

УДК 616.12+611-018.54

ББК 54.1

С.П. САПОЖНИКОВ, М.В. ШЕСТИПАЛОВА, В.Н. ДИОМИДОВА,
В.А. КОЗЛОВ, Н.Н. ИВАНОВА**УРОВНИ МАГНИЯ И КАЛЬЦИЯ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ
У ЖИТЕЛЕЙ ОДНОГО ИЗ РЕГИОНОВ РОССИИ**

Ключевые слова: сыворотка крови, кальций, магний, дисбаланс химических элементов, болезни органов пищеварения, болезни эндокринной системы.

С целью установления уровня обеспеченности магнием и кальцием жителей Чувашии нами были проанализированы их концентрации в сыворотке крови, которые были получены при сдаче крови в ходе плановой диспансеризации или по направлению врача. Проанализировано 2152 образца сыворотки на магний (1429 женщин и 723 мужчины) и 1324 (908 и 416 женщин и мужчин, соответственно) – на кальций. Не обнаружены различия в уровнях содержания химических элементов в сыворотке крови между представителями женского и мужского пола, а также между людьми разного возраста (учитывали следующие возрастные интервалы: 20–39 лет, 40–59 и 60–79). Наибольший процент результатов анализов с содержанием магния менее 0,70 ммоль/л наблюдается в группе людей, имеющих болезни органов пищеварения. Причем эта особенность оказалась характерной как для женщин, так и для мужчин (7,19 и 13,58%, соответственно). Наименьшее число проб содержания магния и кальция с результатами ниже референтных величин в нашем исследовании обнаружено в группе обследованных женщин с болезнями системы кровообращения, а в группе мужчин – с болезнями эндокринной системы. Данные результаты, выраженные в процентах, были достоверно ниже аналогичного показателя, полученного при оценке элементного состава сыворотки крови в общей выборке с учетом пола. Сделан вывод о необходимости мониторинга и коррекции нутриентного дисбаланса препаратами, содержащими магний и кальций, особенно у лиц, имеющих болезни органов пищеварения.

В последние десятилетия достаточно большое количество исследований посвящено проблеме недостаточной обеспеченности организма человека магнием: причины, последствия недостаточности. Так, показана роль дефицита магния в развитии нарушений углеводного и липидного обменов, артериальной гипотонии и ожирения [12], нарушении деятельности репродуктивной функции [1] и других состояний, напрямую связанных с действием более чем 700 магний-зависимых белков [2]. Много внимания уделяется и проблеме выбора оптимального биологического субстрата для оценки обеспеченности организма магнием. С этой целью предлагается использовать эритроциты [2], слюну [6, 13], волосы [11], сыворотку крови [10]. Процитированные работы подчеркивают высокую значимость исследований по установлению связи между обеспеченностью организма магнием и здоровьем.

С целью установления уровня обеспеченности магнием и кальцием жителей Чувашии нами были проанализированы их концентрации в сыворотке крови, которые были получены при сдаче крови в ходе плановой диспансеризации или по направлению врача. Исследования были выполнены на автоматическом биохимическом анализаторе AU680 (Beckman Coulter, США) реагентами производства Beckman Coulter. Магний определяли спектрофотометрическим методом с ксилидиновым синим (референтные значения 0,7–0,98 ммоль/л согласно прилагаемой инструкции), кальций – спектрофотометрически с кальций-арсеназом III (референтные значения 2,15–2,58 ммоль/л). При математической обработке данных учитывались пол, возраст, диагноз. Всего было проанализировано 2152 образца сыворотки на магний (1429 жен-

щин и 723 мужчины) и 1324 (908 и 416 женщин и мужчин, соответственно) на кальций. Рассчитывали среднее значение и стандартное отклонение в общей выборке, среди мужчин и женщин, а также в группах мужчин и женщин с эндокринными заболеваниями, болезнями системы кровообращения и органов пищеварения. Значимые статистические различия в выборках по уровням содержания изучаемых химических элементов в сыворотке оценивали при помощи критерия Стьюдента, а количество результатов, отличавшихся от референтных величин, выраженных в процентах – при помощи z-критерия. Методом ранговой корреляции оценивали наличие математической связи между диагнозом, возрастом, полом, концентрациями элементов в сыворотке крови. Различия считали статистически значимыми при $P < 0,05$.

Результаты и их обсуждение. Средний возраст женщин, включенных в выборку для математической обработки, составил $56,99 \pm 16,67$, мужчин – $56,25 \pm 15,94$. Концентрация магния и кальция в женской выборке составила $0,90 \pm 0,20$ ммоль/л и $2,33 \pm 0,17$ ммоль/л, а в мужской $0,90 \pm 0,19$ и $2,32 \pm 0,16$, соответственно. Проведенный расчет средних концентраций магния и кальция в сыворотке крови у людей, объединенных в группы по имеющимся у них основным диагнозам (системе кровообращения, органов пищеварения и эндокринной системы), а также с учетом пола и возраста, позволил сделать некоторые заключения. Так, нами не обнаружены различия в уровнях содержания химических элементов в сыворотке крови между представителями женского и мужского пола, а также между людьми разного возраста (учитывали следующие возрастные интервалы: 20–39 лет, 40–59 и 60–79). В то же время учет количества результатов, не соответствующих референтным значениям (таблица), позволил установить процент людей, находящихся в состоянии гомеостатической недостаточности или избыточности по магнию и кальцию. Как видно из представленных в таблице данных, доли проб со значениями менее 0,70 ммоль/л для магния и менее 2,15 ммоль/л для кальция у женщин составили 6,38 и 11,34%, соответственно, что соизмеримо с аналогичными данными в мужской выборке. Можно отметить и то обстоятельство, что доля проб, превышающих верхний предел референтных значений по магнию как среди женщин, так и среди мужчин, составила около 25% (24,42 и 27,38%, соответственно). Доля проб, превышающих верхние границы референтных величин по содержанию в сыворотке крови кальция, минимальна (3,30 у женщин и 3,36 – у мужчин).

Число проб, не соответствующих референтным величинам, %

Пол	Классы болезней	Элемент			
		магний		кальций	
		< 0,70 ммоль/л	> 0,98 ммоль/л	< 2,15 ммоль/л	> 2,58 ммоль/л
Женщины	Общая выборка (все классы)	6,38	24,42	11,34	3,30
	Болезни системы кровообращения	3,00	24,94	3,79*	5,69
	Болезни эндокринной системы	6,98	22,48	8,85	3,54
	Болезни органов пищеварения	7,19	22,22	13,67	5,98
Мужчины	Общая выборка (все классы)	8,30	27,38	14,66	3,36
	Болезни системы кровообращения	6,67	30,38	16,21	4,50
	Болезни эндокринной системы	2,27*	13,51*	5,71*	0,00
	Болезни органов пищеварения	13,58	25,92	23,08	0,00

Примечание. * – $P < 0,05$ в сравнении с общей выборкой людей (z-критерий).

Также можно отметить, что наибольший процент результатов анализов с содержанием магния менее 0,70 ммоль/л наблюдается в группе людей, имеющих болезни органов пищеварения. Причем эта особенность оказалась характерной как для женщин, так и для мужчин (7,19 и 13,58%, соответственно). У людей с заболеваниями этого же класса наблюдался и наибольший процент людей, имевших уровень кальция в концентрациях ниже референтных значений (13,67 и 23,08%). Наименьшее число проб содержания магния и кальция с результатами ниже референтных величин в нашем исследовании обнаружено в группе обследованных женщин с болезнями системы кровообращения, а в группе мужчин – с болезнями эндокринной системы. Данные результаты, выраженные в процентах, были достоверно ниже от аналогичного показателя, полученного при оценке элементного состава сыворотки крови в общей выборке с учетом пола. Анализируя представленные в таблице данные, можно отметить, что доля недостатка оцениваемых элементов в разных выборках примерно одинакова, доля превышения референтных величин значительно выше при оценке содержания в сыворотке крови магния, нежели кальция. Проведенные широкомасштабные исследования показали, что дефицит магния широко распространен в популяции: низкие концентрации магния в ПК были установлены у 47,8% пациентов, обратившихся в многопрофильные лечебные учреждения, что соответствует достоверному повышению риска таких состояний, как F43.0. Острая реакция на стресс; I20.0. Нестабильная стенокардия; E11.7 E11.8. Инсулиннезависимый сахарный диабет; I47.9. Пароксизмальная тахикардия неуточненная, и ряд других состояний. Высокие уровни магния в плазме крови ($>1,3$ ммоль/л) не были связаны с какой-либо патологией, а соответствовали нормализации электролитного баланса [3, 5].

Проведенный нами корреляционный анализ не выявил достоверных связей между концентрациями магния и кальция в сыворотке крови с возрастом, полом и основным диагнозом.

Рассматривая причины развития дефицита магния, можно отметить, что определяющим является пищевой фактор. Использование в питании продуктов после первичной, вторичной и третичной переработки неизбежно влечет за собой изменение их природного нутриентного состава, увеличивается количество таких искусственно созданных компонентов, как красители, усилители вкуса, стабилизаторы, разрыхлители и многих других. На обеспеченность организма магнием оказывает влияние не только валовое содержание магния в употребляемых продуктах, но и наличие веществ, препятствующих всасыванию (фитановая кислота, кальций), что было отмечено в некоторых работах [4]. На обеспеченность организма химическими элементами влияют и этнические традиции, личные предпочтения в выборе продуктов (диеты). Рассматривается вопрос и о вкладе геохимического фактора в обеспеченность различными элементами. Так, были выявлены достоверные различия в уровнях содержания магния в сыворотке крови жителей, проживающих в различных административно-территориальных районах Чувашии, что по результатам проведенных исследований объясняется, в том числе, и особенностями химического состава питьевых вод [9]. Не последнюю роль в поступлении химических элементов играет и элементный состав питьевых вод, на что указывали некоторые авторы [4]. В другом исследовании показано, что с двумя литрами питьевой воды в организм человека магний может поступать в коли-

чествах, соответствующих от 4,0 до 29,5% от суточной потребности [8]. Значимый вклад в развитие дефицита магния оказывают и вредные привычки (курение, алкоголь). Так, при употреблении крысами 20%-ного этанола в течение 6 месяцев было отмечено достоверное снижение в сыворотке крови содержание магния и кальция по сравнению с животными, употреблявшими водопроводную воду [14].

Среди внутренних факторов можно выделить состояние желудочно-кишечного тракта (кислотность желудочного сока, воспалительные состояния кишечника), состояния, сокращающие период полувыведения магния из организма (чрезмерные физическая и психологическая нагрузки), работа транспортных систем (генные мутации). Об ассоциированности полиморфных вариантов генов, вовлеченных в метаболизм нутриентов, с патологическими состояниями, а также примеры модификаций эффектов вариантов генов на риск развития заболеваний многофакторной природы различными средовыми факторами (биоэлементами и другими компонентами диеты, неблагоприятными факторами среды, лекарственными препаратами и др.) изложено в обзорной работе А.Н. Кучер [7].

Таким образом, в ходе исследования обнаружено, что у определенного процента жителей Чувашии наблюдается гомеостатический недостаток или избыток на момент обследования магния и кальция. Группой риска по недостаточности в организме магния и кальция составляют лица, имеющие болезни органов пищеварения. Учитывая высокую биологическую значимость магния и кальция, а также геохимические особенности местности проживания, необходимо контролировать обеспеченность ими организма при профилактических осмотрах с целью своевременной коррекции возможных нарушений и предупреждения манифестации заболеваний, в патогенезе развития которых могут участвовать специфически ассоциированные с действием магния и кальция процессы.

Литература

1. Вяткина И.С. Актуальность изучения дефицита магния у женщин молодого репродуктивного возраста (обзор литературы) // Бюллетень ВСНЦ СО РАМН, 2012. Т. 6, № 88. С. 135–139.
2. Громова О.А., Калачева А.Г., Сатарина Т.Е., Гришина Т.Р., Микадзе Ю.В., Торшин И.Ю. Влияние препарата Магне-В6 на параметры стресса и когнитивную функцию при высоких психоэмоциональных нагрузках // Трудный пациент. 2008. № 2. С. 2–8.
3. Громова О.А., Калачева А.Г., Торшин И.Ю., Рудаков К.В., Грустливая У.Е., Юдина Н.В., Егорова Е.Ю., Лиманова О.А., Федотова Л.Э., Грачева О.Н., Никифорова Н.В., Сатарина Т.Е., Гоголева И.В., Гришина Т.Р., Курамшина Д.Б., Новикова Л.Б., Лисицына Е.Ю., Керимкулова Н.В., Владимирова И.С., Чекмарева М.Н., Ляпкина Е.В., Шалаева Л.А., Талепоровская С.Ю., Силинг Т.Б., Семенов В.А., Семенова О.В., Назарова Н.А., Галустян А.Н., Сардарян И.С. Недостаточность магния – достоверный фактор риска коморбидных состояний: результаты крупномасштабного скрининга магниевое статуса в регионах России // Фарматека. 2013. № 6(259). С. 115–129.
4. Громова О.А., Торшин И.Ю., Коденцова В.М. Пищевые продукты: содержание и усвоение магния // Терапия. 2016. № 5(9). С. 87–96.
5. Громова О.А., Торшин И.Ю., Тапильская Н.И. Протеомный анализ магниевых-зависимых белков // Медицинский совет. 2017. № 1. С. 66–76.
6. Караков К.Г., Эльбекьян К.С., Макарова Г.В. Основы биохимии тканей и органов полости рта. Ставрополь: Фабула, 2012. 104 с.
7. Кучер А.Н. Ген-средовые взаимодействия как основа формирования здоровья // Экологическая генетика. 2017. Т. 15, № 4. С. 19–32.
8. Сапожников С.П. Эколого-биогеохимические факторы среды обитания и здоровье. Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2001. 96 с.
9. Сапожников С.П. Гигиеническая оценка причинно-следственных связей микроэлементного состава водно-пищевых рационов с хроническими неинфекционными заболеваниями: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Казань, 1991. 23 с.

10. Тиц Н. Энциклопедия клинических лабораторных тестов / пер. с англ. под ред. В.В. Меньшикова. М.: Лабинформ, 2010. С. 313–315.
11. Халезов А., Цалев Д. Атомно-эмиссионный анализ. Л.: Медицина, 1983. 200 с.
12. Шилов А.М., Мельник М.В., Осия А.О., Свиридова А.Ю., Грязнов Д.А. Роль дефицита магния в патогенезе метаболического синдрома // Русский медицинский журнал. 2008. Т. 16, № 21. С. 1439–1445.
13. Эргашев Ю. Гигиеническая оценка влияния зубных протезов на состояние полости рта: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Иркутск, 2002. 26 с.
14. Яковлева Л.М., Сапожников С.П. Структурные изменения тонкого кишечника и всасывание химических элементов при экспериментальной алкогольной интоксикации // Наркология. 2012. Т. 11, № 9(129). С. 44–47.

САПОЖНИКОВ СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ – доктор медицинских наук, профессор, заведующий кафедрой медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (adaptogon@mail.ru).

ШЕСТИПАЛОВА МАРИЯ ВЛАДИМИРОВНА – врач клинической лабораторной диагностики клинко-диагностической лаборатории, Городская клиническая больница № 1, Россия, Чебоксары (ckdl21@yandex.ru).

ДИОМИДОВА ВАЛЕНТИНА НИКОЛАЕВНА – доктор медицинских наук, профессор, декан медицинского факультета, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (diomidovavn@rambler.ru).

КОЗЛОВ ВАДИМ АВЕНИРОВИЧ – доктор биологических наук, профессор кафедры медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (pooh12@yandex.ru).

ИВАНОВА НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА – кандидат биологических наук, старший преподаватель кафедры медицинской биологии с курсом микробиологии и вирусологии, Чувашский государственный университет, Россия, Чебоксары (tata.ivanova@list.ru).

S. SAPOZHNIKOV, M. SHESTIPALOVA, V. DIOMIDOVA, V. KOZLOV, N. IVANOVA
LEVELS OF MAGNESIUM AND CALCIUM IN THE BLOOD SERUM
OF RESIDENTS IN ONE OF RUSSIA'S REGIONS

Keywords: serum, calcium, magnesium, imbalance of chemical elements, diseases of the digestive system, diseases of the endocrine system.

In order to establish the level of magnesium and calcium supply in Chuvashia residents, we analyzed their serum concentrations, which were obtained during blood donation during routine medical examination or by a doctor's referral. 2152 serum samples were analyzed for magnesium (1429 women and 723 men) and 1324 (908 and 416 women and men, respectively) – for calcium. There were no differences in the levels of chemical elements in blood serum neither between males and females, nor between people of different ages (the following age intervals were taken into account: 20–39 years, 40–59 and 60–79). The highest percentage of test results with a magnesium content of less than 0,70 mmol / l is observed in the group of people with diseases of the digestive system. Moreover, this feature was typical for both women and men (7,19 and 13,58%, respectively). The smallest number of magnesium and calcium samples with results below the reference values in our study was found in the group of examined women with circulatory system diseases, and in the group of men – with endocrine system diseases. These results, expressed as a percentage, were significantly lower than the same indicator obtained when evaluating the elemental composition of blood serum in the total sample, taking gender into account. It is concluded that it is necessary to monitor and correct the nutrient imbalance with preparations containing magnesium and calcium, especially in persons with diseases of the digestive system.

References

1. Vyatkina I.S. Aktualnost izucheniya defitsita magniya u zhenshchin molodogo reproduktivnogo vozrasta (obzor literatury) [Relevance of the study of magnesium deficiency in women of young reproductive age (literature review)]. *Byulleten VSNTs SO RAMN*, 2012, vol. 6, no. 88, pp. 135–139.
2. Gromova O.A., Kalacheva A.G., Satarina T.E., Grishina T.R., Mikadze Yu.V., Torshin I.Yu. Vliyanie preparata Magne-B6 na parametry stressa i kognitivnyuyu funktsiyu pri vysokikh psiko-emotsionalnykh nagruznykh [Effect of Magne-B6 on stress parameters and cognitive function at high psychoemotional loads]. *Trudnyi patsient*, 2008, no. 2, pp. 2–8.

3. Gromova O.A., Kalacheva A.G., Torshin I.Yu., Rudakov K.V., Grustlivaya U.E., Yudina N.V., Egorova E.Yu., Limanova O.A., Fedotova L.E., Gracheva O.N., Nikiforova N.V., Satarina T.E., Gogoleva I.V., Grishina T.R., Kuramshina D.B., Novikova L.B., Lisitsyna E.Yu., Kerimkulova N.V., Vladimirova I.S., Chekmareva M.N., Lyalyakina E.V., Shalaeva L.A., Taleporovskaya S.Yu., Siling T.B., Semenov V.A., Semenova O.V., Nazarova N.A., Galustyan A.N., Sardaryan I.S. *Nedostatochnost magniya – dostovernyi faktor riska komorbidnykh sostoyanii: rezultaty krupnomasshtabnogo skrininga magnievogo statusa v regionakh Rossii* [Magnesium deficiency – a significant risk factor for comorbid conditions: results of large-scale screening of magnesium status in Russian regions]. *Farmateka*, 2013, no. 6(259), pp. 115–129.
4. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Kodentsova V.M. *Pishchevye produkty: sodержanie i usvoenie magniya* [Food: the contents and absorption of magnesium]. *Terapiya*, 2016, no. 5(9), pp. 87–96.
5. Gromova O.A., Torshin I.Yu., Tapilskaya N.I. *Proteomnyi analiz magnii–zavisimykh belkov* [Proteomic analysis of magnesium-dependent proteins]. *Meditinskii sovet*, 2017, no. 1, pp. 66–76.
6. Karakov K.G., Elbekyan K.S., Makarova G.V. *Osnovy biokhimii tkanei i organov polosti rta* [Tutorial: Basics of biochemistry of tissues and organs of the oral cavity]. Stavropol, Fabula Publ., 2012, 104 p.
7. Kucher A.N. *Gen–sredovye vzaimodeistviya kak osnova formirovaniya zdorovya* [Gene-environmental interaction as the basis for the formation of health]. *Ekologicheskaya genetika*, 2017, vol. 15, no. 4, pp. 19–32.
8. Sapozhnikov S.P. *Ekologo-biogeokhimicheskie faktory sredy obitaniya i zdorove* [Ecological and biogeochemical factors of the environment and health]. Cheboksary, Chuvash University Publ., 2001, 96 p.
9. Sapozhnikov S.P. *Gigienicheskaya otsenka prichinno–sledstvennykh svyazei microelementnogo sostava vodno–pishchevykh ratsionov s khronicheskimi neinfektsionnymi zabolevaniyami: avtoref. dis. ... kand. med. nauk* [Hygienic assessment of cause-and-effect relationships of microelement composition of water-food diets with chronic non-infectious diseases. Abstract of Doct. Diss.]. Kazan, 1991, 23 p.
10. Tietz, N.W., ed. *Clinical Guide to Laboratory Tests*, 3rd ed. Philadelphia, PA, 1995 (Russ. ed.: *Entsiklopediya klinicheskikh laboratornykh testov*. Moscow, Labirint Publ., 2001).
11. Khalezov A., Tsalev D. *Atomno-emissionnyi analiz* [Atomic-emission analysis]. Leningrad, Meditsina Publ., 1983, 200 p.
12. Shilov A.M., Melnik M.V., Osiya A.O., Sviridova A.Yu., Gryaznov D.A. *Rol defitsita magniya v patogeneze metabolicheskogo sindroma* [The role of magnesium deficiency in the pathogenesis of metabolic syndrome]. *Russkii meditsinskii zhurnal*, 2008, vol. 16, no. 21, pp. 1439–1445.
13. Ergashev Yu. *Gigienicheskaya otsenka vliyaniya zubnykh protezov na sostoyanie polosti rta: avtoref. dis. ... kand. med. med. nauk* [Hygienic assessment of the influence of dentures on the oral cavity. Abstract of Doct. Diss.]. Irkutsk, 2002, 26 p.
14. Yakovleva L.M., Sapozhnikov S.P. *Strukturnye izmeneniya tonkogo kishechnika i vsasyvanie khimicheskikh elementov pri eksperimentalnoi alkogolnoi intoksikatsii* [Structural changes in the small intestine and absorption of chemical elements in experimental alcohol intoxication]. *Narkologiya*, 2012, vol. 11, no. 9(129), pp. 44–47.

SAPOZHNIKOV SERGEY – Doctor of Medical Sciences, Professor, Head of Department Medical Biology with a Course in Microbiology and Virology, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (adaptogon@mail.ru).

SHESTIPALOVA MARIA – Doctor of Clinical Laboratory Diagnostics, Clinical Diagnostic Laboratory, City Clinical Hospital no. 1, Russia, Cheboksary (ckdl21@yandex.ru).

DIOMIDOVA VALENTINA – Doctor of Medical Sciences, Professor, Dean of the Medical Faculty, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (diomidovavn@rambler.ru).

KOZLOV VADIM – Doctor of Biological Sciences, Professor of Department Medical Biology with a Course in Microbiology and Virology, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (pooh12@yandex.ru).

IVANOVA NATALIA – Candidate of Biological Sciences, Senior Lecturer, Medical Biology Department with course of Microbiology and Virology, Chuvash State University, Russia, Cheboksary (tata.ivanova@list.ru).
