

Применение магния в аритмологии

Н. В. Балашова^{1,2}, С. В. Орлова², Л. Д. Гулия¹, Р. М. Бения¹, Е. А. Никитина²

¹ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимирского», Москва

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

РЕЗЮМЕ

Одним из основных факторов для нормального ритма сердца является оптимальное питание, обеспечивающее полноценное поступление в организм макро- (белков, жиров, углеводов) и микронутриентов (витаминов и минеральных веществ). Многочисленными исследованиями установлено, что для сердечно-сосудистой системы одним из ключевых минералов является магний. Его дефицит в рационе повышает риск развития сердечно-сосудистых катастроф. Гипомагниемия ассоциирована с нестабильной электрической реполяризацией сердца и способствует внезапной смерти при сердечной недостаточности. Восполнение дефицита магния в питании, диагностика гипомагниемии, подбор препаратов магния с учетом биодоступности играют большое значение в тактике клиницистов. Использование магния в комплексной терапии помогает снизить риск развития аритмии, включая послеоперационную фибрилляцию предсердий, желудочковые аритмии и аритмии при инфаркте миокарда.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: магний, нарушения ритма сердца, нутритивный статус, кардиохирургия, сердечно-сосудистые заболевания, фибрилляция предсердий, магний, кальций.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

The use of magnesium in arrhythmology

N. V. Balashova^{1,2}, S. V. Orlova², L. D. Gulia¹, R. M. Benia¹, E. A. Nikitina²

¹ M.F. Vladimirsky Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI), Russia

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow

SUMMARY

Optimal nutrition is one of the main factors for a normal heart rhythm, which includes all essential macro- (proteins, fats, carbohydrates) and micronutrients (vitamins and minerals). Numerous studies have found that magnesium is one of the key minerals for the cardiovascular system. Its deficiency in the diet increases the risk of developing cardiovascular accidents. Hypomagnesemia is associated with unstable electrical repolarization of the heart and contributes to sudden death in heart failure. Replenishment of magnesium deficiency in nutrition, diagnosis of hypomagnesemia, selection of magnesium preparations considering bioavailability are of great importance in the tactics of clinicians. The use of magnesium in complex therapy helps to reduce the risk of developing arrhythmias, including postoperative atrial fibrillation, ventricular arrhythmias and arrhythmias in myocardial infarction.

KEY WORDS: nutritional status, cardiac surgery, cardiac arrhythmias, cardiovascular disease, atrial fibrillation, magnesium, calcium.

CONFLICT OF INTERESTS. The authors declare no conflict of interest.

The publication was made with the support of the RUDN University Strategic Academic Leadership Program.

Введение

Сердечно-сосудистая патология занимает ведущее место среди причин смертности в развитых странах. Нарушения ритма и проводимости сердца являются одним из основных (около 50%) патофизиологических механизмов смерти от сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ). Особую опасность представляют желудочковые тахикардии (пароксизмальная желудочковая тахикардия и фибрилляция желудочков) и, существенно реже, брадиаритмии (нарушения атриовентрикулярной проводимости и функции синусового узла) [1]. Аритмии могут проявляться как самостоятельные нозологические формы, а также быть осложнениями при ряде кардиологических и некардиологических заболеваний.

Роль питания и отдельных пищевых веществ в развитии и профилактике сердечно-сосудистых заболеваний (атеросклероза, артериальной гипертензии и др.) на данный момент не вызывает сомнений [2–4]. Доказано, что защитное действие оказывают рационы с высоким содержанием растительных продуктов, богатых пище-

выми волокнами, фитостеринами, антиоксидантными витаминами (С, Е, каротиноиды), флавоноидами, калием и магнием [5]. Большинство кардиопротекторных диет, таких как DASH (диетические подходы при гипертензии), средиземноморская диета, диета MIND (сочетание средиземноморской и DASH диеты), и вегетарианская диета содержат большое количество магния [6]. Так, целевое суточное потребление магния из диеты DASH составляет 500 мг [7].

Физиологическая потребность взрослого человека в магнии равна 420 мг в сутки [8]. Традиционно хорошими источниками магния считаются крупы, орехи и семена, зеленые листовые овощи и бобовые (табл. 1). Однако, по данным Thomas D., уже к 2002 году содержание магния в овощах и фруктах снизилось на 13–68% по сравнению с 40-ми годами XX столетия [9]. При промышленной переработке продуктов питания (очистке, жарке, консервировании, варке и т.д.) теряется до 40% микроэлемента, исходно содержащегося в продуктах [10, 11].

Таблица 1
Содержание магния в 100 г съедобной части продуктов [12]

| Количество магния (мг) | Пищевые продукты |
|---------------------------|--|
| Очень большое (более 100) | Отруби пшеничные, морская капуста, овсяная крупа, урюк, фасоль, чернослив, пшено |
| Большое (51–100) | Скумбрия, сельдь, кальмары (филе), яйца, гречневая и перловая крупа, горох, хлеб из муки 2-го сорта, укроп, петрушка, салат |
| Умеренное (25–50) | Курятина, сыр, крупа манная, горошек зеленый, свекла, морковь, вишни, смородина черная, изюм |
| Малое (менее 25) | Молоко коровье, творог, мясо животных, колбасы вареные, ставрида, хек, треска, рис, макароны, хлеб из муки высшего сорта, томаты, картофель, капуста, абрикосы, виноград, яблоки |

Необходимо учитывать также, что в большинстве случаев содержание магния пропорционально калорийности продукта. В среднем в 1000 ккал сбалансированного рациона питания содержится 120 мг магния [13]. С учетом низкого уровня физической активности населения развитых стран потребность человека в энергии редко превышает 2500–3000 ккал, что ограничивает потребление магния с пищей. Теоретически хорошим источником магния может выступать вода. Но магний вместе с кальцием определяют жесткость воды – показатель, который может оказывать неблагоприятное влияние на состояние бытовой техники, одежды и посуды. Вследствие этого содержание магния в питьевой воде ограничивается санитарно-гигиеническими нормативами: согласно СанПиН 1.2.3685–21 концентрация магния в питьевой воде систем централизованного водоснабжения не должна превышать 50 мг/л [14]. В Москве содержание магния в водопроводной воде составляет всего 15 мг/л [15], что с учетом потребляемых в день 1–1,5 л воды не оказывает существенного влияния на статус магния в организме человека.

Таким образом, снижение физической активности, потребление сельскохозяйственных культур, выращенных на почве с дефицитом магния, переработка натуральных пищевых продуктов, использование фильтрованной водопроводной воды привели к качественному и количественному изменению рациона питания человека и значительному снижению потребления магния за последние сто лет [16–18].

Как показывают эпидемиологические наблюдения, большинство жителей Северной Америки потребляют 185–235 мг магния в день по сравнению с 450–485 мг в 1900-х годах [19]. Схожая картина наблюдается во многих других развитых странах: среднее потребление магния во Франции составляет 284–377 мг, в Израиле – 228–270 мг, в Испании – 366 мг в сутки [20]. В Российской Федерации при обследовании 1453 пациентов 18–50 лет, получавших терапию в лечебно-профилактических учреждениях Центрального, Северо-Западного, Северного и Сибирского федеральных округов, было обнаружено, что лишь 6% были адекватно обеспечены магнием: суточное потребление магния с пищей превышало 300 мг/сут, или концентрация магния в плазме крови была выше 0,80 ммоль/л [21].

Роль магния в регуляции функций сердечно-сосудистой системы

Магний (Mg^{2+}) регулирует протекание большого количества физиологических процессов, лежащих в основе здорового функционирования сердечно-сосудистой системы. Он принимает участие в регуляции функции митохондрий [22] и образовании АТФ [23, 24], синтезе белков и нуклеиновых кислот, влияет на процессы передачи сигналов в клетках и между ними (сигналинга). Магний действует как кофактор более чем 300 метаболических реакций [25], оказывая влияние на обмен глюкозы, холестерина, длинноцепочечных жирных кислот и витамина D [26–28]. Множество работ подтверждают сосудорасширяющее, противовоспалительное и антиоксидативное действие магния [29, 30].

Mg^{2+} участвует в контроле активности натриевых (Na^+), калиевых (K^+) и кальциевых (Ca^{2+}) ионных каналов, влияя тем самым на сердечный ритм, электрическую активность и сократимость миокарда. Магний поддерживает активность Na/K -АТФазы, является неотъемлемым компонентом выпрямительных калиевых каналов, блокирующих выход ионов K^+ из клетки, и естественным блокатором кальциевых каналов. Mg^{2+} уменьшает быструю внутреннюю составляющую замедленного выпрямительного канала K^+ (I_{Kr}) в кардиомиоцитах [31] и оказывает антиаритмическое действие, модулируя продолжительность потенциала действия и возбудимость миокарда.

На фоне гипомagneмии происходит ускорение нервно-мышечной возбудимости миокарда, отмечаются хаотичные скачки потенциала действия, что соответствует стимуляции развития аритмий [18]. Снижение магния в крови способствует увеличению внутриклеточных концентраций Na^+ и Ca^{2+} [32, 33] и сопровождается образованием свободных радикалов и провоспалительных цитокинов в кардиомиоцитах [34, 35]. Оксидативный стресс может вызывать фиброз и электрическое ремоделирование [36, 37]. Воспаление, которое может быть вызвано дефицитом магния [38], также связано с повышенными риском аритмии [39, 40].

Эпидемиологические наблюдения магния в пище – ССЗ

Данные эпидемиологических наблюдений указывают на связь между потреблением магния с пищей и состоянием сердечно-сосудистой системы [41–43]. Qu X. и др. выполнили метаанализ 19 исследований (532979 человек), в котором показали обратную корреляцию между содержанием магния в рационе питания и риском развития ССЗ. Корреляция носила нелинейный характер, максимальное снижение риска сердечно-сосудистых событий наблюдалось при увеличении потребления магния с 150 до 400 мг в сутки [44]. Еще один обзор, объединивший 544581 участника, показал, что каждые 100 мг магния в день ассоциированы со снижением риска развития ССЗ на 10% (ОР: 0,90, 95% ДИ: 0,83–0,96) и ИБС – на 8% (ОР: 0,92, 95% ДИ: 0,82–0,98) [45]. В метаанализе 40 проспективных исследований более чем с миллионом пациентов увеличение потребления магния с пищей на 100 мг в день было ассоциировано с достоверным снижением риска развития инсульта на 7%, сердечной недостаточности – на 22%, сахарного диабета 2 типа – на 19%, смерти от всех

причин – на 10% [46]. По результатам 15-летнего популяционного наблюдения за 4637 человек в возрасте 18–30 лет было установлено, что высокое потребление молодыми людьми магния (190 мг/1000 ккал рациона) ассоциировано со снижением вероятности возникновения метаболического синдрома на 31% по сравнению с теми, кто потреблял с пищей 96 мг/1000 ккал магния независимо от пола и расы [47].

Зависимость сердечного ритма от количества потребляемого магния была продемонстрирована у женщин в период менопаузы в ряде клинических исследований. Ограничение поступления магния с пищей на 30–50% относительно рекомендуемого уровня потребления приводило к изменению электрической активности сердца и появлению различных вариантов аритмий: увеличению числа только предсердных или предсердных и желудочковых эктопий [48, 49]. Низкое содержание магния в рационе сопровождалось снижением его концентрации в эритроцитах и моче, хотя концентрация магния, кальция и калия в сыворотке оставалась в пределах референтных значений. Эти исследования демонстрируют сложность диагностики дефицита магния у человека.

В настоящее время референтными пределами для определения адекватной обеспеченности организма магнием считаются 0,7–1,1 ммоль/л [50]. В наблюдении, проведенном в Германии, было показано, что низкий уровень магния в сыворотке крови ($\leq 0,73$ ммоль/л) является предиктором общей смертности и смерти от сердечно-сосудистой патологии [51]. В то же время исследование NHANES I показало, что более высокие концентрации магния в сыворотке могут оказывать дополнительное защитное действие. При концентрации магния $>0,87$ ммоль/л наблюдалось снижение риска развития сердечно-сосудистых заболеваний на 32% по сравнению с теми, у кого содержание магния составляло $<0,81$ ммоль/л [41]. Индуцированная гипомагниемия приводила к нарушению расслабления миокарда, снижению содержания АТФ в сердечной мышце и интенсификации оксидативного стресса [52], создавая условия для развития кардиологической патологии.

Гипомагниемия может увеличить риск наджелудочковых и желудочковых аритмий, включая фибрилляцию предсердий, желудочковую тахикардию и фибрилляцию желудочков [48, 53]. Фибрилляция предсердий является наиболее распространенной наджелудочковой аритмией и значительно увеличивает риск инсульта и смертности. У каждого пятого пациента с мерцательной аритмией наблюдается гипомагниемия [54, 55]. Исследования показали, что внутривенное введение магния может снижать риск развития аритмии сразу после инфаркта миокарда [48].

Несмотря на большое количество исследований, подтверждающих повышенный риск развития сердечно-сосудистых заболеваний у людей с гипомагниемией, далеко не всегда концентрация магния в сыворотке крови отражает истинные его запасы в организме и, соответственно, потенциальный риск развития ССЗ.

Концентрация магния в сыворотке/плазме крови может длительное время сохраняться на нормальном уровне, несмотря на дефицит иона в тканях. Постоянство содержания поддерживается за счет ионов, поступающих из костного

и внутриклеточного пулов магния. Снижение уровня магния ниже 0,75 ммоль/л (1,8 мг/дл) в плазме или сыворотке крови возникает в случае значительного истощения депо магния. При сахарном диабете, алкоголизме или синдроме мальабсорбции концентрация магния в клетках крови, костных или мышечных клетках является аномально низкой, в то время как сывороточные значения магния находятся в пределах нормы (0,75–0,95 ммоль/л). При этом определение внутриклеточного магния не проводилось ни в одном исследовании пациентов с аритмией.

В клинической лабораторной практике уровень общего магния в сыворотке, плазме крови, моче определяют методом ИФА. Намного реже анализируют концентрацию ионизированного магния в сыворотке крови электродным методом, а также в цельной крови и волосах методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ИСП-МС). Для диагностики субклинического ДМ предложен функциональный тест – нагрузочная проба с внутривенным введением сульфата магния в количестве 30 ммоль с последующим определением его экскреции с мочой в течение 24 часов [56]. Скрытый дефицит магния диагностируют в случае, если в организме задержалось более 30% введенного магния. Однако применение этого теста ограничено в первую очередь у пациентов с сопутствующей патологией почек. Крайне редко в научных целях определяют содержание магния в слюне и внутриклеточный уровень магния (в эритроцитах, мышечной ткани, эпителии подъязычной области) [57], хотя анализ магния в слюне имеет ряд преимуществ, таких как простота, неинвазивное получение биоматериала.

Необходимо учитывать, что магнием влияет на обмен кальция и других минералов. На фоне дефицита магния усиливается транспорт кальция в клетки, а в крови развивается гипокальциемия, резистентная к действию паратормона. В 2018 г. было предложено использовать для выявления дефицита магния расчетный коэффициент концентраций в сыворотке магния/кальция [58]. Предполагают, что этот коэффициент может быть более чувствительным показателем статуса магния и иметь практическое значение. Если коэффициент равен 0,4, то это может свидетельствовать об оптимальной обеспеченности организма магнием, а значения 0,36–0,28 – о дефиците магния [59].

В ранее проведенном исследовании мы проанализировали статус магния у кардиологических больных, госпитализированных для хирургического лечения в МОНИКИ им. М. Ф. Владимирского [60]. У 47 пациентов в возрасте 47–70 лет ($65 \pm 7,6$ лет) до и через 7 дней после операции на открытом сердце фотометрическим методом было определено содержание магния в сыворотке, плазме (гепарин) крови, слюне, а также кальция в сыворотке крови. Концентрация магния в сыворотке и плазме крови до операции составила в среднем ($M \pm SD$) $0,76 \pm 0,02$ ммоль/л. Содержание магния в слюне имело большую вариабельность и в среднем равнялось $0,70 \pm 0,07$ ммоль/л. Гипомагниемия выявлялась только у одного пациента до операции. Через неделю после операции у всех прооперированных больных концентрация магния в сыворотке и плазме крови существенно не менялась ($0,77 \pm 0,06$ и $0,79 \pm 0,04$ ммоль/л соответственно), а в слюне наблюдалось небольшое снижение концентрации

до $0,66 \pm 0,10$ ммоль/л. Уровень кальция в крови как до, так и после операции у всех обследованных был в пределах референтных показателей.

Несмотря на то что концентрации магния и кальция укладывались в лабораторные нормы, коэффициент магний/кальций крови до оперативного лечения составил $0,38 \pm 0,03$, а через 7 дней после операции $0,34 \pm 0,05$. Полученные данные свидетельствуют о нарастающем дефиците магния у пациентов в послеоперационном периоде.

Учитывая роль магния в физиологии и энергообеспечении сердечной мышцы, необходимо более широкое внедрение современных методов диагностики дефицита магния в клиническую практику. Наши данные показывают, что за период 2011–2020 гг. (10 лет) в отделениях кардиохирургии, аритмологии и ЭКС, сосудистой хирургии и кардиореанимации было выполнено лишь 785 определений концентрации магния в сыворотке крови. В научных исследованиях было проведено еще около 250 определений магния в сыворотке, плазме крови и слюне.

Применение препаратов магния в аритмологии

Рутинное применение магния при остановке сердца у взрослых пациентов и мономорфной желудочковой тахикардии не показано [61] вследствие отсутствия убедительных данных о его эффективности в отношении восстановления спонтанного кровообращения, выживаемости пациентов или неврологических исходов. Однако в качестве лечебного средства сульфат магния успешно используется при полиморфной желудочковой тахикардии типа «пируэт» (torsade des pointes), часто связанной с удлинением интервалом QT [62, 63]. Внутривенное применение препаратов магния вызывает замедление атриовентрикулярной узловой проводимости и удлинение длительности интервалов PR и QRS [64]. В реанимационной практике также применяются инфузионные формы магния сульфата. Магний продлевает как предсердный, так и желудочковый рефрактерный период, уменьшая проаритмический субстрат для триггерной активности и аритмии по типу повторного входа [25].

В рекомендациях ESC/ESA (2014) при выполнении внесердечных хирургических вмешательств заострено внимание на необходимости выявления и коррекции устранимых причин развития аритмии, в том числе гипомagneмии [65]. Было подчеркнуто, что нарушения электролитного баланса должны корректироваться заблаговременно до начала операции. Было показано, что магний помогает предотвратить и устранить аритмии, в том числе фибрилляцию предсердий в послеоперационном периоде [66–68], желудочковые аритмии [69, 70], аритмии при остром инфаркте миокарда [71].

Для профилактики дефицита магния предпочтительно использовать органические пероральные формы магния, такие как цитрат, аспарагинат, лактат и др., содержащие физиологические дозы магния. Это представляется очень важным, т.к. биодоступность неорганических форм магния (оксида, хлорида, сульфата) весьма низкая (5–10%) по сравнению с органическими солями [25, 72] и зависит от множества факторов (кислотности желудочного содержимого, наполнителя таблеток и т.д.) [73].

Исследования показали, что у пациентов с недостаточностью кровообращения прием 300 мг/д цитрата магния на протяжении 5 недель способствовал повышению внутриклеточной концентрации магния и положительно влиял на вариабельность сердечного ритма [74]. Длительный прием на протяжении года органической соли магния способствовал повышению уровня выживаемости и улучшению клинических симптомов у пациентов с сердечной недостаточностью [75].

Цитрат и все его метаболиты, образуемые в цикле Кребса, являются эндогенными молекулами, т.е. компонентами метаболома человека [76]. Практически полная утилизация цитрата (превращение в углекислый газ и воду) делает его идеальным переносчиком и магния [77]. Можно сказать, что цитрат-анион представляет собой носитель для транспорта ионов Mg^{2+} внутрь клеток [78].

Цитрат магния имеет ряд крайне важных фармакокинетических особенностей. Анион, соединенный с магнием (окись, хлорид, глюконат, лактат, цитрат и т.д.), влияет на процесс биоусвоения магния и тем самым приводит к различиям в фармакодинамике [79]. Так, соединения магния различаются по растворимости (и соответственно, по биодоступности) в десятки раз. Например, неорганическое соединение оксид магния, широко используемое в препаратах магния 1-го поколения, практически нерастворимо в воде. Даже в соляной кислоте желудка растворяется не более 45% от вводимого количества MgO [80].

Цитрат магния характеризуется самой высокой растворимостью среди органических и неорганических солей магния: при температуре 20–25 °C массовая доля безводного цитрата магния достигает 55% (т.е. 55 г цитрата магния могут быть полностью растворены в 45 мл воды) [81].

Таким образом, изменение образа жизни и рациона питания современного человека привели к значительному снижению потребления магния с пищей. Дефицит магния является независимым фактором риска сердечно-сосудистой патологии, включая различные виды аритмий. Учитывая роль магния в отношении развития метаболических нарушений, артериальной гипертензии и ИБС, своевременное выявление дефицита магния является важной задачей как в клинической, так и в амбулаторной практике. Для раннего выявления дефицита необходимо использовать современные методы лабораторной диагностики, такие как определение магния в слюне, расчетный коэффициент магний/кальций и др. Для профилактики и восполнения дефицита магния необходимо использовать препараты, содержащие органические соли магния в физиологической дозировке, обладающие высокой биодоступностью и хорошей переносимостью.

Список литературы / References

1. Школьников М.А., Шубик Ю.В., Шальнова С.А., Школьников В.М., Ваупель Д. Сердечные аритмии у лиц пожилого возраста и их ассоциация с характеристиками здоровья и смертностью // Вестник аритмологии. 2007;(49):5–13. Shol'nikova M.A., Shubik Yu.V., Shal'nova S.A., Shkal'nikov V.M., Waupel D. Cardiac arrhythmias in elderly patients and their correlation with health indices and mortality. *Journal of Arrhythmology*. 2007;(49):5–13 (in Russ.).
2. Barkas F, Nomikos T, Liberopoulos E, Panagiotakos D. Diet and Cardiovascular Disease Risk Among Individuals with Familial Hypercholesterolemia: Systematic Review and Meta-Analysis. *Nutrients*. 2020 Aug 13;12(8):2436. doi: 10.3390/nu12082436
3. Badimon L, Chagas P, Chiva-Blanch G. Diet and Cardiovascular Disease: Effects of Foods and Nutrients in Classical and Emerging Cardiovascular Risk Factors. *Curr. Med. Chem*. 2019;26(19):3639–3651. doi: 10.2174/0929867324666170428103206

4. Filippou CD, Tsioufis CP, Thomopoulos CG, Mihos CC, Dimitriadis KS, Sotiropoulou LI, Chrysoschoou CA, Nihoyannopoulos PI, Tousoulis DM. Dietary Approaches to Stop Hypertension (DASH) Diet and Blood Pressure Reduction in Adults with and without Hypertension: A Systematic Review and Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Adv. Nutr.* 2020 Sep 1;11(5):1150–1160. doi: 10.1093/advances/nmaa041
5. Gan ZH, Cheong HC, Tu YK, Kuo PH. Association between Plant-Based Dietary Patterns and Risk of Cardiovascular Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *Nutrients.* 2021 Nov 5;13(11):3952. doi: 10.3390/nu13113952
6. Best Diets for Healthy Eating. [accessed on 11 September 2020]; Available online: <https://health.usnews.com/best-diet/best-healthy-eating-diets>.
7. Your Guide to Lowering Your Blood Pressure with DASH. NIH Publication No. 06–4082. Originally Printed 1998. Revised April 2006. Available online: https://www.nhlbi.nih.gov/files/docs/public/heart/new_dash.pdf.
8. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253–21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утверждены руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.07.2021. https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979.
Methodical recommendations MR2.3.1.0253–21 “Norms of physiological requirements in energy and nutrients of various groups of the population of the Russian Federation”, approved by the Head of the Federal Service for Surveillance on Consumer Rights Protection and Human Wellbeing Chief State Sanitary Physician of the Russian Federation 22.07.2021 (in Russ.). https://www.rospotrebnadzor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979
9. Thomas D. The mineral depletion of foods available to a nation (1940–2002)—a review of the 6th Edition of McCance and Widdowson. *Nutr. Health.* 2007;19(1–2):21–55. doi: 10.1177/026010600701900205
10. Тутельян В. А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. Справочник. – М.: Дели плюс, 2012. – 284 с.
Tutelyan V. A. Chemical composition and calorie content of Russian food products. Directory. – М.: Deli plus, 2012. – 284 p.
11. Дроздов В. А. Рациональное возмещение дефицита витаминов и микроэлементов // Лечебное дело. 2009;3:34–1. https://atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/delo/ld_3_2009_34.pdf
Drozdo V. N. Rational Compensation of Vitamins and Microcells Deficiency. *Lechebnoye Delo.* 2009; 3:34–1. https://atmosphere-ph.ru/modules/Magazines/articles/delo/ld_3_2009_34.pdf
12. Смолянский Б. Л., Абрамова Ж. И. Справочник по лечебному питанию для диетсестер и поваров. – Л.: Медицина, 1984. – 304 с.
Smolyansky B. L., Abramova Zh. I. A guide to clinical nutrition for dietitians and cooks. – L.: Medicine, 1984. – 304 p.
13. Ismail AAA, Ismail Y, Ismail AA. Chronic magnesium deficiency and human disease: time for reappraisal? *QJM.* 2018 Nov 1;111(11):759–763. doi: 10.1093/qjmed/hcx186
14. СанПиН 1.2.3685–21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». https://www.rospotrebnadzor.ru/files/news/GN_sreda%20obitaniya_compressed.pdf
SanPiN 1.2.3685–21 Hygienic Standards and Requirements to Ensure Safety and (or) Harmful for Human Environmental Factors. Available online: <https://docs.cntd.ru/document/573500115> (accessed on 13 July 2022) (in Russ.).
15. мосводокана. Калькулятор жесткости воды. <https://www.mosvodokanal.ru/forpeople/calculator.php>
Moscow water utility. Water hardness calculator.
16. Schimatschek HF, Rempis R. Prevalence of hypomagnesemia in an unselected German population of 16,000 individuals. *Magnes. Res.* 2001 Dec;14(4):283–90. PMID: 11794636.
17. Guo W., Nazim H., Liang Z., Yang D. Magnesium deficiency in plants: An urgent problem. *Crop. J.* 2016;4:83–91. doi: 10.1016/j.cj.2015.11.003
18. Olza J., Aranceta-Bartrina J., Gonzalez-Gross M., Ortega R. M., Serra-Majem L., Varela-Moreiras G., Gil A. Reported dietary intake, disparity between the reported consumption and the level needed for adequacy and food sources of calcium, phosphorus, magnesium and vitamin D in the Spanish population: Findings from the ANIBES Study. *Nutrients.* 2017;9:168. doi: 10.3390/nu9020168
19. Moshfegh A., Goldman J., Ahuja J., Rhodes D., Lacombe R. What We Eat in America, NHANES 2005–2006. Usual Nutrient Intakes from Food and Water Compared to 1997 Dietary Reference Intakes for Vitamin D, Calcium, Phosphorus, and Magnesium. Available online: <https://www.ars.usda.gov/research/publications/publication/?seqNo115=243279> (accessed on 30 July 2020).
20. Calcium and magnesium in drinking-water: public health significance. World Health Organization 2009. https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43836/9789241563550_eng.pdf?sequence=1
21. 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. Magnesium deficiency and hypercoagulable conditions: metric analysis of data from a sample of patients aged 18–50 of medical institutions in Russia. *Cardiology.* 2018;58(4):22–35 (in Russ.). doi: 10.18087/cardio.2018.4.10106
22. Racay P. Effect of magnesium on calcium-induced depolarisation of mitochondrial transmembrane potential. *Cell Biol. Int.* 2008;32:136–145. doi: 10.1016/j.cellbi.2007.08.024
23. Gout E., Rébéillé F., Douce R., Bligny R. Interplay of Mg²⁺, ADP, and ATP in the cytosol and mitochondria: Unravelling the role of Mg²⁺ in cell respiration. *Proc. Natl. Acad. Sci. USA.* 2014;111: E4560–E4567. doi: 10.1073/pnas.1406251111
24. Yamanaka R., Tabata S., Shindo Y., Hotta K., Suzuki K., Soga T., Oka K. Mitochondrial Mg²⁺ homeostasis decides cellular energy metabolism and vulnerability to stress. *Sci. Rep.* 2016;6:30027. doi: 10.1038/srep30027
25. Громова О. А., Торшин И. Ю. Магний и болезни цивилизации: практическое руководство. – М.: ГЭОТАР Медиа, 2018. – 800 с.
Gromova O. A., Torshin I. Yu. Magnesium and (diseases of civilization): a practical guide. Moscow: GEOTAR Media, 2018. – 800 p.
26. Майлян Д. Э., Коломиец В. В. Роль дефицита магния в патогенезе сердечно-сосудистых заболеваний: современное состояние проблемы // Российский кардиологический журнал. 2017;6(146):167–172. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-6-167-172>
27. Maylian D. E., Kolomiets V. V. Magnesium deficiency in pathogenesis of cardiovascular diseases: recent developments. *Russ. J. Cardiol.* 2017;6(146):167–172 (in Russ.). <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2017-6-167-172>
28. Ухолкина Г. Б. Роль магния в заболеваниях сердечно-сосудистой системы // Российский медицинский журнал. 2017;19(7):476–480. https://www.rmj.ru/articles/terapiya/Roly_magniya_v_zabolevaniyah_serdechnososudistoy_sistemy/
Ukholkina G. B. The role of magnesium in diseases of the cardiovascular system. *Russ. Med. Zh.* 2017;19(7):476–480 (in Russ.). https://www.rmj.ru/articles/terapiya/Roly_magniya_v_zabolevaniyah_serdechnososudistoy_sistemy/
29. DiNicolantonio J. J., O’Keefe J. H., 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
30. Liu M, Dudley SC Jr. Magnesium, Oxidative Stress, Inflammation, and Cardiovascular Disease. *Antioxidants (Basel).* 2020 Sep 23;9(10):907. doi: 10.3390/antiox9100907
31. Morais JB, Severo JS, Santos LR, de Sousa Melo SR, de Oliveira Santos R, de Oliveira AR, Cruz KJ, do Nascimento Marreiro D. Role of Magnesium in Oxidative Stress in Individuals with Obesity. *Biol. Trace. Elem. Res.* 2017 Mar;176(1):20–26. doi: 10.1007/s12011-016-0793-1
32. Williams BA, Beacht GN. Magnesium shifts voltage dependence of activation of delayed rectifier I(K) in guinea pig ventricular myocytes. *Am. J. Physiol.* 1997 Mar;272(3 Pt 2): H1292–301. doi: 10.1152/ajpheart.1997.272.3.H1292
33. Iseri L. T., Allen B. J., Ginkel M. L., Brodsky M. A. Ionic biology and ionic medicine in cardiac arrhythmias with particular reference to magnesium. *Am. Heart. J.* 1992;123(5):1404–1409. [https://doi.org/10.1016/0002-8703\(92\)91059-A](https://doi.org/10.1016/0002-8703(92)91059-A)
34. Mubagwa K., Gwanyanya A., Zakharov S., Macianskiene R. Regulation of cation channels in cardiac and smooth muscle cells by intracellular magnesium. *Archives of Biochemistry and Biophysics.* 2007;458(1):73–89. <https://doi.org/10.1016/j.abb.2006.10.014>
35. Chakraborti S., Chakraborti T., Mandal M., Mandal A., Das S., Ghosh S. Protective role of magnesium in cardiovascular diseases: a review. *Mol. Cell. Biochem.* 2002 Sep;238(1–2):163–179. doi: 10.1023/a:101998702946
36. Ueshima K. Magnesium and ischemic heart disease: a review of epidemiological, experimental, and clinical evidences. *Magnes. Res.* 2005 Dec;18(4):275(in Russ). 84. PMID: 16548143.
37. Hanna IR, Heeke B, Bush H, Brosius L, King-Hageman D, Dudley SC Jr, Beshai JF, Langberg JJ. Lipid-lowering drug use is associated with reduced prevalence of atrial fibrillation in patients with left ventricular systolic dysfunction. *Heart. Rhythm.* 2006 Aug;3(8):881(in Russ). 6. doi: 10.1016/j.hrthm.2006.05.010
38. Liu M, Liu H, Dudley SC Jr. Reactive oxygen species originating from mitochondrial regulate the cardiac sodium channel. *Circ Res.* 2010 Oct 15;107(8):967–74. doi: 10.1161/CIRCRESAHA.110.220673.
39. Liu M, Liu H, Feng F, Xie A, Kang GJ, Zhao Y, Hou CR, Zhou X, Dudley SC Jr. Magnesium Deficiency Causes a Reversible, Metabolic, Diastolic Cardiomyopathy. *J Am Heart Assoc.* 2021 Jun 15;10(12):e020205. doi: 10.1161/JAHA.120.020205
40. Yalta T, Yalta K. Systemic Inflammation and Arrhythmogenesis: A Review of Mechanistic and Clinical Perspectives. *Angiology.* 2018 Apr;69(4):288–296 (in Russ.). doi: 10.1177/0003319717709380
41. Korantzopoulos P, Letsas KP, Tse G, Fragakis N, Goudis CA, Liu T. Inflammation and atrial fibrillation: A comprehensive review. *J. Arrhythm.* 2018 Jun 4;34(4):394–401. doi: 10.1002/joa3.12077.
42. Gartside P. S., Glueck C. J. The important role of modifiable dietary and behavioral characteristics in the causation and prevention of coronary heart disease hospitalization and mortality: the prospective NHANES1 follow-up study. *J. of the Amer. College of Nutrition.* 1995;14; Issue 1: 71–79. <https://doi.org/10.1080/07315724.1995.10718476>
43. Liao F., Folsom A. R., Brancati F. L. Is low magnesium concentration a risk factor for coronary heart disease? The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) Study // *Am Heart J.* 1998; Sep; 136: 3: 480–490. doi: 10.1016/s0002-8703(98)70224-8
44. Громова О. А. Коррекция дефицита магния при ССЗ. Терапевтический справочник. Путеводитель врачей назначений. 2018;1(6): <https://lib.medvestnik.ru/articles/KORREKCIYA-DEFICITA-MAGNIYA-PRI-SSZ.html>
Gromova O. A. Correction of magnesium deficiency in CVD. Therapeutic handbook. Guide to medical appointments № 1 (6) / 2018. <https://lib.medvestnik.ru/articles/KORREKCIYA-DEFICITA-MAGNIYA-PRI-SSZ.html>
45. Qu F., Jin Y., Hao, Li H., Tang T., Wang H. et al. Magnesium and the risk of cardiovascular events: a meta-analysis of prospective cohort studies *PLoS One.* 2013;8(3). Article ID e57720. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057720>
46. Zhao L., Hu M., Yang L., Xu H., Song W., Qian Y. et al. Quantitative Association Between Serum/Dietary Magnesium and Cardiovascular Disease/Coronary Heart Disease Risk: A Dose-Response Meta-analysis of Prospective Cohort Studies. *J. Cardiovasc. Pharmacol.* 2019 Dec;74(6):516–527. doi: 10.1097/FJC.0000000000000739
47. Fang X., Wang K., Han D., He X., Wei J., Zhao L., Imam M. U., Ping Z., Li Y., Xu Y. 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 Med.* 2016;14:210. doi: 10.1186/s12916-016-0742-z
48. He K, Liu K, Daviglus ML, Morris SJ, Loria CM, Van Horn L, Jacobs DR Jr, Savage PJ. Magnesium intake and incidence of metabolic syndrome among young adults. *Circulation.* 2006 Apr 4;113(13):1675–82. doi: 10.1161/circulationaha.105.588327
49. Klevay LM, Milne DB. Low dietary magnesium increases supraventricular ectopy. *Am J Clin. Nutr.* 2002 Mar;75(3):550–4. doi: 10.1093/ajcn/75.3.550
50. Nielsen FH, Milne DB, Klevay LM, Gallagher S, Johnson L. Dietary magnesium deficiency induces heart rhythm changes, impairs glucose tolerance, and decreases serum cholesterol in postmenopausal women. *J. Am. Coll. Nutr.* 2007 Apr;26(2):121–32. doi: 10.1080/07315724.2007.10719593
51. Gommers LM, Hoenderop JG, Bindels RJ, de Baat JH. Hypomagnesemia in Type 2 Diabetes: A Vicious Circle? *Diabetes.* 2016 Jan;65(1):3–13. doi: 10.2337/db15-1028
52. Reffelmann T., Iffermann T., Dörr M., Völzke H., Reinthaler M., Petersmann A., Felix S. B. Low serum magnesium concentrations predict cardiovascular and all-cause mortality. *Atherosclerosis.* 2011;219:280–284. doi: 10.1016/j.atherosclerosis.2011.05.038

52. Haigney M. C., Wei S., Käb S., Griffiths E., Berger R., Tunin R., Kass D., Fisher W. G., Silver B., Silverman H. Loss of cardiac magnesium in experimental heart failure: prolongs and destabilizes repolarization in dogs. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1998;31:701–706. doi: 10.1016/S0735-1097(97)00524-X
53. Alonso A, Rooney MR, Chen LY, Norby FL, Saenger AK, Soliman EZ, O'Neal WT, Hoolman KC, Selvin E, Lutsey PL. Circulating electrolytes and the prevalence of atrial fibrillation and supraventricular ectopy: The Atherosclerosis Risk in Communities (ARIC) study. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2020 Jun 25;30(7):1121–1129. doi: 10.1016/j.numecd.2020.03.010
54. DeCarli C, Sprouse G, LaRosa JC. Serum magnesium levels in symptomatic atrial fibrillation and their relation to rhythm control by intravenous digoxin. *Am. J. Cardiol.* 1986 Apr 15;57(11):956–9. doi: 10.1016/0002-9149(86)90738-1
55. Weglicki W, Quamme G, Tucker K, Haigney M, Resnick L. Potassium, magnesium, and electrolyte imbalance and complications in disease management. *Clin. Exp. Hypertens.* 2005 Jan;27(11):95–112. doi: 10.1081/ceh-200044275
56. Кондаков А. В., Кобылянский А. Г., Тищенко В. Г., Титов В. Н. Функциональные тесты в клинико-диагностической лаборатории: определение дефицита магния в тесте с нагрузкой // Клиническая лабораторная диагностика 2012;6:12–20. <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-testy-v-kliniko-diagnosticheskoy-laboratorii-opredelenie-defitsita-magniya-v-teste-s-nagruzkoy>
- Kondakov AV, Kobylyanskiy AG, Tishchenko VG, Titov VN. The functional tests in clinical diagnostic laboratory: the detection of magnesium deficiency in the loading test. *Klin. Lab. Diagn.* 2012 Jun;(6):16–20. [in Russ.]. <https://cyberleninka.ru/article/n/funktsionalnye-testy-v-kliniko-diagnosticheskoy-laboratorii-opredelenie-defitsita-magniya-v-teste-s-nagruzkoy>
57. Zghoul N, Alam-Eldin N, Mak II, Silver B, Weglicki WB. Hypomagnesemia in diabetes patients: comparison of serum and intracellular measurement of responses to magnesium supplementation and its role in inflammation. *Diabetes Metab. Syndr. Obes.* 2018 Aug 2;11:389–400. doi: 10.2147/DMSO.S168398
58. Rozzaque M. S. Magnesium: Are We Consuming Enough? *Nutrients.* 2018;10:1863. doi:10.3390/nu10121863
59. Rosanoff A, Wolf FI. A guided tour of presentations at the XIV International Magnesium Symposium. *Magnes. Res.* 2016 Mar 1;29(3):55–59. doi: 10.1684/mrh.2016.0405
60. Балашова Н. В., Донцов В. В., Зыбин Д. И. Перспективы определения уровня магния в слюне в кардиохирургической практике // Лабораторная служба. 2021;10(3):28–32. <https://doi.org/10.17116/labs20211003128>
- Balashova N. V., Dontsov V. V., Zybin D. I. Prospects for determining the level of magnesium in saliva in cardiac surgery practice. *Laboratory Service.* 2021;10(3):28–32 [in Russ.]. <https://doi.org/10.17116/labs20211003128>
61. Panchal AR, Bartos JA, Cabañas JG, Donnino MW, Drennan IR, Hirsch KG, Kudenchuk PJ, Kurz MC, Lavonas EJ, Morley PT, O'Neil BJ, Peberdy MA, Riffenberger JC, Rodriguez AJ, Sawyer KN, Berg KM. Adult Basic and Advanced Life Support Writing Group. Part 3: Adult Basic and Advanced Life Support: 2020 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care. *Circulation.* 2020 Oct 20;142(16_suppl_2):S366–S468. doi: 10.1161/CIR.0000000000000916
62. Kasada S, Gilmour RF Jr, Zipes DP. Depressant effect of magnesium on early after-depolarizations and triggered activity induced by cesium, quinidine, and 4-aminopyridine in canine cardiac Purkinje fibers. *Am. Heart J.* 1989 Sep;118(3):458–66. doi: 10.1016/0002-8703(89)90258-5
63. Wu JY, Lipsius SL. Effects of extracellular Mg²⁺ on T- and L-type Ca²⁺ currents in single atrial myocytes. *Am. J. Physiol.* 1990 Dec;259(6 Pt 2):H1842–50. doi: 10.1152/ajpheart.1990.259.6.H1842
64. Rasmussen HS, Thomsen PE. The electrophysiological effects of intravenous magnesium on human sinoatrial node, atrioventricular node, atrium, and ventricle. *Clin. Cardiol.* 1989 Feb;12(2):85–90. doi: 10.1002/clc.4960120204
65. Рекомендации ESC/EAS по предоперационному обследованию и ведению пациентов при выполнении внесердечных хирургических вмешательствах 2014 // Российский кардиологический журнал. 2015;8(124):7–66. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-08-7-66>
- 2014 ESC/EAS guidelines on non-cardiac surgery: cardiovascular assessment and management. *Russ. J. Cardiol.* 2015;8(124):7–66 [in Russ.]. <http://dx.doi.org/10.15829/1560-4071-2015-08-7-66>
66. Fernando H. C., Jaklitsch M. T., Walsh G. L., Tisdale J. E., Bridges C. D., Mitchell J. D., Shrager J. B. The Society of Thoracic surgeons practice guideline on the prophylaxis and management of atrial fibrillation associated with general thoracic surgery: Executive summary. *Ann. Thorac. Surg.* 2011;92:1144–1152. doi: 10.1016/j.athoracsur.2011.06.104
67. Frenzl G., Sodickson A. C., Chung M. K., Waldo A. L., Gersh B. J., Tisdale J. E., Calkins H., Aranki S., Kaneko T., Cassivi S. et al. 2014 AATS guidelines for the prevention and management of perioperative atrial fibrillation and flutter for thoracic surgical procedures. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 2014;148:e153–e193. doi: 10.1016/j.jtcvs.2014.06.036
68. Markovits N., Kurnik D., Halkin H., Margalit R., Bialik M., Lomnicki Y., Loebstein R. Database evaluation of the association between serum magnesium levels and the risk of atrial fibrillation in the community. *Int. J. Cardiol.* 2016;205:142–146. doi: 10.1016/j.ijcard.2015.12.014
69. Zehender M., Meinertz T., Faber T., Caspari A., Jeron A., Bremm K., Just H. Antiarrhythmic effects of increasing the daily intake of magnesium and potassium in patients with frequent ventricular arrhythmias. Magnesium in Cardiac Arrhythmias (MAGICA) Investigators. *J. Am. Coll. Cardiol.* 1997 Apr;29(5):1028–34. doi: 10.1016/S0735-1097(97)00053-3
70. Lutsey PL, Chen LY, Eaton A, Jaeb M, Ruder KD, Neaton JD, Alonso A. A Pilot Randomized Trial of Oral Magnesium Supplementation on Supraventricular Arrhythmias. *Nutrients.* 2018 Jul 10;10(7):884. doi: 10.3390/nu10070884
71. Coudray C, Rambeau M, Feillet-Coudray C, Gueux E, Tressol JC, Mazur A, Rays-siguiet Y. Study of magnesium bioavailability from ten organic and inorganic Mg salts in Mg-depleted rats using a stable isotope approach. *Magnes. Res.* 2005 Dec;18(4):215–23. PMID: 16548135.
72. Walker AF, Marakis G, Christie S, Byng M. Mg citrate found more bioavailable than other Mg preparations in a randomised, double-blind study. *Magnes. Res.* 2003 Sep;16(3):183–91. PMID: 14596323.
73. Pardo MR, Garicano Vilar E, San Mauro Martín I, Camina Martín MA. Bioavailability of magnesium food supplements: A systematic review. *Nutrition.* 2021 Sep;89:111294. doi: 10.1016/j.nut.2021.111294
74. Almozino-Sarafian D., Sarafian G., Berman S., Shteinshneider M., Tzur I., Cohen N., Gorelik O. Magnesium administration may improve heart rate variability in patients with heart failure. *Nutr. Metab. Cardiovasc. Dis.* 2009;19:641–645. doi: 10.1016/j.numecd.2008.12.002
75. Stepura O. B., Martynow A. I. Magnesium orotate in severe congestive heart failure (MACH) *Int. J. Cardiol.* 2009;131:293–295. doi: 10.1016/j.ijcard.2007.11.022
76. Krebs HA. Chemical composition of blood plasma and serum. *Annu. Rev. Biochem.* 1950;19:409–30. doi: 10.1146/annurev.bi.19.070150.002205
77. Inoue K, Zhuang L, Ganapathy V. Human Na⁺-coupled citrate transporter: primary structure, genomic organization, and transport function. *Biochem. Biophys. Res. Commun.* 2002 Dec 6;299(3):465–71. doi: 10.1016/S0006-291X(02)02669-4
78. Sriboonlue P, Jaipakdee S, Jirakulsomchok D, Maiang E, Tosukh Wong P, Prasong-watana V, Savok S. Changes in erythrocyte contents of potassium, sodium and magnesium and Na, K-pump activity after the administration of potassium and magnesium salts. *J. Med. Assoc. Thai.* 2004 Dec;87(12):1506–12. PMID: 15822549.
79. Ranade VV, Somberg JC. Bioavailability and pharmacokinetics of magnesium after administration of magnesium salts to humans. *Am. J. Ther.* 2001 Sep-Oct;8(5):345–57. doi: 10.1097/00045391-200109000-00008
80. Torshin Iy, Gromova OA. Magnesium and pyridoxine: fundamental studies and clinical practice. *Nova Science*, 2009: 250 p.
81. Азиева Л. М., Архангельская О. В., Батаева Е. В., Гришина Т. М., Гузей Л. С., Жмурко Г. П., Загорский В. В., Кузнецов В. Н., Лебедева О. К., Серопегин Ю. Д., Татаркина А. Л., Штепа В. И. Практическое пособие по общей неорганической химии / под ред. д.х.н., профессора С. Ф. Дунаева. Химический факультет МГУ, М., 2002.
- Azieva L. M., Arkhangel'skaya O. V., Bataeva E. V., Grishina T. M., Guzey L. S., Zhmurko G. P., Zagorsky V. V., Kuznetsov V. N., Lebedeva O. K., Seropegin Yu. D., Tatarkina A. L., Stepa V. I. A practical guide to general inorganic chemistry (edited by Doctor of Chemistry, Professor S. F. Dunaev). Faculty of Chemistry, Moscow State University, Moscow, 2002 [in Russ.].

Статья поступила / Received 12.07.22
Получена после рецензирования / Revised 15.07.22
Принята в печать / Accepted 18.07.22

Сведения об авторах

Балашова Наталья Валерьевна, к.б.н., доцент кафедры клинической лабораторной диагностики факультета усовершенствования врачей¹, ассистент кафедры диетологии и клинической нутрициологии² E-mail: BalashovaN77@mail.ru. SPIN: 2355-6837. Author ID: 832745. ORCID: 0000-0002-0548-3414

Орлова Светлана Владимировна, д.м.н., проф., зав. кафедрой диетологии и клинической нутрициологии². E-mail: rudn_nutr@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4689-3591

Гуля Леонид Деомидович, врач отделения хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции¹. E-mail: doctor_gulia@mail.ru. eLIBRARY ID: 26229976

Бения Роланд Мушневич, к.м.н., зав. отделением хирургического лечения сложных нарушений ритма сердца и электрокардиостимуляции¹. E-mail: doctorbenia@mail.ru. eLIBRARY ID: 11744997

Никитина Елена Александровна, к.м.н., доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии². E-mail: nikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3220-0333

¹ ГБУЗ МО «Московский областной научно-исследовательский клинический институт имени М. Ф. Владимирского»

² ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

Автор для переписки: Орлова Светлана Владимировна. Email: rudn_nutr@mail.ru

Для цитирования: Балашова Н. В., Орлова С. В., Гуля Л. Д., Бения Р. М., Никитина Е. А. Применение магния в аритмологии. *Медицинский алфавит.* 2022; (16): 115–120. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-16-115-120>

About authors

Balashova Natalya V., PhD Bio, assistant professor at Dept of Clinical Laboratory Diagnostics of the Faculty of Advanced Training of Doctors¹. E-mail: BalashovaN77@mail.ru SPIN: 2355-6837. Author ID: 832745. ORCID: 0000-0002-0548-3414

Orlova Svetlana V., DM Sci, professor, head of Dept of Dietetics and Clinical Nutritiology². E-mail: rudn_nutr@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4689-3591

Gulia Leonid D., physician at Dept of Surgical Treatment of Complex Heart Rhythm Disorders and Electrocardiostimulation¹. E-mail: doctor_gulia@mail.ru. eLIBRARY ID: 26229976

Beniya Roland M., PhD Med, head of Dept of Surgical Treatment of Complex Heart Rhythm Disorders and Electrocardiostimulation¹. E-mail: doctorbenia@mail.ru. eLIBRARY ID: 11744997

Nikitina Elena A., PhD Med, assistant professor at Dept of Dietetics and Clinical Nutritiology². E-mail: nikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3220-0333

¹ M.F. Vladimirovsky Moscow Regional Research and Clinical Institute (MONIKI), Moscow, Russia

² Peoples' Friendship University of Russia, Moscow, Russia

Corresponding author: Orlova Svetlana V. E mail: rudn_nutr@mail.ru

For citation: Balashova N. V., Orlova S. V., Gulia L. D., Benia R. M., Nikitina E. A. The use of magnesium in arrhythmology. *Medical alphabet.* 2022; (16): 115–120. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-16-115-120>

