

Роль калия и магния в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний

А.В. Погожева[✉]

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия; ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет им. И.М. Сеченова» Минздрава России (Сеченовский Университет), Москва, Россия

[✉]allapogozheva@yandex.ru

Аннотация

Представлены данные о пищевых продуктах – источниках калия и магния, причинах и последствиях их недостаточного поступления с рационом. Показана высокая распространенность их недостаточности среди населения России. Охарактеризована роль калия и магния при профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Способы повышения калия и магния в рационе включают употребление специальных диет, пищевых продуктов, обогащенных калием и магнием. Обсуждаются критерии выбора и преимущества применения препаратов, одновременно содержащих калий и магний, для улучшения минерального статуса населения.

Ключевые слова: калий, магний, дефицит, обеспеченность, сердечно-сосудистые заболевания.

Для цитирования: Погожева А.В. Роль калия и магния в профилактике и лечении сердечно-сосудистых заболеваний. Consilium Medicum. 2020; 22 (10): 76–79. DOI: 10.26442/20751753.2020.10.200336

Review

The role of potassium and magnesium for prevention and treatment of cardiovascular disease

Alla V. Pogozeva[✉]

Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia; Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

[✉]allapogozheva@yandex.ru

Abstract

The article provides data on foods rich in potassium and magnesium as well as causes and consequences of their insufficient intake. It shows a high prevalence of their deficiency among the Russia population. The article considers the role of potassium and magnesium in the prevention and treatment of cardiovascular diseases. Ways to increase potassium and magnesium in your diet include the use of special diets, potassium- and magnesium-rich foods. It discusses selection criteria and advantages of using drugs which contain both potassium and magnesium to improve the mineral status of the population.

Key words: potassium, magnesium, deficiency, supply, cardiovascular diseases.

For citation: Pogozeva A.V. The role of potassium and magnesium for prevention and treatment of cardiovascular disease. Consilium Medicum. 2020; 22 (10): 76–79. DOI: 10.26442/20751753.2020.10.200336

Не вызывает сомнений важное значение адекватной обеспеченности калием и магнием для здорового и большого человека.

Калий – основной внутриклеточный ион, от которого зависит нормальное функционирование организма. Он обеспечивает проведение электрического импульса, сокращение гладких и поперечно-полосатых мышц, поддерживает внутриклеточное осмотическое давление, водный и кислотно-щелочной баланс, необходим для поддержания эндотелиальной функции сосудов, нормального уровня артериального давления (АД); оказывает влияние на высвобождение гормонов (например, инсулина) [1].

Магний – восьмой по распространенности элемент земной коры, является вторым преобладающим внутриклеточным электролитом после калия. Его содержание в организме взрослого человека составляет около 20 ммоль/кг мышечной массы тела. В костной ткани содержится около 50–60% магния, а в мышцах и других мягких тканях – около 40–50%. Он регулирует мышечную релаксацию, минерализацию костной ткани, ее равномерный рост, гибкость, прочность и репаративный потенциал [2]. Внеклеточный магний в организме (менее 2%) содержится в плазме крови и эритроцитах [3].

Магний является кофактором более 300 ферментов метаболизма глюкозы, белков и нуклеиновых кислот, энергии, катехоламинов, ацетилхолина и нейропептидов, участвует в регуляции тонуса гладких мышц сосудов, функции эндотелиальных клеток, трансмембранного транспорта [4]. Он необходим для поддержания гомеостаза кальция, калия и натрия, витамина D [5–7].

Рекомендуемые нормы потребления калия и магния

В большинстве стран Европы и США рекомендуемые уровни содержания в рационе калия составляют 3500–4700 мг, а магния – 400–420 мг. Рандомизированные контролируемые исследования, проведенные в Европе, свидетельствуют о том, что потребление калия более 3500 мг в день оказывает благоприятное влияние на уровень АД у взрослых, а менее 3500 мг/сут – связано с более высоким риском развития инсульта и других сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) [8, 9].

Принимая во внимание, что суточное потребление калия менее 3500 мг ассоциировано с увеличенным риском развития инфаркта и инсульта, возникающим вследствие повышенного АД, а дефицит магния может вызывать гипокальциемию и гипокалиемию, нарушать взаимодействие с витамином D и другими веществами [7, 9], в проекте Норм физиологической потребности в энергии и пищевых веществах (2020 г.) для населения Российской Федерации предполагается увеличение рекомендуемых норм потребления: для калия с 2500 до 3500 мг/сут, магния – с 400 до 420 мг/сут.

Обеспеченность населения калием и магнием

Эпидемиологические исследования, проведенные в разных странах, свидетельствуют, что среднее потребление калия населением составляет менее 3000 мг/сут, а магния – менее 350 мг/сут, т.е. ниже рекомендуемого Всемирной организацией здравоохранения [10].

В России отмечается неоднозначная ситуация в разных регионах. В Свердловской области недостаточное потреб-

ление калия отмечено у 40,4% населения, магния – у 55% школьников, у 78,8% работников промышленных предприятий [11, 12]. В то же время среднее потребление калия взрослыми мужчинами в Ставропольском крае близко к норме и больше, чем у женщин [13].

Потребление калия пациентами с ССЗ и ожирением в Московском регионе составляет 3144 мг, магния – 326,5 мг [14]. Среди больных с метаболическим синдромом и дисбиозом кишечника содержание калия и магния в рационе женщин заметно меньше, чем у мужчин (2521 мг против 3289 мг и 304 мг против 424 мг) [15].

Дефицит магния встречается в 2,5–15% случаев, трудно диагностируется, так как его уровень в сыворотке крови не отражает содержание внутриклеточного магния. Его причиной являются снижение содержания в пищевых растениях, использование рафинированных и подвергнутых глубокой технологической переработке пищевых продуктов, наличие хронических заболеваний, лекарственная терапия [16].

Данные широкомасштабного российского исследования выявили дефицит магния у 47,8% ($n=2000$) лиц, обратившихся в лечебные учреждения. Только 6% взрослых пациентов 18–50 лет медицинских организаций Центрального, Северо-Западного и Сибирского федеральных округов России были обеспечены магнием [3].

Гипомагниемия диагностируется при концентрации магния в сыворотке крови $<0,7$ ммоль/л при норме 0,7–1 ммоль/л [17]. Показано, что у 2117 беременных женщин старше 18 лет с клиническими проявлениями дефицита магния (гипертонус матки, судороги ног, преэклампсия, невралгии) его недостаток в рационе имелся в 78,4% случаев, а сниженный уровень в крови – в 80,9% [18].

Недостаточная обеспеченность калием и магнием как фактор риска сердечно-сосудистых заболеваний

Калий. Дефицит калия в рационе ассоциируется, в первую очередь, с развитием артериальной гипертензии (АГ). АГ представляет собой один из основных факторов риска развития ССЗ, инсульта и диагностируется примерно у 1 млрд людей во всем мире. Одной из причин пандемии АГ в России является высокое потребление населением поваренной соли и низкое – калия. Соотношение натрия и калия в моче при АГ превышает 5,7 [19].

Повышение потребления калия с пищей до оптимального уровня может приводить к гипотензивному эффекту у лиц с АГ, особенно при отсутствии лекарственной терапии, потреблении большого количества натрия и/или недостаточного – калия (<3500 мг/сут). В противоположность натрию калий способствует усилению кровотока и вазодилатации посредством гиперполяризации мембран клеток гладкой мускулатуры сосудов после активации Na^+/K^+ -АТФазы и калиевых каналов. Наряду с этим ионы K^+ высвобождаются эндотелиальными клетками в ответ на воздействие нейрогуморальных медиаторов и вносят вклад в процесс эндотелийзависимой релаксации сосудов [1].

Повышение потребления калия на 1,64 г/сут может способствовать снижению риска инсульта на 21% ($p=0,0007$) и ССЗ в целом. Возрастание концентрации калия в плазме крови улучшает реполяризацию желудочков и снижает риск аритмии у пациентов с АГ, принимающих не калийсберегающие диуретики [20, 21]. Назначение калиевых добавок с тиазидными диуретиками позволяет избежать нарушений секреции инсулина в ответ на нагрузку глюкозой [22].

Употребление умеренных доз калия с пищей не вызывает тяжелой гиперкалиемии или ухудшения функции почек у людей без ее нарушения, даже на фоне приема блокаторов ренин-ангиотензин-альдостероновой системы. Особую осторожность следует соблюдать только у пациентов с тяжелыми нарушениями почечной функции [23–25].

Магний является эссенциальным кофактором более 40 ферментов, необходимых для обмена углеводов (гексо- и глюкокиназа, фосфофруктомутаза и др.), и более 30 ферментов – для обмена липидов (ацил-КоА-синтетаза средне- и высокомолекулярных и лигаза длинноцепочечных жирных кислот, лецитин-холестерин-ацилтрансфераза и др.). На фоне дефицита магния активность этих ферментов резко падает, что способствует увеличению жировой массы, риска АГ, ожирения, желчнокаменной болезни и др. У пациентов с ожирением и АГ 3-й степени, например, уровень магния в сыворотке крови ниже, чем с АГ 1-й степени [26].

Дефицит магния ассоциирован с гиперкоагуляцией, неврологической патологией (парциальная эпилепсия, невротозы, синдром алкогольной зависимости), хроническим воспалением (язвенный колит, аллергия, ишемическая болезнь сердца), низкой костной массой и остеопорозом, нарушением структуры (дисплазии) соединительной ткани вследствие дестабилизации транспортной РНК, снижения активности гиалуронансинтетаз и повышения – металлопротеиназ, гиалуронидаз и лизиноксидазы [2, 3].

Наряду с этим при хроническом дефиците магния нарушается соотношение $\text{Mg}:\text{Ca}$ (в норме 1:2) [7]. Более высокое значение отношения $\text{Mg}:\text{Ca}$ в питании соответствует более низкой частоте остеопороза, повышенной минеральной плотности кости у мужчин и женщин [2].

Показано, что увеличение потребления магния на каждые 100 мг/сут сопровождается значимым снижением риска инсульта на 7%, сердечной недостаточности – на 22%, СД 2-го типа – на 19% и общей смертности – на 10% [27].

В рандомизированном клиническом исследовании PREDIMED (Профилактика с помощью средиземноморской диеты) выявлено, что у лиц с высоким уровнем потребления магния риск смерти был на 34% ниже вследствие снижения АД, агрегации тромбоцитов, кальцификации и ремоделирования артерий, а также противовоспалительного действия, улучшения функции эндотелия. Он действует как естественный блокатор кальциевых каналов, конкурируя с натрием за сайты связывания на клетках гладких мышц сосудов, повышая уровень простагландина E_2 , связываясь с калием, индуцируя эндотелийзависимую вазодилатацию и снижение АД. Магний также является кофактором фермента дельта-6-десатуразы, лимитирующего превращение линолевой кислоты в гамма-линоленовую, способствуя образованию простагландина E_1 . Его гипотензивный эффект потенцирует комбинация с калием [28].

Посредством регуляции трансмембранного транспорта ионов натрия и калия, блокады кальция магний может влиять на частоту возникновения сердечных аритмий. Его дефицит нарушает функционирование мембранной АТФазы и перенос натрия из клетки, а калия – в клетку.

Сосудорасширяющие, антиишемические, противовоспалительные, антиагрегантные и антиаритмические свойства магния способствуют снижению риска ССЗ, смертности от них и общей смертности [29].

Магний может играть профилактическую роль, предотвращая развитие СД 2-го типа, остеопороза, бронхиальной астмы, преэклампсии у беременных, мигрени, обструктивной болезни легких, метаболического синдрома, СД 2-го типа, болезни Альцгеймера, образования камней в почках, катаракты, депрессии и др. [16, 28, 30–33].

Способы улучшения обеспеченности калием и магнием

Улучшения обеспеченности этими макроэлементами можно достичь прежде всего повышением их поступления в организм за счет пищевых продуктов (традиционных и специализированных), а также медикаментозных препаратов.

Пищевые источники магния и калия

Простая и экономически эффективная стратегия по коррекции дефицита магния и калия заключается в восполнении

Пищевые продукты – основные источники калия и магния в рационе россиян			
Пищевой продукт	Содержание калия, мг/100 г	Пищевой продукт	Содержание магния, мг/100 г
Картофель отварной	500	Семечки подсолнечные	320–420
Фасоль отварная	439	Орехи	160–270
Бананы	348	Каша гречневая, овсяная, пшеничная	21–49
Курага	1717	Горох отварной	42
Абрикосы	305	Картофель отварной	22
Томаты	290	Капуста тушеная	20
Каша гречневая	92	Хлеб из цельного зерна	66

недостаточного поступления их с рационом [34]. В таблице приведено количество калия и магния в пищевых продуктах и блюдах, потребление которых вносит ощутимый вклад в обеспечение организма этими минеральными веществами.

Как видно из таблицы, основными источниками калия в рационе являются картофель, бобовые, овощи и фрукты. Калий хорошо усваивается, особенно в присутствии пиридоксина (90–95%).

Достаточное поступление магния с пищей обеспечивают цельные злаки, зеленые листовые овощи, орехи и др. Он содержится в хлорофилле растений, морских и сине-зеленых водорослях. Приблизительно 10% суточной потребности в магнии поступает из питьевой воды [32]. Оптимальный уровень магния в питьевой воде является важным фактором, снижающим риск смерти от ишемической болезни сердца, особенно среди мужчин. Нижняя граница концентрации магния, не сопряженная с риском ССЗ, составляет 22 мг/л [35].

Всасывание магния уменьшают многие природные хелаторы пищевых продуктов (например, фитиновая кислота), которые образуют с ним комплекс. Значительное количество фитиновой кислоты содержит хлеб с отрубями. При выпечке дрожжевого хлеба содержание фитиновой кислоты снижается в процессе брожения [10].

Всасывание магния снижается и при употреблении овощей с высоким содержанием щавелевой кислоты и ее солей (шпинат) по сравнению с низким (капуста). Затрудняют усвоение магния и фосфаты, содержащиеся в колбасных изделиях. Способствует усвоению магния инулин. Усвояемость магния из минеральных вод с высоким его содержанием приближается к 50%. Чуть меньше – величина абсорбции магния из пищи (40–45%) [10].

Специализированные пищевые продукты

В питании пациентов, беременных женщин и других групп населения могут также использоваться специализированные пищевые продукты, биологически активные добавки (БАД) к пище, содержащие весомые количества калия и магния [14]. Так, длительный (более 4 нед) прием калия в составе БАД 1900 пациентами с АГ способствовал снижению уровня систолического АД на 4,48 мм рт. ст., а диастолического – на 2,96 мм рт. ст. Наиболее выраженный антигипертензивный эффект отмечался при исходно низком (<3500 мг/сут) уровне потребления калия, высоком – натрия (≥ 4 г/сут), соотношении Na/K в рационе, отсутствии гипотензивной терапии [1].

Одним из способов восполнения недостатка калия и магния является использование профилактической соли, в составе которой часть хлорида натрия заменена на соли калия и магния. Такую соль используют взамен обычной соли для приготовления блюд и досаливания пищи.

В качестве природного источника магния в специализированных продуктах и БАД используют сушеные морские минерализованные водоросли *Lithothamnium coralloides* и/или *Lithothamnium calcareum* (6,6%) с содержанием кальция 30–34% и магния 2,3–3,3%: 100 г, что соответствует 400–600 мг/100 г растворимого магния. Съедобные морские водоросли аоса (*Ulvaceae pertusa*), ламинария (*Laminaria japonica*)

и другие содержат от 400 до 600 мг магния в 100 г. Однако его биодоступность из водорослей очень низкая (менее 5%) [36].

Лекарственные препараты

В практической медицине в качестве источника магния используют соли неорганических кислот (оксид с содержанием магния – 60%, карбонат – 28,6%, сульфат 7-водный – 9,7%, сульфат безводный – 20%), органических кислот (цитрат магния с 15,8% магния, лактат – с 11,9%), хелаты с аминокислотами (аспарагинат магния – магниевый комплекс 4-водный содержит 6,6% магния). При использовании неорганических солей магния у беременных женщин часто развиваются побочные эффекты: приливы жара, тошнота, головная боль, урежение сердцебиения, связанные с неправильной дозировкой [10]. Поэтому предпочтительно принимать его хелаты или соли с органическими кислотами (магния цитрат и магния лактат) [18]. Водорастворимый цитрат является одной из безопасных форм магния, так как принимает участие в цикле Кребса.

Наряду с монопрепаратами, содержащими калий (калия хлорид, калия оротат) или магний (Магне В₆, Магнерот, магнезии сульфат), используют комплексные препараты, включающие оба макроэлемента (аспарагинат калия + аспарагинат магния: Панангин, Аспаркам). Несомненным преимуществом такой комбинации является сочетание калия и магния, что дает возможность проявиться их синергичному действию [37]. Оно тем более оправдано, поскольку обмен калия и магния тесно связан, а клинически значимая гипомагниемия обычно развивается на фоне гипокалиемии. Аспарагиновая кислота является природной аминокислотой, которая способствует проникновению ионов калия и магния в клетки, где включается в метаболизм, входя в состав многих белков, а также играет важную роль в обмене азотистых веществ, реакциях переаминирования и образовании пиримидиновых оснований.

Заключение

В настоящее время совершенно очевидна целесообразность компенсации дефицита калия и магния в питании как здорового, так и больного человека. На фоне диетологических рекомендаций по оптимизации рациона (исключение высококалорийной, жирной пищи, включение продуктов – доноров магния с низким содержанием фитатов, дополнение диеты клетчаткой и инулинсодержащими продуктами и т.д.) следует также максимально использовать обогащение рациона достаточным количеством этих микронутриентов.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interests. The author declares that there is no conflict of interests.

Литература/References

- Filippini T, Violi F, D'Amico R, Vinceti M. The effect of potassium supplementation on blood pressure in hypertensive subjects: A systematic review and meta-analysis. *Int J Cardiol* 2017; 230: 127–35. DOI: 10.1016/j.ijcard.2016.12.048
- Погожева А.В. Значение макро- и микроэлементов пищи в оптимизации минеральной плотности костной ткани. *Consilium Medicum*. 2015; 17 (2): 61–5.

- [Pogozheva A.V. The value of macro- and micronutrients in the optimization of bone mineral density. *Consilium Medicum*. 2015; 17 (2): 61–5 (in Russian).]
3. Громова О.А., Торшин И.Ю., Кобалава Ж.Д. и др. Дефицит магния и гиперкоагуляционные состояния: метрический анализ данных выборки пациентов 18–50 лет лечебно-профилактических учреждений России. *Кардиология*. 2018; 58 (4): 22–35. DOI: 10.18087/cardio.2018.4.10106 [Gromova O.A., Torshin I.Yu., Kobalava Zh.D. et al. Defitsit magniia i giperkoaguliatsionnye sostoianniia: metricheskii analiz dannykh vyborki patsientov 18–50 let lechebno-profilakticheskikh uchrezhdenii Rossii. *Kardiologiya*. 2018; 58 (4): 22–35. DOI: 10.18087/cardio.2018.4.10106 (in Russian).]
 4. Razaque MS. Magnesium: are we consuming enough? *Nutrients*. 2018; 10 (12): 1863. DOI: 10.3390/nu10121863
 5. Liu S, Liu Q. Personalized magnesium intervention to improve vitamin D metabolism: applying a systems approach for precision nutrition in large randomized trials of diverse populations. *Am J Clin Nutr* 2018; 108 (6): 1159–61. DOI: 10.1093/ajcn/nqy294
 6. Dai Q, Zhu X, Manson JE et al. Magnesium status and supplementation influence vitamin D status and metabolism: results from a randomized trial. *Am J Clin Nutr* 2018; 108 (6): 1249–58. DOI: 10.1093/ajcn/nqy274
 7. Rosanoff A, Dai Qi, Shapses SA. Essential Nutrient Interactions: Does Low or Suboptimal Magnesium Status Interact with Vitamin D and/or Calcium Status? *Adv Nutr* 2016; 7 (1): 25–43. DOI: 10.3945/an.115.008631
 8. Nordic Nutrition Recommendations 2012 Integrating nutrition and physical activity. Nordic Council of Ministers 2014 Layout and ebook production: Narayana Press. <http://norden.diva-portal.org/smash/get/diva2:704251/FULLTEXT01.pdf>
 9. EFSA (European Food Safety Authority), 2017. Dietary reference values for nutrients: Summary report. EFSA Supporting Publication 2017; e15121: 92. DOI: 10.2903/sp.efsa.2017.e15121
 10. Громова О.А., Торшин И.Ю., Коденцова В.М. Пищевые продукты: содержание и усвоение магния. *Терапия*. 2016; 5 (9). [Gromova O.A., Torshin I.Yu., Kodentsova V.M. Pishchevye produkty: sodержanie i usvoenie magniia. *Terapiia*. 2016; 5 (9) (in Russian).]
 11. Иванов К.И., Шадрин О.В., Алексеева Е.Ю. и др. Особенности фактического питания населения республики Саха (Якутия). *Дальневосточный мед. журн.* 2005; 2: 72–4. [Ivanov K.I., Shadrina O.V., Alekseeva E.Yu. et al. Osobennosti fakticheskogo pitaniia naseleniia respublikii Sakha (Iakutiia). *Dal'nevostochnyi med. zhurn.* 2005; 2: 72–4 (in Russian).]
 12. Мажаева Т.В., Пермяков Е.В. Питание и здоровье различных категорий населения России и Свердловской области. *Вестн. уральской мед. академической науки*. 2015; 2: 107–10. [Mazhaeva T.V., Permiakov E.V. Pitaniie i zdorov'e razlichnykh kategorii naseleniia Rossii i Sverdlovskoi oblasti. *Vestn. uralskoi med. akademicheskoi nauki*. 2015; 2: 107–10 (in Russian).]
 13. Виленский И.Я., Минаев Б.Д. Гигиеническая оценка питания взрослого населения Ставропольского края. *Мед. вестн. Северного Кавказа*. 2017; 12 (1): 76–8. [Vilenskii I.Ia., Minaev B.D. Gigienicheskaiia otsenka pitaniia vzroslogo naseleniia Stavropol'skogo kraia. *Med. vestn. Severnogo Kavkaza*. 2017; 12 (1): 76–8. (in Russian).]
 14. Коденцова В.М., Вржесинская О.А., Светикова А.А. и др. Эффективность включения в диетотерапию пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями, ожирением и остеопенией специализированного углеводно-белкового продукта, содержащего витамины и минеральные вещества. *Вопр. питания*. 2008; 77 (6): 44–52. [Kodentsova V.M., Vrzhesinskaia O.A., Svetikova A.A. et al. Effektivnost' vklucheniia v dietoterapiiu patsientov s serdечно-sosudistymi zabolevaniiami, ozhireniem i osteopeniei spetsializirovannogo uglevodno-belkovogo produkta, sodержashchego vitaminy i mineral'nye veshchestva. *Vopr. pitaniia*. 2008; 77 (6): 44–52 (in Russian).]
 15. Копчак Д., Закревский В. Пищевой статус и фактическое питание пациентов с метаболическим синдромом и дисбиозом кишечника. *Рос. семейный врач*. 2017; 21 (3): 31–7. [Kopchak D., Zakrevskii V. Pishchevoi status i fakticheskoe pitaniie patsientov s metabolicheskim sindromom i disbiozom kishchnika. *Ros. semeinyi vrach*. 2017; 21 (3): 31–7 (in Russian).]
 16. Reddy P, Edwards LR. Magnesium supplementation in vitamin D deficiency. *Am J Ther* 2019; 26 (1): e124–e132. DOI: 10.1097/MJT.0000000000000538
 17. Workinger JL, Doyle RP, Bortz J. Challenges in the diagnosis of magnesium status. *Nutrients* 2018; 10 (9): 1202. DOI: 10.3390/nu10091202
 18. Серов В.Н., Блинов Д.В., Зимовина У.В., Джобова Э.М. Результаты исследования распространенности дефицита магния у беременных. *Акушерство и гинекология*. 2014; 6: 33–41. [Serov V.N., Blinov D.V., Zimovina U.V., Dzjobava E.M. Rezul'taty issledovaniia rasprostranennosti defitsita magniia u beremennykh. *Akusherstvo i ginekologiya*. 2014; 6: 33–41 (in Russian).]
 19. Etehad D, Emdin CA, Kiran A et al. Blood pressure lowering for prevention of cardiovascular disease and death: a systematic review and meta-analysis. *Lancet* 2016; 387: 957–67.
 20. Аверин Е.Е., Никитин И.Г., Никитин А.Э. Гипокалиемия: обзор современного состояния проблемы. *Мед. алфавит* 2018; 3 (32): 12–8. [Averin E.E., Nikitin I.G., Nikitin A.E. Gipokaliemiia: obzor sovremennogo sostoianniia problemy. *Med. alfavit* 2018; 3 (32): 12–8 (in Russian).]
 21. Аверин Е.Е. Безопасность торасемида в комплексной терапии хронической сердечной недостаточности: результаты рандомизированного перекрестного исследования. *Мед. совет*. 2016; 13: 81–4. [Averin E.E. Bezopasnost' torasemida v kompleksnoi terapii khronicheskoi serdechnoi nedostatochnosti: rezul'taty randomizirovannogo perekrestnogo issledovaniia. *Med. sovet*. 2016; 13: 81–4 (in Russian).]
 22. Ekmekcioglu C, Elmadafa I, Meyer AL, Moeslinger T. The role of dietary potassium in hypertension and diabetes. *J Physiol Biochem* 2016; 72: 93–106.
 23. Cappuccio FP, Buchanan LA, Ji C et al. Systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials on the effects of potassium supplements on serum potassium and creatinine. *BMJ Open* 2016; 6 (8): e011716. DOI: 10.1136/bmjopen-2016-011716
 24. Аверин Е.Е., Никитин А.Э., Никитин И.Г., Созыкян А.В. Место рамприла в современных рекомендациях по ведению пациентов с сердечно-сосудистыми заболеваниями. *Мед. совет*. 2018; 21: 34–41. [Averin E.E., Nikitin A.E., Nikitin I.G., Sozykin A.V. Mesto ramprila v sovremennykh rekomendatsiakh po vedeniiu patsientov s serdечно-sosudistymi zabolevaniiami. *Med. sovet*. 2018; 21: 34–41 (in Russian).]
 25. Аверин Е.Е. Безопасность комплексной терапии хронической сердечной недостаточности: результаты рандомизированного, перекрестного исследования БАСТион. *Международ. журн. сердца и сосудистых заболеваний*. 2016; 4 (11): 40–6. [Averin E.E. Bezopasnost' kompleksnoi terapii khronicheskoi serdechnoi nedostatochnosti: rezul'taty randomizirovannogo, perekrestnogo issledovaniia BASTion. *Mezhdunar. zhurn. serdtsa i sosudistyykh zabolevanii*. 2016; 4 (11): 40–6 (in Russian).]
 26. Богданов А.Р., Дербенева С.А. Изучение потребления кальция и магния у больных ожирением и артериальной гипертензией. *Вопросы питания*. 2018; 87 (5 Прил.): 74. [Bogdanov A.R., Derbeneva S.A. Izuchenie potrebleniia kal'tsiia i magniia u bol'nykh ozhireniem i arterial'noi gipertenziei. *Voprosy pitaniia*. 2018; 87 (5 Pribl.): 74 (in Russian).]
 27. Fang X, Wang K, Han D et al. Dietary magnesium intake and the risk of cardiovascular disease, type 2 diabetes, and all-cause mortality: a dose-response meta-analysis of prospective cohort studies. *BMC Medicine* 2016; 14: 210. DOI: 10.1186/s12916-016-0742-z
 28. Guasch-Ferré M, Bulló M, Estruch R et al. PREDIMED Study Group. Dietary magnesium intake is inversely associated with mortality in adults at high cardiovascular disease risk. *J Nutr* 2014; 144 (1): 55–60. DOI: 10.3945/jn.113.183012
 29. Hruby A, O'Donnell CJ, Jacques P et al. Magnesium intake is inversely associated with coronary artery calcification. *The Framingham Heart Study. JACC Cardiovasc Imaging* 2014; 7 (1): 59–69. DOI: 10.1016/j.jcmg.2013.10.006
 30. Sarrafzadegan N, Khosravi-Boroujeni H, Loffizadeh M et al. Magnesium status and the metabolic syndrome: A systematic review and meta-analysis. *Nutrition*. 2016; 32 (4): 409–17.
 31. Xun P, Wu Y, He Q, He K. Fasting insulin concentrations and incidence of hypertension, stroke, and coronary heart disease: a meta-analysis of prospective cohort studies. *Am J Clin Nutr* 2013; 98: 1543–54.
 32. Al Alawi AM, Majoni SW, Falhammar H. Magnesium and human health: perspectives and research directions. *Int J Endocrinol* 2018; 2018: 9041694. DOI: 10.1155/2018/9041694
 33. Schwallenberg GK, Genus SJ. The importance of magnesium in clinical healthcare. *Scientifica* 2017; 2017: 4179326. DOI: 10.1155/2017/4179326
 34. DiNicantonio JJ, O'Keefe JH, Wilson W. Subclinical magnesium deficiency: a principal driver of cardiovascular disease and a public health crisis. *Open Heart* 2018; 5 (1): e000668. DOI: 10.1136/openhrt-2017-000668
 35. Рисник Д.В., Барабаш А.Л. Связь заболеваемости населения Тамбовской области с минеральным составом питьевых артезианских вод. *Микроэлементы в медицине*. 2019; 20 (2): 28–38. DOI: 10.19112/2413-6174-2019-20-2-28-38 [Risnik D.V., Barabash A.L. Cviaz' zabolevaemosti naseleniia Tambovskoi oblasti s mineral'nym sostavom pit'evykh artezianskiikh vod. *Mikroelementy v meditsine*. 2019; 20 (2): 28–38. DOI: 10.19112/2413-6174-2019-20-2-28-38 (in Russian).]
 36. Nakamura E, Yokota H, Matsui T. The in vitro digestibility and absorption of magnesium in some edible seaweeds. *J Sci Food Agric* 2012; 92 (11): 2305–9.
 37. Барышников Г.А., Чорбинская С.А., Степанова И.И., Блохина О.Е. Дефицит калия и магния, их роль в развитии сердечно-сосудистых заболеваний и возможность коррекции. *Consilium Medicum*. 2019; 21 (1): 67–73. [Baryshnikova G.A., Chorbinskaya S.A., Stepanova I.I., Blokhina O.E. Potassium and magnesium deficiency, their role in the development of cardiovascular diseases and the possibility of correction. *Consilium Medicum*. 2019; 21 (1): 67–73 (in Russian).]

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ / INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

Погожева Алла Владимировна – д-р мед. наук, проф., вед. науч. сотр. ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», проф. каф. гигиены питания и токсикологии ФГАОУ ВО «Первый МГМУ им. И.М. Сеченова» (Сеченовский Университет). E-mail: allapogozheva@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-3983-0522

Alla V. Pogozheva – D. Sci. (Med.), Prof., Federal Research Center for Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University). E-mail: allapogozheva@yandex.ru; ORCID: 0000-0003-3983-0522

Статья поступила в редакцию / The article received: 28.03.2020

Статья принята к печати / The article approved for publication: 10.09.2020