



**Н.Ю. Птущенко,  
асс. Т.М. Пасиешвили**

Харьковский национальный  
медицинский университет,  
Кафедра общей практики — семейной  
медицины и внутренних болезней

## Минеральный «портрет» человека в норме и при патологии. Макроэлементы или Две стороны одной медали — насколько жизненно необходимое становится опасным

Создание теории макроэлементарной недостаточности относят к достижениям науки XX столетия. В настоящее время есть достаточно оснований утверждать, что поступление, метаболизм, специфическое накопление, выделение и влияние минеральных веществ, включающих в себя обширный комплекс из макро- и микроэлементов, регулируются специфической биологической системой нутритивного гомеостаза. Специфическая роль макроэлементов нашла свое отражение и в монографиях А.П. Авцына, который первым из научных деятелей постсоветского пространства развеял все мифы и легенды относительно пользы и вреда макроэлементов для *homo sapiens* и всего живого в целом [1, 17].

В последующие годы XX—XXI века еще не один ученый заинтересуется вопросами «минерального дисбаланса» в попытках скрепить воедино полученные знания прошлых лет и достижения инновационных технологий. На данный момент однозначно лишь одно: макроэлементы являются важнейшими катализаторами биохимических процессов, обмена веществ, играют значительную роль в адаптации организма в норме и патологии, выступая неотъемлемой частью полноценной жизни здорового организма.

Если говорить об определении макроэлементов — это те химические вещества, содержащиеся в организме человека в относительно больших количествах. Нормальная физиологическая концентрация их составляет от 0,001% до 70% (табл. 1). Как и в

случае с микроэлементами существует «две крайности» — минеральная интоксикация и минеральный дефицит [8, 9, 15]. И грань между этими состояниями относительно макроэлементов зачастую достаточно тонка. В учении о макроэлементарном статусе, как и в самом определении данного понятия, особенно отчетливо прослеживается справедливость слов Парацельса о том, что «нет токсических веществ, а есть токсичные дозы» [6, 20]. Исходя из выше изложенного, вполне закономерно можно сделать однозначный вывод — макроэлементы необходимы, а размер данной потребности определяется дефицитом.

Таблица 1

**Суточная потребность и физиологическая норма содержания в крови некоторых макроэлементов**

Макроэлемент	Суточная потребность (для взрослого человека), мг/сут	Концентрация в крови взрослого человека, ммоль/л
K	1600-2000	3,5-5,5
Na	4000-6000	136-145
Ca	1000-1200	2,15-2,5
Cl	4000-6000	98-107
S	500-4000	0,16% массы тела
P	1000-2000	0,65-1
Mg	200-400	0,87-1,45

В теле взрослого человека содержится около 4 граммов железа, 200 г натрия, 170 г калия, 600 г фосфора и 1 кг кальция. Несмотря на такие разные циф-

ры вывод очевиден: вещества, объединенные под общим названием «макроэлементы», жизненно необходимы [11].

Сторонники эволюционного учения утверждают, что необходимость в макроэлементах определяется условиями, в которых зародилась жизнь на Земле [26, 28]. Когда суша состояла исключительно из твердых пород, атмосфера была насыщена углекислотой, азотом, метаном и водяными парами, а вместо дождей на землю выпадали растворы кислот. Именно макроэлементы были той самой матрицей, на основе которой могли зародиться первые органические вещества и примитивные формы жизни. Поэтому даже миллиарды лет спустя, все живое на нашей планете продолжает испытывать необходимость обновления внутренних ресурсов минеральных веществ, образующих физическую структуру биологических объектов. Можно с уверенностью утверждать, что макроэлементы — это основа полноценной жизни и крепкого здоровья человека.

Примерно на 96% человек состоит из всего четырех химических названий, представляющих класс макроэлементов: кислород (65%), углерод (18%), водород (10%), азот (3%). Эта группа объединена под общим названием «органогены», учитывая значимость и их количественный состав. Содержание макроэлементов достаточно постоянно. Клинически наиболее выражен дисбаланс таких элементов как кислород, натрий, калий, кальций. Макроэлементы сконцентрированы преимущественно в костной, мышечной, соединительной ткани и кровеносном русле. Этой группе веществ природа отвела довольно широкие полномочия [1, 21]. Они являются строительным материалом физиологических систем и обеспечивают свойства всего организма в целом. Макроэлементы отвечают за стабильность коллоидных систем организма, нормальное кислотно-щелочное равновесие и передачу нервных импульсов, поддерживают осмотическое давление и электролитный баланс.

Основными макроэлементами в организме человека выступают кислород (O), азот (N), углерод (C), водород (H), калий (K), кальций (Ca), натрий (Na), магний (Mg), сера (S), хлор (Cl).

**КАЛИЙ (K).** Основной внутриклеточный элемент. У взрослого человека общее содержание калия в организме составляет около 170-180 г, при этом концентрация его во внеклеточной жидкости соответствует 7 ммоль/л, во внутриклеточной — 110—150 ммоль/л. Относительно постоянной величиной является уровень в плазме — от 3,8 до 5,4 ммоль/л. Именно этот показатель объективизирует «калиевый» баланс организма. Многие исследователи отождествляют наличие калия в организме как синоним нормального ритма сердца и внутриклеточного катионного обмена.

Минимальная суточная потребность в калии — 2—4 г.

Вместе с натрием участвует в поддержании обмена веществ, стимулирует почки к выведению метаболитических ядов, нормализует сердечный ритм и предупреждает токсическое влияние на сердце сердечных гликозидов (дигоксин, коргликон, строфантин

K). Помимо регулирования водного баланса калий способствует нормализации давления крови, улучшению снабжения мозга кислородом, выведению шлаков [3]. Калий играет ведущую роль в возникновении и проведении нервного импульса. Он также необходим для синтеза белков (на 1 г белка — 20 мг ионов калия), АТФ, гликогена, образования медиатора — ацетилхолина, увеличения секреции альдостерона. Кроме того, участвует в регуляции кислотно-щелочного равновесия, способствует здоровью кожи. Функциональная активность калия снижается при потреблении алкоголя, кофе, сахара и мочегонных средств.

Патология обмена калия связана с положительным и отрицательным калиевым балансом. При отрицательном калиевом балансе наблюдается гипокалиемия.

**Гипокалиемию** клинически можно выявить лишь при истощении клеточного запаса калия, так как снижение уровня калия в плазме влечет за собой его выход из клеток. Состояние проявляется нарушением проводимости по нервно-мышечному волокну, что приводит к атонии кишечника (ложный перитонит), понижению сосудистого тонуса, изменению ЭКГ (удлинение интервала Q-T, снижение вольтажа зубца T), изменениям со стороны центральной нервной системы [5]. Вследствие дефицита наблюдаются нарушения в нервной (депрессивно-маниакальный синдром), нервно-мышечной (дискордация движений, мышечная гипотония, гипорефлексия, разрушения мышц) и сердечно-сосудистой (артериальная гипотония, брадикардия) системах.

**Гиперкалиемию** (повышение концентрации калия в крови выше 5 ммоль/л) развивается при избыточном поступлении калия с пищей, ограниченном выведении его почками, вследствие усиленного тканевого распада, приводящего к освобождению калия из клеток, после быстрого переливания значительного объема крови (выход калия из эритроцитов может осуществляться путем диффузии, т.е. без их разрушения), при инсулярной недостаточности и гипофункции надпочечников, дисфункции симпатно-адреналовой системы. Люди с избытком калия обычно легко возбудимы, впечатлительны, гиперактивны, страдают от повышенной потливости, учащенных мочеиспусканий. Гиперкалиемию приводит к тяжелым отравлениям, сопровождающимся параличом скелетных мышц, брадикардией, мышечными парезами, возможна остановка сердца в диастоле. Так же наблюдаются параличи, парестезии, боли в икрах ног, диспепсические расстройства, нарушения функции почек.

Такое состояние купируется введением изотонических растворов вместе с глюкозой и инсулином, что облегчает переход калия из внеклеточной жидкости в клетки.

**НАТРИЙ (Na).** Вместе с калием участвует в поддержании кислотно-щелочного равновесия посредством буферных систем. Один из главных регуляторов обмена веществ в почках и осмотического давления плазмы крови. Натрий необходим для

поддержания мембранного потенциала всех клеток и генерации возбуждения в нервных и мышечных клетках. В организме содержится в биологических жидкостях, в клетках, а также в хрящах и костях [12].

Суточная потребность — около 4—6 г. Усвоение увеличивается при параллельном приеме витаминов Д и К, и замедляется за счет хлора и калия.

Всего в организме человека находится около 250 г натрия.

Этот элемент, наряду с калием, является одним из самым востребованных, т.к. обеспечивает баланс жидкости организма и находится в виде хлоридов, фосфатов, бикарбонатов в плазме крови, лимфе, пищеварительных соках. Во внеклеточной жидкости его концентрация составляет 140 ммоль/л, во внутриклеточной среде — 20 ммоль/л. Около 1/3 всего натрия приходится на долю скелета.

Нарушение обмена натрия тесно связано с изменением баланса жидкостей организма. Именно он позволяет сохранять кальций и другие минеральные вещества в растворимом виде, помогает функционировать нервам и мышцам, участвует в предупреждении теплового и солнечного удара. Увеличение или уменьшение приема натрия тут же отражается на патологии солевого обмена в виде положительного или отрицательного баланса.

Чаще всего дефициту подвержены приверженцы вегетарианского рациона. При недостаточном поступлении возникает *гипонатриемия*, при которой концентрация элемента в крови ниже 135 ммоль/л. Это же явление может возникать и при активном выведении его из организма. Потребность повышается вследствие интенсивной потери при потоотделении, тяжелой рвоте, поносе, кровопотере, обильном потреблении воды. Прием воды в таких случаях ведет к еще большему снижению концентрации. Потеря натрия может быть связана с уменьшением реабсорбции почечными канальцами (гипосекретия альдостерона, снижение активности ферментов в канальцах, сукцинатдегидрогеназы, а-кетоглутаратдегидрогеназы — «обессоливающий нефрит»). Как известно, за сутки через почки фильтруется до килограмма хлористого натрия, т.е. около 500 г натрия [18]. 80% от этого количества реабсорбируется в проксимальных канальцах почек, 18—19% реабсорбируется в собирательных трубках дистальных канальцев и лишь 1% прошедшего через клубочки выделяется с мочой. Выведение через почки усиливается при поступлении в организм большого количества солей калия.

Гипонатриемия может возникнуть при разведении внеклеточной жидкости введением гипоосмотических растворов (парентеральное введение изотонических растворов и избыточная секреция антидиуретического гормона не приводят к снижению абсолютного количества натрия). Гипонатриемия от разведения может возникнуть при гипоксии в условиях сахарного диабета.

При сердечной недостаточности в обмен на катионы натрия из клеток во внеклеточное пространство поступает калий, создается угроза возникновения

гиперкалиемического ацидоза, что влечет за собой нарушение деятельности сердца, ослабление пульса, падение артериального давления вплоть до коллапса [22]. Происходят изменения сократимости в скелетной и гладкой мускулатуре развивается мышечная адинамия, потеря аппетита, снижается всасывание из кишечника глюкозы.

Дефицит натрия в крови через хеморецепторы, находящиеся в гипоталамусе и почках, стимулирует биосинтез и секрецию альдостерона, что компенсаторно начинает задерживать натрий в организме.

При гипонатриемии отмечают: слабость, апатия, головные боли, расстройства сознания, тошнота, рвота, гипотония, мышечные подергивания.

*Гипернатриемия* — явление редкое, и сопровождается оно возбуждением, гипертермией, жаждой, судорогами, нарушениями сознания.

При приготовлении блюд рекомендуют применять морскую очищенную соль, потому как она в меньшей степени приводит к задержке воды в организме.

**КАЛЬЦИЙ (Ca).** Это первый по содержанию (1-1,5 кг) в организме элемент, составляющий вместе с фосфором основу костной ткани (98%), где откладывается в белковой матрице кости. Кальций повышает защитные функции организма, способствует выведению тяжелых металлов, обладает антиоксидантным, антигистаминным действием. Вместе с фосфором делает здоровыми кости и зубы, а с магнием — нормальное функционирование сердечно-сосудистой системы, сердечный ритм, способствует метаболизму железа в организме, участвует в передаче нервных импульсов [23]. Для нормального функционирования микроэлемента нужен витамин D, без которого развивается рахит и остеопороз.

Потребность организма взрослого человека оценивается в 0,8—1,2 г в день. В кровеносном русле кальция содержится в двух формах — ионизированной (активной) — 50% и неионизированной, связанной с белком — 50%. При ацидозе ионизация увеличивается (сахарный диабет, онкологические заболевания), при алкалозах — понижается (гипервентиляция легких), т.е. кальций находится в неактивной форме.

Патология фосфорно-кальциевого обмена проявляется в виде нарушения всасывания кальция и фосфора в желудочно-кишечном тракте, нарушении метаболизма костей и зубов, избыточном отложении кальция и фосфора в мягких тканях, изменении уровня кальция и фосфора в крови. Он является необходимым компонентом клеточных структур, принимает участие в процессах нервного возбуждения, мышечного сокращения, секреции гормонов, процессах свертывания крови.

Основными регуляторами, поддерживающими постоянный уровень кальция и фосфора в крови, является кальцитонин и паратгормон: кальцитонин — гормон С-клеток щитовидной железы, обладающий гипокальциемическим действием; паратгормон — гормон паращитовидных желез, характеризующийся гиперкальциемическим эффектом.

*Гипокальциемия* приводит к изменению нервно-мышечной возбудимости, появлению судорог. Это

объясняется тем, что ионы кальция являются антагонистами ионов калия. При гипокальциемии возникает гиперкалиемия.

Недостаток кальция особенно болезненно сказывается на организме женщин в виде постменструального синдрома. Увеличение приема в 85% случаев приводит к устранению эмоциональных и физических симптомов этого нарушения [5, 8, 13].

Дефицит кальция является причиной порядка 150 заболеваний, в т.ч. парез лицевого нерва, остеопороз, артрит, мочекаменная болезнь. Следует отметить, что дебют и прогрессирование мочекаменной болезни также может быть связан с дефицитом кальция и развитием остеопороза. Пересмотр диетических рекомендаций в сторону увеличения потребления солей способствует выведению камней. При недостатке кальция тормозится секреция инсулина из  $\beta$ -клеток поджелудочной железы, обостряется инсулинзависимая форма диабета.

**Гиперкальциемия** — повышение содержания кальция в сыворотке крови отмечено у людей с гиперфункцией щитовидной железы, нефрокальцинозом, у больных с хроническим алкогольным гепатитом, черепно-мозговыми травмами. У детей — при церебральных параличах, аутизме.

Гиперкальциемия обычно рассматривается как критерий усиленной циркуляции макроэлемента, что говорит о его гипермобильности и возрастающем риске дефицита.

При ацидозе компенсаторно усиливается выведение кальция и других электролитов из костной ткани в обмен на катионы водорода [8,19]. Потому при онкологических заболеваниях, некоторых стадиях сахарного диабета, почечной недостаточности имеет место гиперкальциемия при одновременно развивающемся остеопорозе костной ткани.

Длительная гиперкальциемия может привести к снижению нервно-мышечной возбудимости, появлению парезов, параличей, приводит к образованию труднорастворимого кальция, который задерживается в почечной паренхиме [2].

Существует ряд факторов, снижающих усвоение кальция. К ним можно отнести: стрессы, потребление кофе, алкоголя, курение, беременность и период лактации, противоэпилептические препараты, мало-подвижный образ жизни.

**ХЛОР (Cl)** является составной частью человеческого организма, где он находится в основном в ионизированном состоянии. Хлор присутствует в нашем организме во всех органах, в костной ткани, в крови, во внеклеточной жидкости. Но основная часть содержится в эпителии. Общее количество в организме составляет примерно 75—100 г. Основное место концентрации — кожа, в ней содержится 30—60% элемента. Также он входит в состав крови, межклеточной жидкости и костной ткани. Более 90% выводится с мочой и потом.

Суточная потребность в хлоре — 2—6 г.

Эффекты хлора в организме:

1) содержится в соляной кислоте — главной составляющей желудочного сока;

2) совместно с натрием поддерживает водно-электролитный баланс организма, способствует накоплению воды в тканях;

3) принимает участие в формировании плазмы крови;

4) дезинтоксикация организма, улучшает деятельность печени;

5) способствует нормальному пищеварению;

6) принимает участие в процессе расщепления жиров;

7) контролирует состояние эритроцитов;

8) способствует своевременному выведению из организма углекислого газа;

9) является фактором гипермобильности суставов.

**Гипохлоремия** наблюдается при дефицитных состояниях, связанных, в первую очередь, с нарушениями процессов пищеварения за счет снижения содержания и активности соляной кислоты — снижение кислотности желудочного сока, гипоацидный гастрит [14,17]. Также недостаток хлора может проявиться вялостью, потерей аппетита, сонливостью, нарушением кратковременной и долгосрочной памяти, слабостью мышц, сухостью во рту и потерей вкусовых ощущений. Недостаток часто наблюдается у младенцев, когда они питаются едой без соли.

Клинически намного чаще и более выражен избыток хлора в организме — **гиперхлоремия**. Это состояние проявляется задержкой воды в тканях и органах и, как следствие, высоким артериальным давлением, головными болями, торакалгиями, диспепсией, сухим кашлем, слезотечением, резью в глазах. В более тяжелых случаях возможно возникновение токсического отека легких и бронхопневмонии с лихорадками.

Причины возникновения гиперхлоремии:

вдыхание концентрированных паров с содержанием хлора на вредных производствах (текстильное, фармацевтическое, химическое);

прием некоторых лечебных препаратов;

гиперфункция коры надпочечников, повреждение гипоталамуса.

дезинфекция питьевой воды с помощью хлора, в результате чего образуются соединения, приводящие к респираторно-вирусным заболеваниям, гастритам, пневмонии, и по некоторым данным, даже к онкозаболеваниям. Предполагают также, что есть большая опасность отравления хлором при вдыхании концентрированных токсичных веществ во время длительного приема горячего душа [24].

**ФОСФОР (P)**. Суточная потребность: 1,5—3 г. Основная часть макроэлемента сосредоточена в костях, зубных тканях и в коже. Фосфор обеспечивает поддержание рН-баланса и ему отводится ведущая роль в деятельности центральной нервной системы. Эффективность действия в организме во многом зависит от его сбалансированности с кальцием и витамином D.

Оптимальным считается соотношение кальция и фосфора 2:1. В процессах всасывания из кишечника и окостенения обмен этих макроэлементов идет параллельно, в сыворотке крови и ренальной экскреции они антагонистичны. Фосфатные группы, при-

соединяясь к АДФ, образуют АТФ, которая является универсальным источником энергии и обеспечивает физиологическую деятельность клеток организма [25]. Обмен фосфора регулируется парацитовидными железами. Активность фосфора снижается под действием железа, алюминия и магния.

При недостатке фосфора это сразу же отражается на его уровне в крови (*гипофосфатемия*), которая ведет к торможению образования макроэргических соединений (аденозинтрифосфат, креатинфосфат), нарушению образования РНК и ДНК, задержке минерализации костей, развитию рахита, остеомаляции, остеопороза [7].

При гипофункции парацитовидных желез и поражениях клубочков почек наблюдается увеличение уровня фосфора в крови. Увеличение содержания фосфора в пищевом рационе (введение в рацион главным образом продуктов из рыбы, зернистой икры) при одновременном снижении содержания кальция (употребление с пищей больших количеств хлебных изделий, содержащих фитиновую кислоту, которая образует с кальцием нерастворимые соединения, выводит кальций из организма) приводит к отложению кальция в почках, сосудах кишечника, коронарных сосудах. Данная патология может развиваться не только у взрослых, но и у детей.

**Симптомы дефицита фосфора:** заторможенность, нарушение системы крови (гемолитическая анемия, тромбоцитопения и другие), мышечные нарушения вплоть до параличей, нарушения костной ткани и сердечной деятельности [9,29].

Если концентрация вещества в крови человека более 1,8 ммоль/л, то это свидетельствует об избытке фосфора (*гиперфосфатемии*). Излишнее поступление в организм вероятно при длительном преобладании в питании мясных, рыбных и зерновых продуктов. Избыточное количество вещества негативно отражается на нервной системе. Вначале наблюдается возбужденное состояние, а когда произойдут органические изменения, возможны параличи.

Избыточное содержание характеризуется прогрессирующим уменьшением плотности костной ткани (остеопороз), что приводит к болям и переломам даже при незначительных травмах;

тяжелым атеросклерозом (уплотнение артерий), который способствует развитию инсультов, инфарктов и нарушениям кровообращения;

гипотонией;

омертвением тканей;

сильным жжением в ладонях.

Избыток фосфора нарушает всасывание кальция из кишечника, тормозит образование активной формы витамина D, связывает часть кальция в крови, что ведет к его выведению из костей и отложению солей кальция в почках и кровеносных сосудах [16].

**МАГНИЙ (Mg).** Многие исследователи называют его антистрессовым материалом, обладающим антиоксидантной активностью. Он входит в состав большинства ферментов, участвует в синтезе ДНК и РНК, улучшает обмен веществ в сосудистой стенке, помогает усвоению кальция, фосфора, калия, вита-

минов группы В, С, Е, функционированию нервов и мышц, превращению сахара крови в энергию [4,11].

Суточная потребность: 0,3г. В сыворотке крови содержится 1,8—2,5 ммоль/л магния, в эритроцитах — около 3,5 ммоль/л, а в клетках тканей — 16 ммоль/л. Большая часть находится в скелете. В организме циркулирует около 20 г элемента. Магний принимает участие в деятельности ферментов, катализирующих распад углеводов, — фосфатазах, фосфорилазах.

Потребность магния для взрослого человека — 300—400 мг в сутки.

Магний не дает солям кальция выпадать в осадок (предупреждение мочекаменной болезни, камней в желчном пузыре); принимает активное участие в иммунных процессах, обладает противоаллергическим, противовоспалительным, противострессовым, противотоксичным действием [32].

Применение магния очень эффективно при лечении многих заболеваний: нервных расстройств, инфаркта миокарда, лейкемии, мышечной слабости, склерозе. Магний незаменим при борьбе с раком. Снижается усвоение магния при потреблении алкоголя и мочегонных средств.

Недостаток в организме может быть обусловлен выраженной диареей, парентеральным введением жидкостей, не содержащих катионы магния. Когда концентрация в сыворотке снижается до 1 ммоль/л, возникает клиника алкогольного делирия. Всасывание в кишечнике задерживается при избыточном поступлении в желудочно-кишечный тракт жирных кислот, солей фитиновой кислоты, содержащейся в злачных растениях, фосфатов, при недостаточности витамина D.

**Клинические проявления дефицита Mg:** снижение концентрации Са и отложение Са в тканях, тремор, мышечная слабость, сердечные спазмы, нервозность, трофические язвы, камни в почках.

**Симптомы избытка:** вялость, сонливость, седативный эффект, может быть угнетение дыхательного центра [18,29].

**СЕРА (S)** — «противовоспалительный минерал». Она составляет в среднем 0,25% веса человеческого тела. Взрослый человек нуждается примерно в 1 г серы ежедневно. Обычный рацион питания, сбалансированный по потреблению белка, вполне покрывает эту потребность.

Это вещество носит название «минерал красоты» из-за того, что поддерживает блеск и гладкость волос, придает коже свежесть и молодость. Сера входит в состав коллагена кожи и ее придатков (волосы, ногти). Образование кератина, нормальная кератинизация клеток эпидермиса, сохранение эластичности кожного покрова — профилактика появления морщин, преждевременного увядания осуществляется только при достаточном поступлении серы и кислорода. Является эффективным средством для повышения иммунитета с выраженным противовирусным действием. Сера помогает поддерживать кислородный баланс, необходимый для высокой работоспособности мозга. Вместе с витаминами группы В участвует в основном метаболизме в организме,

а также является составной частью таких аминокислот, как метионин, цистин, цистеин, серин [30,31]. Помогает печени выделять желчь и бороться с бактериальными инфекциями.

Данные о токсичности серы, содержащейся в пищевых продуктах, в литературе отсутствуют. Однако существуют описания клиники острых и хронических отравлений соединениями серы, такими как сероводород, сероуглерод, сернистый газ. Так, при высоких концентрациях сероводорода во вдыхаемом воздухе, клиническая картина интоксикации развивается очень быстро, в течение нескольких минут возникают судороги, потеря сознания, остановка дыхания. В дальнейшем последствия перенесенного отравления могут проявляться стойкими головными болями, нарушениями психики, параличами, расстройствами функций системы дыхания и желудочно-кишечного тракта.

При хронических интоксикациях сероуглеродом или сернистым газом наблюдаются нарушения психики, органические и функциональные изменения нервной системы, слабость мышц, ухудшение зрения и разнообразные расстройства деятельности других систем организма.

В последние десятилетия одним из источников избыточного поступления серы в организм человека стали серосодержащие соединения (сульфиты), которые добавляются во многие пищевые продукты, алкогольные и безалкогольные напитки в качестве консервантов. Особенно много сульфитов в копченостях, картофеле, свежих овощах, пиве, сидре, готовых салатах, уксусе, красителях, вине [27]. Возможно, увеличивающееся потребление сульфитов является виновником роста заболеваемости бронхиальной астмой. Известно, что 10% больных бронхиальной астмой являются сенсibilизированными к сульфиту. Для снижения отрицательного действия сульфитов на организм рекомендуется увеличивать содержание в рационе сыров, яиц, жирного мяса, птицы.

#### Диагностика макроэлементозов. Профилактика и лечение минерального дисбаланса

В стремительно развивающемся мире биохимии и медицины, диагностические аспекты макроэлементарного состава организма человека за период их углубленного изучения, претерпели эволюционный «переворот». Для определения уровней содержания различных макро- и микроэлементов в организме человека приняты методы количественного анализа этих элементов в биосубстратах: цельной крови, моче, волосах, слюне, костной ткани. «Первопроходцем» в определении концентрации химических веществ была процедура количественного выделения элементов методом «мокрого озоления» (в растворе азотной или азотной и хлорной кислоты) в открытой посуде или под давлением. В настоящее время широко используются методы пламенной и атомно-абсорбционной спектrophотометрии (ААС), отличающиеся высокой чувствительностью и возможностью определения очень низких концентраций ма-

кроэлементов в биосубстратах [10]. Эти методы, как правило, используются при анализе цельной крови и мочи. В последнее время получили широкое распространение и считаются весьма эффективными методы определения элементов в органах и биосредах человека с помощью атомной спектrophотометрии с индуктивно-связанной плазмы (АЭС-ИСП) и масс-спектrophотометрии (ИСП-МС). Они позволяют в одной пробе одновременно определить 20 и более макро- и микроэлементов, что очень важно при оценке их взаимодействия и взаимовлияния [10, 12].

К вышеперечисленным методам присоединились нейтронно-активационный, лазерный спектrophотометрический и рентгенофлуоресцентный методы *in vivo* (при определении в живых костных тканях). Базисом аналитических методов стало исследование придатков кожи, в большей степени волос человека, для уточнения состояния обмена макроэлементов. Имеющиеся данные определенно показывают, что содержание макро- и микроэлементов в волосах отражает микроэлементный статус организма в целом и пробы волос являются интегральным показателем минерального обмена.

С окончанием диагностического этапа, перед глазами у пациента влывает закономерный вопрос: «А как же теперь бороться с дефицитом или недостатком того или иного элемента?». Полноценным ответом на него вполне может стать всем известная и избитая фраза, которая как нельзя лучше отражает суть микро- и макроэлементозов: «Мы — это то, что мы едим!». Сбалансированное и рациональное питание с достаточным содержанием всех необходимых и незаменимых элементов является залогом профилактики и успешного лечения дисбаланса минералов как в их микроэлементарном, так и макроэлементарном аспекте (табл. 2).

Таблица 2

#### Основные источники макроэлементов

Макроэлемент	Продукты — лидеры по его содержанию
Калий	Шпинат, огурец, картофель, морковь, лук-латук, петрушка, спаржа, хрен, одуванчик, чеснок, черная смородина, чечевица, горох, спаржа, капуста, грейпфруты, редис, помидоры, курага, изюм, чернослив, бобовые культуры, хлеб ржаной, крупа овсяная.
Натрий	Содержание натрия в продуктах довольно невелико. Входит в состав морской капусты, моркови, свеклы, морепродуктов, ветчины, почеч, цикория, одуванчика, сельдерея.
Кальций	Кожура всех фруктов и овощей, орехи, семечки, рыба, отруби, бобовые — горох, зеленый горошек, чечевица, соя, бобы, фасоль; шпинат, морковь, репа, листья молодых одуванчиков, сельдерея, яблоки, вишня, крыжовник, земляника, спаржа, капуста, картофель, смородина, яйца, огурцы, апельсины, ананасы, персики, редис, виноград, овощи зеленые — салат, лук, ботва моркови, репы, редиски, зеленые зерна пшеницы, хлеб ржаной, крупа овсяная, миндаль, лук, кисломолочные продукты — творог, сметана, кефир, простокваша, ацидофилин, абрикосы, свекла, ежевика.

Хлор	Макроелемент в больших количествах содержится в обычной поваренной соли, поэтому принимая её в умеренных количествах организм восполняет его недостаток. Из пищевых продуктов хлором богаты ржаной хлеб, капуста, зелень, бананы, поваренная соль, ананасы, огурцы, морковь, лук, томат, редис, сельдерей, салат, сырая белокочанная капуста, свекла, бобы и злаки.
Магний	Лучшими источниками магния для человека являются крупы и злаковые, лимоны, грейпфруты, орехи, яблоки, темно-зеленые овощи, клубника, малина, ежевика.
Фосфор	Содержится в рыбе, птице, сыре, грибах, мясе, горохе, фасоли, орехах, чесноке, петрушке, шпинате, моркови, капусте, некоторых ягодах, а также в ячневой, перловой, овсяной крупах.
Сера	Говядина, рыба, яйца, бобы, различные виды капусты, лук репчатый, горчица, хрен, крыжовник, виноград, яблоки, рожь, горох, ячмень, гречневая крупа, пшеница, соя, чеснок, спаржа, постное мясо, крапива, перец чили.

Макроэлементы содержатся во многих лекарственных препаратах, используемых для лечения различ-

ных заболеваний и состояний. Так, кальций входит в состав кальцемина, кальцемина-адванс, кальция-D3-никомеда, хлористого кальция, глюконата кальция и ряда других препаратов.

Магний содержится в составе антиагрегантов: кардиомагниле, магникоре, кормагнеле, аспимаге; выступает активным веществом в растворе сульфата магнезии, кормагнезина. Макроэлемент является компонентом обширной фармакологической группы препаратов с метаболическим и кардиопротективным действием (панангин, аспаркам, ритмокор, магнерот, мегамаг).

Препараты калия представлены целой линейкой кардиологических препаратов: панангин, аспаркам, кардиоаргинин, калия и магния аспарагинат и другие. Также в комплексе с неорганическим йодом (йодомарин, антиструмин, йод-нормил) он используется для лечения заболеваний щитовидной железы. В виде калия хлорида входит в состав растворов для инфузионной терапии: реосорбилакт, ксилат, неогемодез, перфторан, реамберин, сорбилакт, трисоль, ГИК.

**Список использованной литературы**

1. Авцин А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. Микроэлементозы человека. — М: Медицина, 1991. — 496 с.
2. Алиджанова И.Э., Нотова С.В., Кияева Е.В. Влияние стрессорных факторов различной природы на накопление химических элементов в теле лабораторных животных // Вестник ОГУ. — 2010. — №12. — С. 18—21.
3. Большаков А.М., Маймулов В.Г. Гигиеническое регламентирование — основа санитарно — эпидемиологического благополучия населения.— М: ГЭОТАР — Медиа, 2009.— 211 с.
4. Большаков А.М., Маймулов В.Г. Общая гигиена. — М: ГЭОТАР — Медиа, 2006.— 729 с.
5. Горбачев А.Л., Луговая Е.А., Бульбан А.П. Основы биоэлементологии. — Магадан: Изд — во СВГУ, 2007.— 73 с.
6. Закревский В.В. Безопасность пищевых продуктов и биологически активных добавок к пище.— М: Форум—Инфра-М, 2008.— 393 с.
7. Кикун П.Ф., Гельцер Б.И. Экологические проблемы здоровья. — Владивосток: ДальНаука, 2004.— 228 с.
8. Корчина Т.Я. Биотический обмен веществ и элементный портрет человека // Экология человека.— 2007. — №3. — С. 32—36.
9. Кудрин А.В. Микроэлементы в онкологии. Часть 1. Микроэлементы в опухолях // Микроэлементы в медицине.— 2001.— Том 2, №1.— С.11—16.
10. Кудрин А.В., Скальный А.В., Жаворонков А.А., Скальная М.Г., Громова О.А. Иммунофармакология микроэлементов.— М: КМК, 2000. — 576 с.
11. Пшендин П.И. Рациональное питание спортсменов. — СПб: Олимп-СПб, 2003.
12. Рудаков И.А., Егорова Г.А., Скальный А.В., Шиц И.В. Коэффициент статистической нестабильности — дополнительный критерий при оценке результатов многоэлементного анализа волос // Микроэлементы в медицине. — 2006. — №7 (4).— С. 1—6.
13. Скальный А.В., Мирошников С.А., Нотова С.В., Боллодурина И.П., Мирошников С.В., Алиджанова И.Э. Региональные особенности элементного гомеостаза как показатель эколого-физиологической адаптации // Экология человека.— 2014.— №9.— С. 14—17.
14. Borah S, Baruah AM, Das AK, Borah J. Determination of mineral content in commonly consumed leafy vegetables // Food Anal Methods.— 2009.— Vol. 2.— P. 226—230.
15. Burdge GC, Lillycrop KA. Nutrition, epigenetics, and developmental plasticity: implications for understanding human disease // Annu Rev Nutr.— 2010.— Vol. 30.— P. 315—339.
16. Cano NJM, Aparicio M, Brunori G, et al. ESPEN guidelines on parenteral nutrition: adult renal failure // Clinical Nutrition.— 2009.— Vol. 28.— № 4.— P. 401—414.
17. Coppens P, da Silva M, Pettman S. European regulations on nutraceuticals, dietary supplements and functional foods: a framework based on safety // Toxicology. — 2006. — Vol. 221. — P. 59—74.
18. Dudrick SJ. History of parenteral nutrition // Journal of the American College of Nutrition.— 2009.— Vol. 28. — № 3.— P. 243—251.
19. Flynn A, Moreiras O, Stehle P, Fletcher R, Muller D, Rolland V. Vitamins and minerals: a model for safe addition to foods // Eur J Nutr. — 2003. — Vol. 42. — P. 118—130.
20. Grandjean P, Bellinger D, Bergman A, Cordier S, Davey-Smith G, Eskenazi B, et al. The faroes statement: human health effects of developmental exposure to chemicals in our environment // Basic Clin Pharmacol Toxicol.— 2008.— Vol. 102.— P. 73—75.
21. Grabeklis A.R., Skalny A.V. Hair elemental content of teenagers: influence of physiological and ecological factors // Микроэлементы в медицине.— 2003.— №4 (3).— С. 25—31.
22. Jong N de, Ocke MC, Branderhorst HA, Friele R. Demographic and lifestyle characteristics of functional food consumers and dietary supplement user // Br J Nutr. — 2003. — Vol. 89. — P. 273—81.
23. Kambe T, Hashimoto A, Fujimoto S. Current understanding of zip and znt zinc transporters in human health and diseases // Cell Mol Life Sci.— 2014.— Vol. 71.— P. 3281—3295.
24. Kontic-Vucinic O, Sulovic N, Radunovic N. Micronutrients in women's reproductive health: II. Minerals and trace elements // Int J Fertil Womens Med.— 2006.— Vol.51.— P. 116—124.

25. Martin Re, Mahan Dc, Hill Gm, Link Je And Jolliff Js. Effect of dietary organic microminerals on starter pig performance, tissue mineral concentrations, and liver and plasma enzyme activities // *J Anim Sci.* — 2011. — Vol. 4. — P. 1042—1055.
26. Mertz W. The essential trace elements // *Science.* — 1981. — Vol. 213. — P. 1332—1338.
27. Rasmussen S, Andersen N, Dragsted L, Larsen J. A safe strategy for addition of vitamins and minerals to foods // *Eur J Nutr.* — 2005. — Vol. 45. — P. 123—135.
28. Renwick A, Flynn A, Fletcher R, Muller D, Tuijelaars S, Verhagen H. Risk-benefit analysis of micronutrients // *Food Chem Toxicol.* — 2004. — Vol. 42. — P. 1903—22.
29. Schöne, B. R., Radermacher, P., Zhang, Z. & Jacob, D. E. Crystal fabrics and element impurities (Sr/Ca, Mg/Ca, and Ba/Ca) in shells of *Arctica islandica* — Implications for paleoclimate reconstructions // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* — 2013. — Vol. 373. — P. 50—59.
30. Skouroliakou M, Matthaïou C, Chiou A, et al. Physicochemical stability of parenteral nutrition supplied as all-in-one for neonates // *Journal of Parenteral and Enteral Nutrition.* — 2008. — Vol. 32 (2). — P. 201—209.
31. Takaya J, Yamato F, Kaneko K. Possible relationship between low birth weight and magnesium status: from the standpoint of “fetal origin” hypothesis // *Magnes Res.* — 2006. — Vol. 19. — P. 63—69.
32. Thompson J, Meline M. Nutrition for life. — Pearson: Benjamin-Cummings Publishing Company, 2008. — P. 211.

## Мінеральний «портрет» людини в нормі та при патології. Макроелементи, або дві сторони однієї медалі — наскільки життєво необхідне стає небезпечним

Н.Ю. Птущенко, ас. Т.М. Пасієшвілі

Харківський національний медичний університет

Розглянуті питання елементарного дисбалансу стосовно есенціальних макроелементів. Вказані основні з них, що присутні в організмі людини. Визначений вплив макроелементів на процеси життєдіяльності. Наведені норми споживання мінеральних речовин для різних категорій пацієнтів. Розглянуті дієтичні рекомендації стосовно споживання макроелементів при їх нестачі або надлишку. Оговорені основні сучасні методи діагностики та дієтичні методи корекції макроелементарного дисбалансу.

**Ключові слова:** макроелементи, мінеральні речовини, елементарний дисбаланс, дієтотерапія.

## Mineral «portrait» of human in health and disease. macronutrients, or two sides of the same coin — how vital it becomes dangerous

N.Yu. Ptushchenko, PHD T.M. Pasiieshvili

Kharkiv National Medical University

The questions of elemental imbalance in relation to essential macronutrients are discussed in the paper. The main ones that are present in the human body are shown. These are the main ones that are present in the human body. There is a definite impact of macronutrient on the vital processes. Norms of minerals for different categories of patients are given in the paper. Dietary recommendations for macronutrient consumption during their shortage or surplus are reviewed. Basic modern diagnostic methods and dietary methods for correction of macronutrient imbalances are discussed.

**Key Words:** macronutrients, minerals, elemental imbalance, diet therapy.

Контактна інформація: Пасієшвілі Тамара Мерабівна — асистент кафедри загальної практики — сімейної медицини та внутрішніх хвороб ХНМУ, Харків, 61022, пр. Науки, 4, конт. т.: 050-595-03-03, pasotoma@mail.ru.

Стаття надійшла до редакції 20.01.2017 р.