнообразить свое меню, в том числе привозными продуктами. Если говорить о балансе микроэлементов, то рекомендации есть то, что ели ваши предки (и что растет в вашем регионе), не всегда верные.

4  
Схема развития элементозов

роли определенных микроэлементов в формировании болезней растет лавинообразно, и уже накоплена довольно большая статистика.

Когда нарушается баланс микроэлементов в организме и тканях, выработка различных соединений (гормонов, белков) изменяется не в арифметической, а в геометрической прогрессии. Например, если молекула алкогольдегидрогеназы теряет всего один атом цинка, то активность этого фермента, нейтрализующего алкоголь, снижается в десятки раз. Нехватка железа нарушает нормальный синтез гемоглобина, недостаток меди — витамина В<sub>12</sub>, дефицит селена — антиоксидантную активность глутатионпероксидазы, а дефицит хрома — толерантность к глюкозе. Таким образом, микроэлементы действуют на организм опосредованно, изменяя активность ферментов, гормонов, белков, витаминов. И действие их очень сильное (см. схему).

С этой точки зрения мировую статистику — рост всевозможных заболеваний и снижение рождаемости — можно рассмотреть совсем под другим углом. Например, мы определили, что в рационах москвичек не хватает йода, селена, цинка, кальция. Пища, которую едят наши дети, обеспечивает только 53% потребности в кальции, 56% — в цинке, 48% — в селене и 43% — в йоде. Отсюда постоянные простуды (снижение иммунитета), избыток веса (нару-

шение толерантности к глюкозе), болезни эндокринной системы, бесплодие. Конечно, нельзя сказать, что это происходит только из-за недостатка макро- и микроэлементов в организме, но это безусловно один из важных факторов.

Все еще более сложно, чем может показаться на первый взгляд. Потому что минеральные вещества в организме могут взаимодействовать между собой и с другими веществами. Есть элементы-антагонисты, которые вытесняют друг друга, и соответственно меняется какая-то биохимическая функция. Например, натрий вытесняет калий, хром — цинк, магний замещает кальций... А еще есть лекарства, регулярный прием которых нарушает нормальное усвоение или обмен определенных микроэлементов, что приводит к их нехватке и вызывает, казалось бы, неожиданную болезнь.

### Что делать

Нужно понять, что макро- и микроэлементы — это тонкая настройка нашего организма. Иногда что-то сломалось, по всем врачам пробежали, вроде бы все сделали, а причина не устранена, и болезнь возвращается снова и снова. Значит, что-то испортилось именно в тонкой настройке, о которой сразу и не подумаешь.

Мы должны помнить, что для правильной и слаженной работы нам тре-

