

Оценка скрытого дефицита магния у беременных

С.В. Орлова^{1✉}, orlova-sv@rudn.ru, Е.А. Никитина¹, Н.В. Балашова¹, А.Н. Исаев², А.В. Ершов³, О.Е. Пронина⁴,
А.Н. Водолазкая⁵, Е.В. Прокопенко⁶

¹ Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6

² ООО «ДНКМ»; 127018, Россия, Москва, 4-й Стрелецкий проезд, д. 4, корп. 1

³ Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2

⁴ Клиника «Медгород»; 115054, Россия, Москва ул. Валовая, д. 32/75, стр. 2

⁵ Австрийская клиника микронутриентной терапии Biogena; 121087, Россия, Москва, Береговой проезд, д. 5, корп. 2

⁶ ООО «ИНВИТРО»; 125047, Россия, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16, корп. 3

Резюме

Введение. Вопрос соотношения кальция и магния в организме в научных кругах обсуждается не так часто, как роль каждого из этих элементов. Еще меньше внимания специалисты уделяют соотношению минералов в организме беременных.

Цель. Провести анализ содержания магния и кальция в крови беременных на разных сроках гестации и оценить отношение «магний/кальций» с целью установления расчетного коэффициента.

Материалы и методы. В исследование были включены 272 беременные женщины (возраст $31,85 \pm 5,0$ года) на разных сроках гестации. Обследуемые не предъявляли жалоб, характерных для клиники дефицита магния и кальция. Биохимический анализ крови (определение концентрации общего кальция, магния) проводили в лаборатории ООО «ДНКМ» в г. Москве. Забор крови из локтевой вены осуществляли по стандартной методике утром натощак после 10–12 ч голодания.

Результаты и обсуждение. По данным биохимического анализа концентрация общего кальция в сыворотке крови составила ($M \pm SD$) $2,28 \pm 0,11$ ммоль/л, общего магния – $0,78 \pm 0,07$ ммоль/л, соотношения «магний/кальций» – $0,34 \pm 0,03$. Средние концентрации кальция и магния были достоверно ниже у женщин во II и III триместрах по сравнению с I триместром ($p < 0,001$). Снижение концентрации магния ниже оптимальных для беременных $0,8$ ммоль/л наблюдалось у 37,5% женщин в I триместре, у 77,3% и 84,1% – во II и III триместрах соответственно. Концентрация магния в сыворотке менее $0,7$ ммоль/л, отражающая глубокий дефицит магния, была выявлена в I триместре у 3,6% женщин, во II триместре – у 11,3%, в III триместре – у 15,9% беременных. Гипокальциемия (концентрация общего кальция менее $2,15$ ммоль/л) регистрировалась у 0,9, 11,3 и 22,3% беременных в I, II и III триместрах. При расчете коэффициента «магний/кальций» субклинический дефицит магния выявлялся у 96,7% беременных на протяжении всей беременности.

Выводы. Полученные данные свидетельствуют о необходимости прегравидарного обследования и своевременной коррекции метаболических нарушений.

Ключевые слова: беременность, кальций, магний, дефицит, прегравидарное обследование

Благодарности. Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Для цитирования: Орлова С.В., Никитина Е.А., Балашова Н.В., Исаев А.Н., Ершов А.В., Пронина О.Е., Водолазкая А.Н., Прокопенко Е.В. Оценка скрытого дефицита магния у беременных. *Медицинский совет.* 2022;16(5):104–110. <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-5-104-110>.

Конфликт интересов: авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Assessment of subclinical magnesium deficiency in pregnant women

Svetlana V. Orlova^{1✉}, orlova-sv@rudn.ru, Elena A. Nikitina¹, Natalya V. Balashova¹, Andrey N. Isaev², Anton V. Ershov³,
Olesya E. Pronina⁴, Angelina N. Vodolazkaya⁵, Elena V. Prokopenko⁶

¹ Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia

² "DNKOM" LLC; 4, Bldg. 1, 4th Streletsky Proezd, Moscow, 127018, Russia

³ Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia

⁴ Medical Center "Medgorod"; 32/75, Bldg. 2, Valovaya St., Moscow, 115054, Russia

⁵ Austrian Clinic of Micronutrient Therapy Biogena; 5/2, Beregovoy Proezd, Moscow, 121087, Russia

⁶ "INVITRO" LLC; 16, Bldg. 3, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047, Russia

Abstract

Introduction. The question of the ratio of calcium and magnesium in the body in the scientific community is not discussed as often as the role of each of these elements. Experts pay even less attention to the ratio of minerals in the body of pregnant women.

Aim. To analyze the content of magnesium and calcium in the blood of pregnant women at different gestation periods and evaluate the ratio of magnesium / calcium in order to establish the calculated coefficient.

Materials and methods. 272 pregnant women (age 31.85 ± 5.0 years) at different gestation periods were included in the study. The subjects did not complain, typical for the clinic of magnesium and calcium deficiency. All surveyed gave written consent to the study. A biochemical blood test (determination of the concentration of total calcium, magnesium) was carried out in the laboratory of LLC DNKOM in Moscow. Blood sampling from the cubital vein was carried out according to the standard method in the morning on an empty stomach after 10–12 hours of fasting.

Results and discussion. Concentration of total calcium in the serum was ($M \pm SD$) 2.28 ± 0.11 mmol/L, total magnesium – 0.78 ± 0.07 mmol/L, magnesium/calcium ratio – 0.34 ± 0.03 . Mean concentrations of calcium and magnesium were significantly lower in women in the II and III trimesters compared with the I trimester ($p < 0.001$). A decrease in magnesium concentration below the optimal for pregnant women of 0.8 mmol/L was observed in 37.5% of women in the first trimester, in 77.3% and 84.1% in the II and III trimesters, respectively. Serum magnesium concentration less than 0.7 mmol/L, reflecting a profound magnesium deficiency, was detected in the first trimester in 3.6% of women, in the second trimester – in 11.3% of women, in the third trimester – in 15.9% of pregnancies. Hypocalcemia (total calcium concentration less than 2.15 mmol/L) was recorded in 0.9%, 11.3% and 22.3% of pregnant women in the I, II and III trimesters. When calculating the magnesium/calcium ratio, subclinical magnesium deficiency was detected in 96.7% of pregnant women throughout pregnancy.

Conclusion. The data obtained indicate the need for pregravid examination and early correction of metabolic disorders.

Keywords: pregnancy, calcium, magnesium, deficiency, pre-conceptional examination

Acknowledgments. The article was prepared with the support of the RUDN University Strategic Academic Leadership Program.

For citation: Orlova S.V., Nikitina E.A., Balashova N.V., Isaev A.N., Ershov A.V., Pronina O.E., Vodolazkaya A.N., Prokopenko E.V. Assessment of subclinical magnesium deficiency in pregnant women. *Meditsinskiy Sovet.* 2022;16(5):104–110. (In Russ.) <https://doi.org/10.21518/2079-701X-2022-16-5-104-110>.

Conflict of interest: the authors declare no conflict of interest.

ВВЕДЕНИЕ

Магний – один из эссенциальных минералов для нормального протекания беременности. Он принимает участие в регуляции энергетического и электролитного обмена, синтезе белков, жиров, углеводов, контролирует процесс воспроизведения нуклеиновых кислот, что особенно важно во время беременности. В организме человека существует не менее 500 магнийзависимых белков [1].

Дефицит магния широко распространен у женщин репродуктивного возраста как в развивающихся, так и в развитых странах [2, 3]. Было показано, что 48% американцев получают с пищей магний в количестве ниже рекомендуемого суточного уровня потребления, включая 46% беременных женщин [3]. В Российской Федерации при обследовании взрослых пациентов, получавших терапию в лечебно-профилактических учреждениях Центрального, Северо-Западного, Северного и Сибирского федеральных округов, было установлено, что адекватно обеспечены магнием (концентрация магния в плазме крови $> 0,80$ ммоль/л, потребление магния с пищей > 300 мг/сут) не более 6% обследованных [4].

Дефицит магния во время беременности может представлять опасность для здоровья как матери, так и новорожденного, последствия этого могут распространиться на взрослую жизнь потомства [5, 6]. Накапливается все больше данных о связи недостаточного потребления магния и низкой его концентрации в сыворотке крови с риском развития осложнений беременности, включая гестационный диабет, преждевременные роды, преэклампсию и внутриутробную задержку роста [7].

Лабораторная диагностика дефицита магния у беременных представляет особую сложность. Традиционно используемое определение концентрации магния

в сыворотке/плазме крови имеет существенные ограничения, связанные преимущественно с внутриклеточным распределением этого элемента. В сыворотке содержится всего 0,3% запасов магния, основная его часть сосредоточена в костях, мышцах и форменных элементах крови. В крови концентрация магния может поддерживаться в пределах референсных границ длительное время, вплоть до истощения тканевых депо. Остается открытым вопрос, что именно считать «нормальным» уровнем магния в сыворотке крови. Долго использовавшиеся в лабораторной диагностике нормы содержания магния в сыворотке крови, равные 0,75–0,95 ммоль/л, были получены при обследовании практически здоровых американцев в 1974 г. [8]. Позднее было предложено использовать еще более широкие пределы (0,7–1,1 ммоль/л) для определения адекватной обеспеченности организма магнием [9]. Однако отсутствие яркой клинической симптоматики не исключает наличия латентного дефицита магния. В исследованиях было показано, что снижение концентрации магния в сыворотке ниже 0,8–0,87 ммоль/л ассоциировано с повышенным риском развития сердечно-сосудистых и метаболических заболеваний [10, 11]. При уровне магния $\geq 0,87$ ммоль/л риск развития сердечно-сосудистых событий на 32% ниже, чем у людей с уровнем магния $< 0,81$ ммоль/л (1,9 мг/дл) [12]. Так называемая «отрезная точка» содержания магния в сыворотке/плазме крови для постановки диагноза дефицита магния, расчета рисков сосудистой патологии и ряда других заболеваний остается предметом обсуждения [13, 14].

Согласно резолюции III Международного экспертного совета по проблемам дефицита магния в акушерстве и гинекологии, нижнюю границу референсных значений магния в сыворотке/плазме крови у беременных нужно

поднять до значений 0,80–0,85 ммоль/л [15]. В связи с этим необходимо изменить нормативы лабораторной диагностики и привести их к международным стандартам, которые действуют в Швейцарии, Франции, Германии, где 0,85 ммоль/л – нижняя граница нормы.

Внутривенное введение магния в течение нескольких часов ограничивает у беременных проведение нагрузочного теста, который считается «золотым стандартом» для выявления дефицита магния [16]. Это создает дополнительные трудности для диагностики субклинического дефицита.

Известно, что магний принимает участие в поддержании постоянства внутри- и внеклеточной концентрации кальция. На фоне дефицита магния усиливается транспорт кальция в клетки, а в крови развивается гипокальциемия, резистентная к действию паратгормона. У беременных женщин дополнительную трудность в интерпретации ряда лабораторных анализов создает физиологическая гемодилюция, приводящая к прогрессирующему снижению концентрации как магния, так и кальция в сыворотке крови во II и III триместрах беременности [17, 18].

Учитывая неоднозначность результатов определения сывороточной концентрации магния, A. Rosanoff и F.I. Wolf в 2016 г. рекомендовали использовать отношение уровней общих магния/кальция (Mg/Ca) в сыворотке крови в качестве более точного и чувствительного показателя обеспеченности организма магнием. Оптимальным считается отношение уровней общих Mg/Ca в сыворотке крови, равное 0,4, снижение показателя до 0,36–0,28 отражает недостаточную обеспеченность магнием [19].

Цель исследования – выявить обеспеченность беременных г. Москвы магнием с помощью изучения динамики концентрации магния и кальция в сыворотке крови, а также расчета коэффициента концентраций общего магния/общего кальция.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Были обследованы 272 беременные женщины (возраст $31,85 \pm 5,0$ года) на разных сроках гестации. Обследование проводили в лаборатории ООО «ДНКМ» в г. Москве в период 2017–2021 гг.

Критерии включения в исследование:

- беременность пациентки;
 - информированное согласие на исследование;
- Критерии исключения:
- прием препаратов магния;
 - многоплодная беременность;
 - врожденные пороки развития плода;
 - хронические инфекционные и аутоиммунные заболевания;
 - экстрагенитальная патология в стадии декомпенсации;
 - тяжелая преэклампсия.

От всех обследованных было получено письменное информированное согласие. Все включенные в исследование женщины получали стандартные препараты железа, йода и фолиевой кислоты согласно клиническим

рекомендациям по ведению беременных (Клинические рекомендации «Нормальная беременность», утверждены Минздравом России в 2019 г.). Женщины не предъявляли жалоб, характерных для дефицита магния, не принимали препаратов магния на момент обследования. Кровь сдавали после 10–12-часового голодания из локтевой вены натощак по стандартной процедуре взятия крови. Определение уровня общего магния и общего кальция крови проводили на автоматическом биохимическом анализаторе AU 680 (Beckman Coulter), реактивы Beckman Coulter. Референсные значения (согласно производителю) для магния составили 0,77–1,03 ммоль/л, для кальция – 2,15–2,58 ммоль/л.

Статистические методы

Данные, имеющие нормальное распределение, представлены как среднее \pm стандартное отклонение ($M \pm SD$). Для сравнения групп использовали однофакторный дисперсионный анализ (ANOVA), попарные сравнения проводили при помощи апостериорного критерия Тьюки. Соответствие распределения нормальному закону проводили при помощи критерия Шапиро – Уилка, равенство дисперсий – при помощи критерия Бартлетта. Обработку проводили в программе SPSS Statistics 20.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

При биохимическом исследовании крови обследованных беременных женщин средняя концентрация общего кальция в сыворотке составила $2,28 \pm 0,11$ ммоль/л, общего магния – $0,78 \pm 0,07$ ммоль/л (рис. 3). Установлено, что средние концентрации кальция и магния были достоверно ниже у женщин во II и III триместрах по сравнению с I триместром ($p < 0,001$), что согласуется с данными других авторов [17, 18].

Для оценки обеспеченности магнием беременных на разных сроках гестации были использованы две «отрезные точки» – 0,7 и 0,8 ммоль/л. Концентрация магния в сыворотке менее 0,7 ммоль/л, соответствующая лабораторному диагнозу гипомагниемии и отражающая глубокий дефицит магния, была выявлена в I триместре у 3,6% женщин, во II триместре – у 11,3% женщин, в III триместре – у 15,9% беременных. Однако при использовании для оценки магниевое статуса значения сывороточного магния 0,8 ммоль/л, рекомендованного III Международным экспертным советом по проблемам дефицита магния в акушерстве и гинекологии как нижняя граница содержания магния у беременных, были получены удручающие результаты. Снижение концентрации магния ниже 0,8 ммоль/л было выявлено у 37,5% беременных уже в I триместре и нарастало по мере срока гестации до 77,3 и 84,1% во II и III триместрах соответственно (табл., рис. 1).

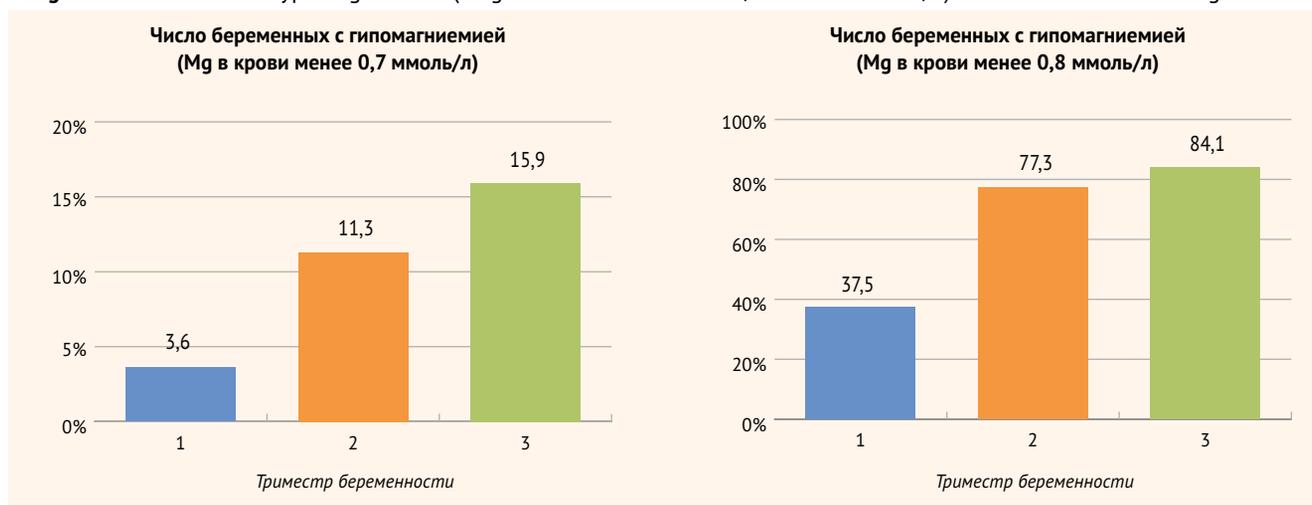
Снижение концентрации кальция в сыворотке крови (ниже 2,15 ммоль/л) регистрировалось несколько реже. Гипокальциемия была обнаружена у 0,9% женщин в I триместре, однако частота выявления возрастала до 11,3 и 22,3% беременных в II и III триместрах соответственно

- **Таблица.** Содержание в сыворотке магния, кальция, коэффициент «магний/кальций» у беременных на разных сроках гестации
- **Table.** Serum levels of magnesium, calcium, the ratio of calcium to magnesium in pregnant women at different gestational periods

Срок беременности, недели	Количество, человек	Возраст, годы	Магний		Кальций		Число беременных (%) с концентрацией магния в сыворотке (ммоль/л)		Число беременных с концентрацией <2,15 ммоль/л кальция в сыворотке	Отношение Mg/Ca
			M ± SD	Me [25; 75]	M ± SD	Me [25; 75]	<0,7 ммоль/л	<0,8 ммоль/л		
1-13 (7,81 ± 2,95)	112	31,4 ± 5,5	0,81 ± 0,69 ^{*2}	0,81 [0,77; 0,85]	2,35 ± 0,087 ^{*2}	2,36 [2,29; 2,41]	4 (3,6%)	42 (37,5%)	1 (0,9%)	0,347 ± 0,0296*
14-27 (20,7 ± 4,1)	97	31,4 ± 4,6	0,76 ± 0,055*	0,75 [0,73; 0,79]	2,24 ± 0,118*	2,23 [2,18; 2,29]	11 (11,3%)	75 (77,3%)	11 (11,3%)	0,338 ± 0,0297*
28-40 (31,5 ± 2,84)	63	31,4 ± 5,5	0,75 ± 0,064 ²	0,76 [0,72; 0,78]	2,21 ± 0,076 ²	2,21 [2,15; 2,28]	10 (15,9%)	53 (84,1%)	14 (22,2%)	0,341 ± 0,031

* различия между показателями в I и II триместрах (p < 0,001); ² различия между показателями в I и III триместрах (p < 0,02).

- **Рисунок 1.** Частота встречаемости гипомagneмии (концентрация магния <0,7 ммоль/л и <0,8 ммоль/л) в I-III триместрах беременности
- **Figure 1.** Prevalence of hypomagnesemia (magnesium level <0.7 mmol/L and <0.8 mmol/L) in the I-III trimesters of gestation



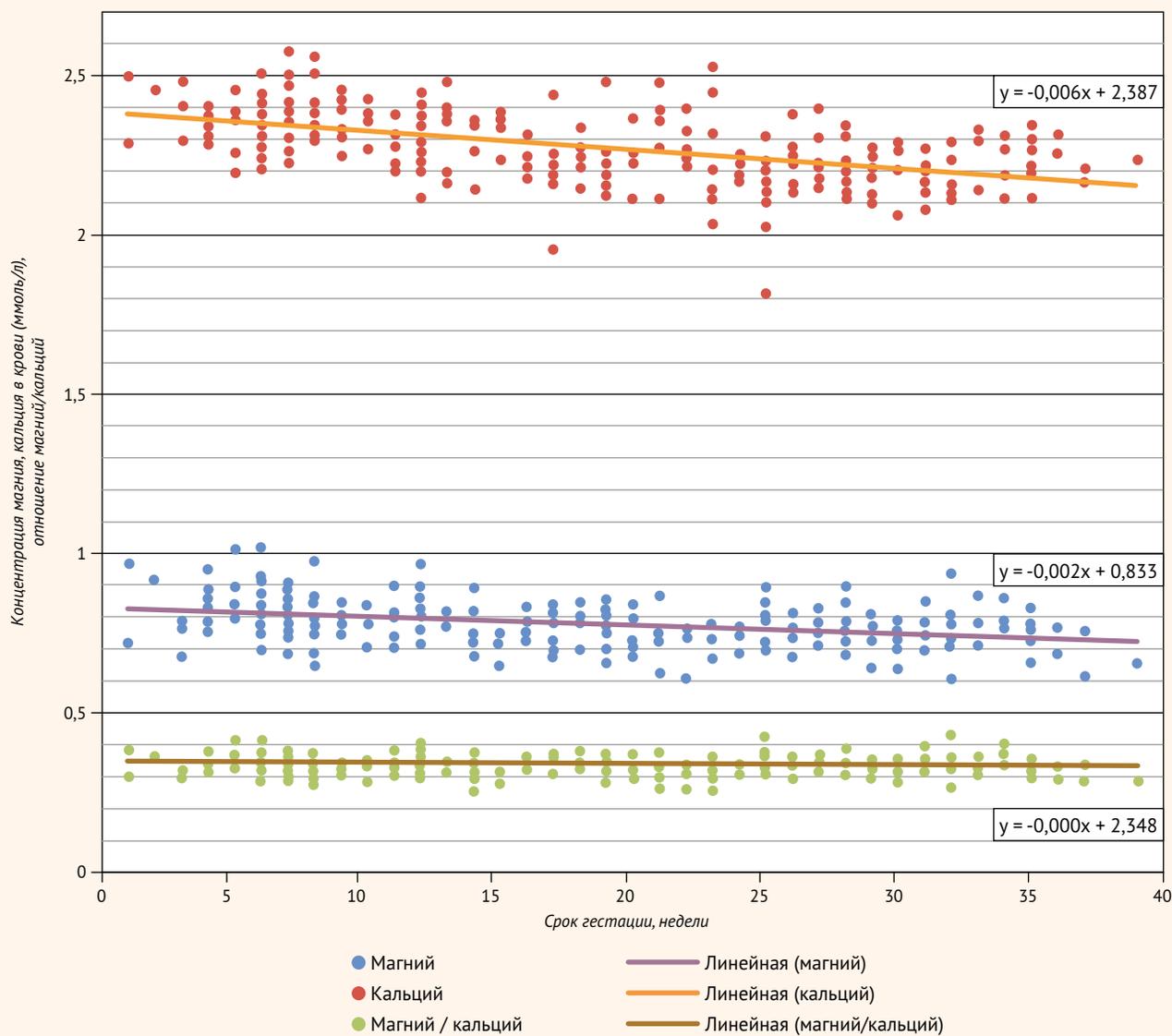
(табл., рис. 2). Максимальное количество выявленных случаев гипокальциемии и гипомagneмии было зарегистрировано у женщин начиная с 23–25-й нед. беременности (рис. 1, 2). Статистически значимых различий средних концентраций магния и кальция в крови, коэффициента «магний/кальций» между группами женщин во II и III триместрах выявлено не было.

Несмотря на разную частоту выявления гипомagneмии и гипокальциемии в разных триместрах, расчетное соотношение «магний/кальций» в сыворотке составляло в среднем $0,34 \pm 0,03$ на протяжении всей беременности, что свидетельствовало о недостаточной обеспеченности магнием. Согласно данным A. Rosanoff и F.I. Wolf, предложившим этот коэффициент как более точный критерий для оценки магниевго статуса, он должен составлять не ниже 0,4. При использовании коэффициента Mg/Ca субклинический дефицит магния обнаружился у 263 (96,7%) беременных женщин. У женщин во II триместре наблюдалось статистически значимое снижение расчетного коэффициента по сравнению с I триместром (p = 0,02).

- **Рисунок 2.** Частота встречаемости гипокальциемии в I-III триместрах беременности
- **Figure 2.** Prevalence of hypocalcemia in the I-III trimesters of gestation



● **Рисунок 3.** Концентрация магния, кальция в сыворотке крови (ммоль/л), отношение «магний/кальций» у беременных на разных сроках гестации (n = 272)
 ● **Figure 3.** Magnesium, calcium levels in the blood serum (mmol/L), the ratio of calcium to magnesium in pregnant women at different gestational periods (n = 272)



ВЫВОДЫ

Анализ магния в крови беременных женщин г. Москвы показал прогрессирующее снижение концентраций магния и кальция в сыворотке крови по мере увеличения срока гестации ($p < 0,001$). Уменьшение содержания магния в крови ниже рекомендуемых для беременных значений (0,8 ммоль/л) было выявлено более чем у 3/4 женщин во II и III триместрах. Особое беспокойство вызывает тот факт, что более трети обследованных беременных имели низкие концентрации магния в сыворотке уже в I триместре беременности. Не представляется возможным оценить, в какой период времени происходило снижение показателей ниже оптимальных значений, установленных для беременных. Вследствие этого мы считаем необходимым проведение дальнейших исследований

для оценки магниевое статуса у женщин репродуктивного возраста на этапе прегавидарной подготовки.

Гипокальциемия регистрировалась реже, чем неоптимальное содержание магния в крови, но также наблюдалась тенденция к повышению встречаемости этого показателя с увеличением срока беременности.

Также следует отметить, что на фоне снижения концентрации магния ниже 0,7 ммоль/л у 15,9% беременных женщин в III триместре не обнаруживалось ярких клинических симптомов дефицита магния.

Проявления дефицита магния во время беременности включают обменные нарушения и плацентарную недостаточность. Именно дефицит магния, как основополагающий элемент формирования соединительной ткани, играет огромную роль в развитии плода и может приводить к формированию пороков сердца, подвывихам, недораз-

виту соединительнотканых структур и т. д. Синдром внезапной смерти у новорожденных, судороги также могут быть результатом длительного отрицательного баланса магния. При дефиците магния увеличивается вероятность развития кальциноза плаценты.

Учитывая, что дефицит магния может служить патогенетической основой для развития осложненной беременности, необходимо проводить таргетную диагностику дефицита магния до беременности и на всех сроках гестации с учетом расчетного коэффициента.

Незначительное снижение концентрации магния и кальция на разных этапах гестации большинство исследователей оценивают как физиологическое изменение, обусловленное гемодилюцией во время беременности. Именно поэтому особый интерес вызывают результаты расчетного коэффициента, представляющего собой соотношение концентраций магния и кальция, предложенного в качестве более точного критерия дефицита магния. Снижение расчетного коэффициента «магний/кальций» меньше 0,4 было выявлено у 96,7% беременных. Обращает на себя внимание и то, что субклинический дефицит магния на основе расчетного индекса регистрировался у подавляющего большинства женщин во всех триместрах независимо от индивидуальных значений концентраций кальция и магния в крови.

Необходимы дополнительные исследования для оценки потребления магния с пищей, проведение анкетирования для прицельного выявления начальных клинических признаков дефицита магния и сопоставления полученных результатов с результатами проведенных лабораторных исследований.

Чтобы избежать дефицита магния во время беременности, рекомендуется проводить исследование концентрации магния и расчет магний/кальциевого коэффициента уже на этапе планирования беременности, а также поддерживать адекватный уровень магния в течение всего срока беременности и кормления грудью.

Кроме того, следует решить вопрос коррекции дефицита магния на этапе прегравидарной подготовки и во время беременности современными магниесодержащими препаратами. Учитывая длительность приема препаратов магния, помимо эффективности действия, необходимо учитывать безопасность, переносимость и биодоступность содержащегося в них магния. Известно, что органические формы магния (цитрат, лактат, пидолат, хелат и др.) обладают значительно более высокой биодоступностью по сравнению с неорганическими (оксид, сульфат и т. д.), что позволяет эффективнее и качественнее корректировать магниевый статус [20–22], также они реже вызывают побочные эффекты со стороны желудочно-кишечного тракта [23].

Поступила / Received 01.03.2022
Поступила после рецензирования / Revised 15.03.2022
Принята в печать / Accepted 15.03.2022



Список литературы / References

- Catling L.A., Abubakar I., Lake I.R., Swift L., Hunter P.R. A systematic review of analytical observational studies investigating the association between cardiovascular disease and drinking water hardness. *J Water Health*. 2008;6(4):433–442. <https://doi.org/10.2166/wh.2008.054>.
- Eltayeb R., Rayis D.A., Sharif M.E., Ahmed A.B.A., Elhardello O., Adam I. The prevalence of serum magnesium and iron deficiency anaemia among Sudanese women in early pregnancy: a cross-sectional study. *Trans R Soc Trop Med Hyg*. 2019;113(1):31–35. <https://doi.org/10.1093/trstmh/try109>.
- Moshfegh A., Goldman J., Ahuja J., Rhodes D., LaComb 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*. U.S. Department of Agriculture, Agricultural Research Service. 2009. Available at: https://www.ars.usda.gov/ARSUserFiles/80400530/pdf/0506/usual_nutrient_intake_vitD_ca_phos_mg_2005-06.pdf.
- Громова О.А., Торшин И.Ю., Кобалава Ж.Д., Сорокина М.А., Виллевалде С.В., Галочкин С.А. 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. <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.4.10106>.
Gromova O.A., Torshin I.Yu., Kobalava Z.D., Sorokina M.A., Villevalde S.V., Galochkin S.A. et al. Deficit of Magnesium and States of Hypercoagulation: Intellectual Analysis of Data Obtained From a Sample of Patients Aged 18–50 years From Medical and Preventive Facilities in Russia. *Kardiologija*. 2018;58(4):22–35. (In Russ.) <https://doi.org/10.18087/cardio.2018.4.10106>.
- James M.F. Magnesium in obstetrics. *Best Pract Res Clin Obstet Gynaecol*. 2010;24(3):327–337. <https://doi.org/10.1016/j.bpobgyn.2009.11.004>.
- Fanni D., Gerosa C., Nurchi V.M., Manchia M., Saba L., Coghe F. et al. The Role of Magnesium in Pregnancy and in Fetal Programming of Adult Diseases. *Biol Trace Elem Res*. 2021;199(10):3647–3657. <https://doi.org/10.1007/s12011-020-02513-0>.
- Dalton L.M., Ni Fhloinn D.M., Gaydadzhieva G.T., Mazurkiewicz O.M., Leeson H., Wright C.P. Magnesium in pregnancy. *Nutr Rev*. 2016;74(9):549–557. <https://doi.org/10.1093/nutrit/nuw018>.
- Institute of Medicine (US) Standing Committee on the Scientific Evaluation of Dietary Reference Intakes. *Dietary Reference Intakes for Calcium, Phosphorus, Magnesium, Vitamin D, and Fluoride*. Washington (DC): National Academies Press (US); 1997. 432 p. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23115811>.
- Gommers L.M., Hoenderop J.G., Bindels R.J., de Baaij J.H. Hypomagnesaemia in Type 2 Diabetes: A Vicious Circle? *Diabetes*. 2016;65(1):3–13. <https://doi.org/10.2337/db15-1028>.
- Ma J., Folsom A.R., Melnick S.L., Eckfeldt J.H., Sharrett A.R., Nabulsi A.A. et al. Associations of serum and dietary magnesium with cardiovascular disease, hypertension, diabetes, insulin, and carotid arterial wall thickness: the ARIC study. Atherosclerosis Risk in Communities Study. *J Clin Epidemiol*. 1995;48(7):927–940. [https://doi.org/10.1016/0895-4356\(94\)00200-a](https://doi.org/10.1016/0895-4356(94)00200-a).
- McNair P., Christensen M.S., Christiansen C., Madsbad S., Transbøl I. Renal hypomagnesaemia in human diabetes mellitus: its relation to glucose homeostasis. *Eur J Clin Invest*. 1982;12(1):81–85. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2362.1982.tb00942.x>.
- 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 NHANES I follow-up study. *J Am Coll Nutr*. 1995;14(1):71–79. <https://doi.org/10.1080/07315724.1995.10718476>.
- Rosanoff A., Dai Q., Shapses S.A. Essential Nutrient Interactions: Does Low or Suboptimal Magnesium Status Interact with Vitamin D and/or Calcium Status? *Adv Nutr*. 2016;7(1):25–43. <https://doi.org/10.3945/an.115.008631>.
- Razzaque M.S. Magnesium: Are We Consuming Enough? *Nutrients*. 2018;10(12):1863. <https://doi.org/10.3390/nu10121863>.
- Дижевская Е.В. Обмен научными данными и экспертными мнениями по фармакотерапии в течение беременности: традиционные и современные подходы. III Международный экспертный совет по проблемам дефицита магния в акушерстве и гинекологии. *Акушерство, гинекология и репродукция*. 2015;9(4):93–101. <https://doi.org/10.17749/2070-4968.2015.9.4.093-101>.
- Dizhevskaya E.V. Exchange of scientific data and expert opinions on pharmacotherapy and during pregnancy: traditional and modern approaches. III International Expert Council on Magnesium Deficiency in Obstetrics and Gynecology. *Obstetrics, Gynecology and Reproduction*. 2015;9(4):93–101. (In Russ.) <https://doi.org/10.17749/2070-4968.2015.9.4.093-101>.
- Danielson B.G., Johansson G., Ljunghall S. Magnesium metabolism in healthy subjects. *Scand J Urol Nephrol Suppl*. 1979;(51):49–73. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/293017>.
- Бу А.Г.Б. *Клиническое руководство Тщца по лабораторным тестам*. 4-е изд. М.: Лабора; 2013. 1279 с.
Wu A.H.B. *Tietz clinical guide to laboratory tests*. 4th ed. Elsevier; 2006. 1858 p.

18. Гудер В.Г., Нарайанан С., Виссер Г., Цавта Б. *Пробы: от пациента до лаборатории*: Мюнхен: GitVerlag; 2003. 105 с.
Guder W., Narayanan S., Wisser H., Zawta B. *Samples: From Patient to the Laboratory*. Munich: GitVerlag; 2003. 105 p. (In Russ.)
19. Rosanoff A., Wolf F.I. A guided tour of presentations at the XIV International Magnesium Symposium. *Magnes Res.* 2016;29(3):55–59. <https://doi.org/10.1684/mrh.2016.0405>.
20. Lindberg J.S., Zobitz M.M., Poindexter J.R., Pak C.Y. Magnesium bioavailability from magnesium citrate and magnesium oxide. *J Am Coll Nutr.* 1990;9(1):48–55. <https://doi.org/10.1080/07315724.1990.10720349>.
21. Pardo M.R., Garicano Vilar E., San Mauro Martín I., Camina Martín M.A. Bioavailability of magnesium food supplements: A systematic review. *Nutrition.* 2021;89:111294. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2021.111294>.
22. Walker A.F., Marakis G., Christie S., Byng M. Mg citrate found more bioavailable than other Mg preparations in a randomised, double-blind study. *Magnes Res.* 2003;16(3):183–191. Available at: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/14596323>.
23. Domitrz I., Cegielska J. Magnesium as an Important Factor in the Pathogenesis and Treatment of Migraine-From Theory to Practice. *Nutrients.* 2022;14(5):1089. <https://doi.org/10.3390/nu14051089>.

Информация об авторах:

Орлова Светлана Владимировна, д.м.н., профессор, заведующая кафедрой диетологии и клинической нутрициологии, Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; <https://orcid.org/0000-0002-4689-3591>; orlova-sv@rudn.ru

Никитина Елена Александровна, к.м.н., доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии, Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; <https://orcid.org/0000-0003-3220-0333>; nikitina-ea1@rudn.ru

Балашова Наталья Валерьевна, к.б.н., ассистент, доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии, Российский университет дружбы народов; 117198, Россия, Москва, ул. Миклухо-Маклая, д. 6; <https://orcid.org/0000-0002-0548-3414>; balashovaN77@mail.ru

Исаев Андрей Николаевич, генеральный директор, ООО «ДНКМ»; 127018, Россия, Москва, 4-й Стрелецкий проезд, д. 4, корп. 1; a.n.isaev@mail.ru

Ершов Антон Валерьевич, д.м.н., профессор кафедры патофизиологии, Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова (Сеченовский Университет); 119991, Россия, Москва, ул. Трубецкая, д. 8, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0001-5758-8552>; salavatprof@mail.ru

Пронина Олеся Евгеньевна, врач-эндокринолог, диетолог, гинеколог, Клиника «Медгород»; 115054, Россия, Москва ул. Валовая, д. 32/75, стр. 2; <https://orcid.org/0000-0002-5250-5911>; pronina.doctor@yandex.ru

Водолазкая Ангелина Николаевна, врач-диетолог, Австрийская клиника микронутриентной терапии Biogena; 121087, Россия, Москва, Береговой проезд, д. 5, корп. 2; <https://orcid.org/0000-0002-5203-1082>; drvodolazkaya@gmail.com

Прокопенко Елена Валерьевна, врач-эндокринолог, диетолог, ведущий менеджер проектов медицинского департамента, ООО «ИНВИТРО»; 125047, Россия, Москва, ул. 4-я Тверская-Ямская, д. 16, корп. 3; <https://orcid.org/0000-0002-3811-9459>; elvprokopenko@gmail.com

Information about the authors:

Svetlana V. Orlova, Dr. Sci. (Med.), Professor, Head of the Department of Dietetics and Clinical Nutritiology, Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-4689-3591>; orlova-sv@rudn.ru

Elena A. Nikitina, Cand. Sci. (Med.), Assistant of the Department of Dietetics and Clinical Nutritiology, Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia; <https://orcid.org/0000-0003-3220-0333>; nikitina-ea1@rudn.ru

Natalya V. Balashova, Cand. Sci. (Biol.), Assistant, Associate Professor of the Department of Dietetics and Clinical Nutritiology, Peoples' Friendship University of Russia; 6, Miklukho-Maklai St., Moscow, 117198, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-0548-3414>; balashovaN77@mail.ru

Andrey N. Isaev, General Director, "DNKOM" LLC; 4, Bldg. 1, 4th Streletsky Proezd, Moscow, 127018, Russia; a.n.isaev@mail.ru

Anton V. Ershov, Dr. Sci. (Med.), Professor of the Department of Pathophysiology, Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University); 8, Bldg. 2, Trubetskaya St., Moscow, 119991, Russia; <https://orcid.org/0000-0001-5758-8552>; salavatprof@mail.ru

Olesya E. Pronina, Endocrinologist, Nutritionist, Gynecologist, Medical Center "Medgorod"; 32/75, Bldg. 2, Valovaya St., Moscow, 115054, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5250-5911>; pronina.doctor@yandex.ru

Angelina N. Vodolazkaya, Dietitian, Austrian Clinic of Micronutrient Therapy Biogena; 5/2, Beregovoy Proezd, Moscow, 121087, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-5203-1082>; drvodolazkaya@gmail.com

Elena V. Prokopenko, Endocrinologist, Dietitian, Project Manager of Medical Department, "INVITRO" LLC; 16, Bldg. 3, 4th Tverskaya-Yamskaya St., Moscow, 125047, Russia; <https://orcid.org/0000-0002-3811-9459>; elvprokopenko@gmail.com