

Витамины и минералы в питании беременной: борьба с возражениями

С. В. Орлова^{1,2}, Е. А. Никитина^{1,2}, Н. В. Балашова¹, С. Г. Грибакин³, Ю. А. Пигарева⁴

¹ ФГАОУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

² ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии Департамента здравоохранения Москвы», Россия

³ ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр терапии и профилактической медицины» Минздрава России, Москва

⁴ ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В. В. Виноградова Департамента здравоохранения Москвы», Россия

РЕЗЮМЕ

Оптимальное питание, сбалансированное по калорийности и содержащее все незаменимые нутриенты в адекватных количествах, является важным условием для правильного развития плода и профилактики осложнений беременности. Витамины и минералы играют эссенциальную роль в регуляции обмена веществ, пролиферации и дифференцировке клеток, росте и развитии плода. Они также влияют на организм матери, предупреждая развитие ряда заболеваний во время беременности. Несмотря на очевидную необходимость витаминов и минералов для здоровья беременной и плода, остаются вопросы о целесообразности дополнительного приема отдельных микронутриентов и их дозировках во время беременности. Наша статья посвящена анализу современных данных о приеме витаминов А, D, фолиевой кислоты, железа, кальция и магния в период беременности и их влиянии на организм плода и матери.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: витамины, минералы, беременность, витамин А, витамин D, фолиевая кислота, железо, кальций, магний, витаминно-минеральные комплексы.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Публикация выполнена при поддержке Программы стратегического академического лидерства РУДН.

Vitamins and Minerals in Pregnancy Nutrition: Objections Management

S. V. Orlova^{1,2}, E. A. Nikitina^{1,2}, N. V. Balashova¹, S. G. Gribakin³, Yu. A. Pigareva⁴

¹ Peoples' Friendship University of Russia Moscow, Russia

² Scientific and Practical Center for Child Psychoneurology, Moscow Department of Health, Russia

³ Russian Medical Academy of Continuous Professional Education, Moscow, Russia

⁴ City Clinical Hospital n.a. V. V. Vinogradov, Moscow, Russia

SUMMARY

Optimal nutrition, balanced in calories and containing all essential nutrients in adequate amounts, is an important condition for the proper fetus development and pregnancy complications prevention. Vitamins and minerals play an essential role in the regulation of metabolism, cell proliferation and differentiation, growth and development of the fetus. They also affect the mother's body, preventing the development of pregnancy-related diseases. Despite the obvious need for vitamins and minerals for the health of the pregnant woman and the fetus, questions remain about the advisability of additional intake of certain micronutrients and their dosages during pregnancy. Our article is devoted to the analysis of recent data on the intake of vitamins A, D, folic acid, iron, calcium and magnesium during pregnancy and their effect on the fetus and mother.

KEYWORDS: vitamins, minerals, pregnancy, vitamin A, vitamin D, folic acid, iron, calcium, magnesium, multivitamin-multimineral complexes.

CONFLICT OF INTEREST. The authors declare no conflicts of interest.

This publication was supported by Peoples' Friendship University of Russia Strategic Academic Leadership Program.

Введение

Беременность – особый период в жизни женщины, когда забота о здоровье будущего ребенка сочетается с опасениями сделать что-то не так и страхами перед родами. Одним из факторов, приковывающим пристальное внимание, является питание. Перестройка организма матери и рост плода обуславливают повышенную потребность беременной женщины в энергии, макро- и микронутриентах. Калорийность питания, потребление белков, жиров и углеводов в первом триместре не отличаются от потребностей небеременной женщины и зависят от возраста

и уровня физической нагрузки. Вместе с тем повышенная потребность в отдельных витаминах возникает уже с начала беременности (табл. 1, 2) [1].

К сожалению, далеко не всегда женщина может получить все необходимые вещества из натуральных продуктов питания, что обусловлено целым комплексом факторов. Современный малоподвижный образ жизни формирует необходимость контролировать энергетическую ценность рациона и, соответственно, объем потребляемых продуктов. Большинству беременных женщин в начале беременности необходимо получать около 2000 ккал (1800–2200 ккал) в сутки [1]. Содержание

Таблица 1
Дополнительные потребности в энергии и пищевых веществах для женщин в период беременности

Показатели (в сутки)	1 триместр	2 триместр	3 триместр
Энергия, ккал	–	250	350
Белок, г	–	10	30
Жир, г	–	10	12
Углеводы, г	–	30	
ДГК, мг	200		

Таблица 2
Потребности в витаминах и минеральных веществах женщин в период беременности

Показатели (в сутки)	1 триместр	2 триместр	3 триместр
Витамин С, мг	110	110	110
Витамин В1, мг	1,5	1,7	1,7
Витамин В2, мг	1,8	2,0	2,0
Витамин В6, мг	2,0	2,3	2,3
Ниацин, мг ниацин экв.	20	20	20
Витамин В12, мкг	3,0	3,5	3,5
Фолат, мкг	600	600	600
Пантотеновая кислота, мг	5,0	6,0	6,0
Биотин, мкг	50	50	50
Витамин А, мкг рет. экв.	800	900	900
Бета-каротин, мг	5,0	5,0	5,0
Витамин Е (α-токоферол), мг ток. экв.	15	17	17
Витамин D, мкг	15	15	15
Витамин К, мкг	120	120	120
Кальций, мг	1000	1300	1300
Фосфор, мг	700	900	900
Магний, мг	420	450	450
Калий, мг	2500	2500	2500
Натрий, мг	1300	1300	1300
Хлориды, мг	2300	2300	2300
Железо, мг	18	33	33
Цинк, мг	12	15	15
Йод, мкг	150	220	220
Медь, мг	1,0	1,0	1,0
Молибден, мкг	70	70	70
Марганец, мг	2,0	2,0	2,0
Селен, мкг	55	55	55
Хром, мкг	50	50	50

многих микронутриентов коррелирует с калорийностью рациона питания. Например, в 1000 ккал здорового сбалансированного рациона содержится в среднем 120 мг магния в составе зеленых овощей, цельных злаков, рыбы, орехов и семечек [2]. Учитывая, что потребность в магнии во время беременности и лактации составляет 420–450 мг, получить необходимое количество микроэлемента и при этом не переждать практически невозможно. Увеличить объем потребляемой пищи тоже не является оптимальным вариантом, так как создаются предпосылки для развития патологической прибавки массы тела, ожирения и гестационного диабета.

Необходимо также учитывать, что за последнее столетие произошло существенное изменение состава натуральных продуктов питания, в первую очередь растительных [3, 4]. Согласно результатам опубликованного в 2022 году британского исследования, в период с 1940 по 2019 год во фруктах и овощах снизилась концентрация всех элементов, кроме фосфора. Сильнее всего изменилось

содержание натрия (снижение на 52%), железа – на 50%, меди – на 49% и магния – на 10% [3]. Схожая динамика микронутриентного состава наблюдается и в других странах (США, Австралия, Финляндия) [5–7]. В основе этого сокращения лежит изменение сортов сельскохозяйственных культур, истощение почв и другие факторы, связанные с индустриализацией сельского хозяйства.

Потребление нутриентов в необходимом количестве может быть затруднительным также из-за того, что опасность могут представлять другие вещества, входящие в состав натуральных продуктов питания. Например, отдельные виды жирной морской рыбы содержат полезные омега-3 полиненасыщенные кислоты, но также накапливают соединения ртути (метилртуть и др.), которые опасны для развивающегося мозга плода [8].

Исходя из вышесказанного, правильное, сбалансированное оптимальное питание является необходимым, но недостаточным условием для адекватного обеспечения беременной женщины всеми незаменимыми макро- и микронутриентами. Сниженное поступление витаминов и минералов на критических стадиях развития плода имеет долгосрочные последствия для здоровья потомства. Известно, что во время беременности в среднем 20–30% женщин в мире не получают отдельные витамины в необходимом количестве [9]. Наиболее часто у беременных встречается дефицит железа и витамина D. Железодефицитная анемия выявляется у 41,8% беременных женщин [10], снижение концентрации 25 (ОН) ниже 20 нг/мл регистрируется у 24–49% у женщин в разных регионах мира [11].

В Российской Федерации у беременных часто выявляется дефицит витаминов группы В (у 20–50% обследованных), в том числе витамина В6 – у 90% женщин, дефицит витамина D и бета-каротина – у 49–66%, аскорбиновой кислоты – у 13–21%. Всеми витаминами обеспечены лишь 8–10% беременных женщин. У подавляющего большинства женщин наблюдается полигиповитаминоз – сочетанный дефицит 3 и более витаминов, независящий от сезона [12]. Вместе с дефицитом витаминов часто встречается недостаточность минеральных веществ и микроэлементов (железа, йода, магния, кальция и других) [13]. Дополнительные трудности вносит гемодилюция, затрудняющая лабораторную диагностику гиповитаминозов и гипомикроэлементозов у беременных.

Для оптимизации рациона питания могут использоваться различные варианты препаратов, содержащие как отдельные нутриенты, так и их комплексы в различных комбинациях. Несмотря на широкое распространение микронутриентной недостаточности у беременных, до сих пор встречаются возражения относительно дополнительного приема ряда микронутриентов. Чаще всего сомнения вызывают витамин А, кальций, магний, а также оптимальные формы и дозы фолатов, железа и витамина D.

Витамин А

Витамин А является одним из ключевых микронутриентов, регулирующих пролиферацию и дифференцировку клеток и синтез белков, что делает его абсолютно незаменимым в период беременности. Начиная со II триместра, потребность беременной женщины в витамине А повышается с 800 до 900 мкг РЭ, достигая максимума в период кормления грудью (1200 мкг РЭ) [1].

Витамин А участвует в созревании легких, формировании конечностей, сердца, глаз и ушей плода. Дефицит витамина А во время беременности может приводить к нарушению синтеза компонентов экстрацеллюлярного матрикса (коллагена, ламинина и протеогликанов), нарушению морфологии и функции внутренних органов, появлению пороков или задержке развития плода [14]. Недостаток витамина А во внутриутробном периоде закладывает основу для формирования инсулинорезистентности, расстройств шизофренического спектра, нарушений структуры и функции почек в последующей жизни [15]. У матери витамин А оказывает влияние на структуру и функцию эпителия, местный иммунитет, процессы перекисного окисления, а также участвует в метаболизме аминокислот и углеводов [15]. Низкие концентрации ретинола в сыворотке ассоциированы с риском развития анемии у беременной [16], и дополнительный прием витамина А снижал риск развития анемии и железодефицита у женщин в странах с низким и средним уровнем доходов [17].

Несмотря на эссенциальную роль витамина А в развитии плода, до сих пор существуют разногласия, касающиеся необходимости его дополнительного приема во время беременности. Основные опасения связаны с потенциальным тератогенным действием витамина А, в основном в первые 60 дней после зачатия [18]. Витамин А действительно может оказывать токсическое действие, но только при употреблении в больших дозах: более 3000 мкг РЭ (10000 МЕ) в день или более 7500 мкг РЭ (25000 МЕ) в неделю.

Из натуральных продуктов источником больших доз витамина А является только печень (свиная – 3450, говяжья – 8200, трески – 4400 мкг РЭ в 100 г), которую редко употребляют ежедневно. Содержание витамина А в других продуктах (сырах, сливках, твороге, рыбе, яйцах) значительно ниже (20–270 мкг РЭ/100 г) [19] и не создает угрозы для плода. Считается, что в развитых странах дефицит витамина А практически не встречается именно из-за широкого использования животных продуктов [20]. Однако модные тренды последних лет (вегетарианство и веганство, безлактозная и низкокалорийная диеты) создают угрозу формирования гиповитаминоза А даже у жительниц развитых стран. Необходимо учитывать, что витамин А относится к тем микронутриентам, содержание которых в продуктах коррелирует с содержанием жиров и, соответственно, с калорийностью. Сметана 30 % жирности содержит 230 мкг РЭ витамина А/100 г, 10%-я сметана – 60 мкг РЭ/100 г [19]. Ограничение жиров и исключение из рациона высококалорийных продуктов для профилактики патологической прибавки массы тела во время беременности может создавать риск развития гиповитаминоза А. Дополнительная тепловая обработка способна разрушить до 40 % исходно содержащегося в продукте ретинола.

Проведенное в США исследование показало, что снижение сывороточной концентрации ретинола $\leq 0,7$ мкмоль/л, отражающее дефицит витамина А, определяется у 10 % беременных, еще у 41 % женщин концентрация ретинола находилась в пределах 0,7–1,05 мкмоль/л, что свидетельствует о недостаточности витамина [16]. В Российской Федерации снижение концентрации ретинола регистрировалось у 11,1 % беременных, не получавших витаминно-минеральные комплексы [12].

В составе витаминно-минеральных комплексов для беременных содержание витамина А, как правило, не превышает 2000 мкг (~3600 МЕ) и направлено на профилактику и компенсацию недостаточности витамина А, в первую очередь у женщин, контролирующих массу тела и придерживающихся ограничительных диет. В метаанализе 2022 года было показано, что дополнительный прием здоровыми беременными женщинами витамина А в небольших дозах снижает риск преждевременных родов [21].

Витамин D

Витамин D, так же как и витамин А, принимает участие в регуляции деления и дифференцировки клеток, а также оказывает влияние на обмен микронутриентов (кальция, фосфора, магния), образование костной ткани, иммунные, метаболические и воспалительные процессы. Недостаток витамина D в период беременности может влиять на созревание клубочков почек, накопление минералов в костях у новорожденных [22–24], предрасположенность к шизофрении, аутизму, рассеянному склерозу и другим хроническим заболеваниям [25–28].

Недостаточное содержание витамина D в крови регистрируется у 55,5 % беременных россиянок [29], при этом известно, что у женщин с дефицитом витамина D повышен риск возникновения таких осложнений, как гестационный диабет, преэклампсия, задержка роста плода и преждевременные роды [30–33].

Главной проблемой витамина D является его низкое содержание в традиционных пищевых продуктах. На всем протяжении беременности женщина должна получать 15 мкг витамина D ежедневно. При этом единственным адекватным источником витамина D является жирная морская рыба: в 100 г кеты, нототении или атлантической сельди содержится 16,3–30 мкг витамина D. В яйцах, сливочном масле и отдельных видах сыров содержание значительно ниже – 1–2,2 мкг/100 г, в большинстве растительных продуктов витамин D не содержится вовсе [34]. Если женщина не потребляет 5–6 раз в неделю морскую рыбу, получить необходимое количество витамина D из рациона она не может. Много витамина D в уже упоминавшейся консервированной печени трески (100 мкг/100 г), но из-за высокой калорийности и содержания витамина А она не подходит для регулярного употребления у беременных.

В метаанализах было показано, что дополнительный прием витамина D способствует снижению риска возникновения преэклампсии, гестационного диабета, низкой массы тела при рождении и тяжелого послеродового кровотечения [35, 36]. У беременных с гестационным диабетом улучшается липидный спектр, снижается риск преждевременных родов, гипербилирубинемии и госпитализации новорожденных [37]. Учитывая широкое распространение гиповитаминоза D в популяции в целом и у беременных особенно, дополнительный ежедневный прием витамина D в физиологической дозе (600 МЕ) считается самым простым и удобным способом оптимизации рациона питания [38]. Согласно российской Национальной программе для антенатальной профилактики дефицита витамина D у детей всем женщинам рекомендовано принимать даже более высокие дозы – по 2000 МЕ/сутки на протяжении всей беременности [39]. При изучении влияния разных доз витамина D (менее и более 600 МЕ) было показано, что более высокие дозы снижают риск развития

гестационного диабета, но не оказывают дополнительного положительного влияния на профилактику преэклампсии, преждевременных родов и рождения маловесных детей по сравнению с дозами до 600 МЕ [40].

Фолаты (витамин В9)

Под термином «фолаты» объединяется группа водорастворимых витаминов группы В, которые катализируют перенос одноуглеродных групп от одних органических соединений к другим и существуют во многих химических формах. Фолиевая кислота является самой стабильной формой фолата, редко встречается в пищевых продуктах, но чаще всего используется для оптимизации рациона питания.

В составе ферментов фолаты регулируют синтез ДНК и РНК, метаболизм ряда аминокислот, что делает их незаменимыми для интенсивно делящихся клеток плода. Недостаток фолатов в организме матери наиболее сильно влияет на формирование нервной системы плода, повышая риск развития пороков, в первую очередь дефекта нервной трубки (ДНТ), а также гидроцефалии, анэнцефалии, мозговых грыж [41, 42].

Фолаты принимают участие в формировании плаценты и новых кровеносных сосудов в матке. Недостаток витамина В9 во время беременности может привести к преждевременным родам, преждевременному отделению плаценты и послеродовым кровотечениям, повышению риска детского церебрального паралича [43–45].

Дефицит витаминов В9, В12 и других доноров метильных групп во время беременности влияет на степень метилирования ДНК плода и создает предрасположенность к инсулинорезистентности во взрослом возрасте [46].

Физиологическая потребность женщины в фолатах возрастает в начале беременности на 50% – с 400 до 600 мкг. Фолиевая кислота содержится во множестве продуктов, включая листовые зеленые овощи, цитрусовые и бобовые. Получить необходимое количество фолатов из натуральных продуктов трудно даже при оптимальном рационе питания [47], в связи с чем во многих странах действуют государственные программы обогащения муки фолиевой кислотой [48]. В Российской Федерации такого рода программы не проводятся, вследствие чего женщинам, планирующим зачатие, необходимо проводить самостоятельную индивидуальную профилактику.

Дополнительный прием фолиевой кислоты доказал эффективность в профилактике возникновения дефектов нервной трубки и других врожденных пороков развития во множестве международных исследований [48, 49]. Метаанализ исследований по приему фолиевой кислоты беременными показал также, что она уменьшает вероятность развития перинатальной депрессии и в составе витаминно-минеральных комплексов снижает риск преэклампсии [50, 51]. Учитывая ранние сроки закладки нервной трубки, наиболее рационально принимать фолаты еще на этапе подготовки к беременности.

Если целесообразность приема фолатов до и во время беременности не вызывает сомнений, то вопрос об оптимальных дозах возникает в последние годы все чаще. В большинстве проведенных исследований фолиевая кислота применялась в период беременности в дозе 400–600 мкг в день. Помимо влияния на ДНТ, прием фолиевой кислоты в первый месяц беременности в дозе ≥ 600 мкг в день

был ассоциирован со снижением на 38% риска развития расстройств аутистического спектра у детей [52]. Вместе с тем в крупном многоцентровом испанском исследовании, объединившем 1682 пары мать-ребенок, было обнаружено, что прием больших доз фолиевой кислоты (≥ 1000 мкг в сутки) в периконцептуальный период ассоциирован с ухудшением когнитивных способностей у детей в возрасте 4–5 лет [53, 54]. Очевидно, что оптимальная доза фолиевой кислоты в период беременности должна быть близка к физиологической потребности, около 600 мкг в сутки [55].

Железо

Железо – минерал, который имеет критическое значение для энергоснабжения клеток плода и матери, а также играет важную роль в синтезе соединительной ткани, формировании мозга и иммунитета плода. Доказано, что дефицит железа во время беременности приводит к ухудшению физического развития и потенциально ухудшает когнитивные способности у ребенка в будущем [56, 57]. Дефицит железа оказывает эпигенетическое действие, влияя на активность инсулиноподобного фактора роста-1 и его рецепторов. Малый вес при рождении увеличивает риск развития артериальной гипертензии, сахарного диабета 2 типа и нарушения функции почек во взрослом возрасте [58].

На фоне железодефицитной анемии возрастает риск смерти матери от кровотечения во время родов, увеличивается риск преждевременных родов, рождения ребенка с низкой массой тела.

Потребность в железе у женщин репродуктивного возраста выше, чем у мужчин, – 18 против 10 мг. Во втором и третьем триместрах беременности она увеличивается почти в 2 раза – до 33 мг в день. Получить необходимое количество микроэлемента из пищи практически невозможно: растительные продукты, даже богатые железом, такие как бобовые или гречка, содержат железо в плохоусвояемой негемовой форме, а также другие компоненты, которые угнетают усвоение железа (фитаты, полифенолы и др.). Мясо, рыба и птица являются лучшими источниками легкоусвояемого гемового железа. Но употребление большого количества гемового железа ($>1,5$ мг/д) увеличивает риск развития гестационного диабета в 1,5–3,3 раза по сравнению с теми женщинами, кто употребляет $<0,5$ – $0,6$ мг/д [59]. Прием препаратов железа позволяет восполнить дефицит железа, скомпенсировать повышенную потребность в нем и при этом не влияет на развитие диабета.

Необходимость компенсации дефицита железа у беременных доказана и, как правило, не вызывает сомнений. Однако остаются вопросы к оптимальной форме и дозировкам железа. В Федеральных клинических рекомендациях для профилактики и лечения железодефицитных состояний у беременных указаны дозы от 25 до 200 мг в зависимости от тяжести дефицита железа [60]. Согласно рекомендациям ВОЗ, при наступлении беременности женщинам необходимо перейти на ежедневный прием 60 мг железа на протяжении всей беременности и в течение первых трех месяцев после родов [61]. При выборе между трехвалентными (железа протеин сукцилат, гидроксид полимальтозат и т.п.) и двухвалентными (фумарат, сульфат, глюконат и др.) солями в большинстве международных руководств рекомендуются двухвалентные соединения. Они обладают более высокой биодоступностью

и обеспечивают более быстрый, стабильный и предсказуемый результат [62–65]. Во время беременности должно проводиться целенаправленное обследование беременной для выявления дефицита железа, не только анемии, но и более ранних стадий. При обнаружении манифестного, латентного или даже прелатентного дефицита дополнительный прием препаратов железа является обязательным.

Кальций

Кальций является одним из основных внутриклеточных мессенджеров, участвует в образовании энергии, передаче нервных импульсов, регуляции ритма сердца и сократительной активности мышц, обмена веществ, свертывания крови и т.д. Ионы кальция оказывают влияние на пролиферацию и дифференцировку клеток. Кальций расходуется на формирование скелета, клеточный и тканевой рост ребенка.

Для формирования плода необходимо около 30 г кальция, которые активно поглощаются фетоплацентарным комплексом, независимо от потребления матерью этого элемента с пищей [66, 67]. Наиболее активно кальций откладывается в организме ребенка в III триместре – в среднем по 200–250 мг в сутки [68, 69]. Для обеспечения потребностей плода с ранних сроков беременности в организме матери происходит ряд изменений: удваивается усвоение кальция из пищи в кишечнике, разобщаются процессы костного ремоделирования и возрастает скорость поступления кальция из скелета в кровоток [70, 71]. Организм беременной перераспределяет кальций в сторону плода, и в случае недостаточного поступления элемента с пищей страдать в первую очередь будет организм женщины. Дефицит кальция увеличивает риск развития артериальной гипертензии и преэклампсии у матери, а также неблагоприятно влияет на состояние костной ткани [69].

Среднее потребление кальция в странах с высоким уровнем доходов населения составляет 950 мг/день, в странах с низким и средним уровнем доходов – 650 мг в день [72]. В РФ 86% женщин потребляют недостаточное количество кальция. Медиана потребления кальция у беременных в г. Москве составила 409 мг при норме 1000–1300 мг в сутки. В 14 других областях РФ получены схожие результаты [73, 74].

В Кокрейновском обзоре, объединившем 27 исследований и 18 064 женщины, было показано, дополнительный прием кальция во время беременности может снизить риск преэклампсии и преждевременных родов [75]. Предполагают, что прием препаратов кальция во время беременности может оказывать долговременное влияние на величину артериального давления у потомства [76, 77].

Магний

Магний традиционно рассматривается как антагонист кальция, однако его действие значительно шире. Он участвует в энергетическом, пластическом и электролитном обмене, регулирует процессы синтеза нуклеиновых кислот, в качестве кофактора принимает участие в регуляции более 600 ферментных реакций [78]. Дефицит магния у беременных встречается чаще, чем в популяции в целом, что вызвано ростом и развитием плода, увеличением общей массы крови, увеличением массы матки. Среди тканей человеческого организма плацента характеризуется одним из самых высоких уровней содержания магния.

Дефицит магния во время беременности может представлять опасность для здоровья матери [79, 80]. 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 [80, 81].

В экспериментальных исследованиях было показано, что дефицит магния во время беременности может иметь долгосрочные последствия, повышая риск развития инсулинорезистентности и усиливая накопление жира у потомства [81, 82]. Магний может влиять на процессы метилирования и обмен гомоцистеина. Предполагают, что низкая концентрация магния в волосах, наблюдаемая у детей с аутизмом, может быть одной из причин гипергомоцистеинемии [83].

Дефицит магния широко распространен у женщин репродуктивного возраста во всем мире [81, 84]. В США 46% беременных женщин получают с пищей магний в количестве ниже рекомендуемого суточного уровня [85]. В РФ при обследовании взрослых пациентов адекватная обеспеченность магнием (концентрация в плазме крови $>0,80$ ммоль/л, потребление с пищей >300 мг/сут) выявлялась не более чем у 6% обследованных [86].

Диагностика дефицита магния у беременных может быть затруднена из-за физиологической гемодилюции [87, 88]. В настоящее время для лабораторной диагностики дефицита магния в акушерстве и гинекологии рекомендуют использовать не стандартные референсные значения, а более высокие – $0,80$ – $0,85$ ммоль/л [89], что соответствует международным стандартам, которые действуют в Швейцарии, во Франции, в Германии.

Дополнительный прием магния во время беременности направлен на компенсацию имеющегося дефицита, профилактику эпигенетических нарушений, а также на соблюдение баланса между потребляемыми кальцием и магнием. Низкое потребление магния в сочетании с высоким потреблением кальция и высокое соотношение кальций/магний в крови ассоциировано с повышенным риском осложнений во время беременности [90–92].

Заключение

Изменения образа жизни и рациона питания, произошедшие за последние 50 лет, сделали невозможным для человека получение оптимальных количеств витаминов и минералов из натуральных продуктов питания. Повышение физиологической потребности в этих веществах во время беременности обуславливает необходимость их дополнительного приема для правильного развития плода, адекватного обмена веществ в организме матери, профилактики осложнений беременности, родов и позитивного эпигенетического влияния.

При обсуждении роли отдельных витаминов и минералов в развитии плода и течении беременности необходимо учитывать, что микронутриенты оказывают влияние на усвоение и обмен друг друга и что большинство биохимических процессов в организме регулируются не одним, а несколькими веществами. Поэтому дефицит даже одного витамина или минерала может оказать негативное влияние на метаболизм в целом. В метилировании ДНК помимо фолатов принимают

участие витамин В12, бетаин, холин и магний [93]. На образование эритроцитов, помимо железа, оказывают влияние витамины В1, В6, В9, В12, А, медь и кобальт, недостаток любого из этих микронутриентов повышает риск развития анемии. Усвоение железа повышается в присутствии витамина С, а конвертация витамина D в активную форму происходит с участием витамина В2, железа и магния. К осложнениям во время беременности и родов может приводить недостаток цинка, селена или меди. Учитывая сложные, взаимодополняющие связи микронутриентов, прием специализированных витаминно-минеральных комплексов для беременных является более предпочтительным, чем монопрепаратов железа, фолиевой кислоты, витамина D или А.

Список литературы / References

1. Методические рекомендации МР 2.3.1.0253-21 «Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации», утвержденные руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека – главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 22.07.2021. https://www.rosotrebndozor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979
2. 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 Well-being Chief State Sanitary Physician of the Russian Federation 22.07.2021. (In Russ.) https://www.rosotrebndozor.ru/documents/details.php?ELEMENT_ID=18979
3. 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
4. Mayer AB, Trenchard L, Rayns F. Historical changes in the mineral content of fruit and vegetables in the UK from 1940 to 2019: a concern for human nutrition and agriculture. Int J. Food Sci. Nutr. 2022 May;73(3):315–326. DOI: 10.1080/09637486.2021.1981831
5. Rosanoff A. Changing crop magnesium concentrations: impact on human health. Plant Soil. 368, 139–153 (2013). <https://doi.org/10.1007/s11004-012-1471-5>
6. Davis DR, Epp MD, Riordan HD. Changes in USDA food composition data for 43 garden crops, 1950 to 1999. J. Am. Coll. Nutr. 2004 Dec;23(6):669–82. DOI: 10.1080/07315724.2004.10719409
7. Cunningham JH, Milligan J, Trevisan L. 2002. Minerals in Australian Fruits and Vegetables – A Comparison of Levels Between the 1980s and 2000. A. N. Z. Food Standards. https://www.foodstandards.gov.au/publications/documents/minerals_report.pdf
8. Ekholm P, Reinivuo H, Mattila P, Pakkala H, Koponen J, Happonen A, Hellström J, Ovaskainen M-L. 2007. Changes in the mineral and trace element contents of cereals, fruits and vegetables in Finland. J. Food. Compos. Anal. 20(6):487–495. <https://doi.org/10.1016/j.jfca.2007.02.007>
9. Hellberg R.S., DeWitt C.A.M., Morrissey M.T. Risk-Benefit Analysis of Seafood Consumption: A Review. Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety. 2012; 11: 490–517. <https://doi.org/10.1111/j.1541-4337.2012.00200.x>
10. Mousa A, Naqash A, Lim S. Macronutrient and Micronutrient Intake during Pregnancy: An Overview of Recent Evidence. Nutrients. 2019 Feb 20;11(2):443. DOI: 10.3390/nu11020443
11. Garzon S, Cacciato PM, Certelli C, Salvaggio C, Magliardini M, Rizzo G. Iron Deficiency Anemia in Pregnancy: Novel Approaches for an Old Problem. Oman. Med. J. 2020 Sep 1;35(5): e166. DOI: 10.5001/omj.2020.108
12. Coshman KD. Global differences in vitamin D status and dietary intake: a review of the data. Endocr Connect. 2022 Jan 11;11(1): e210282. DOI: 10.1530/EC-21-0282
13. Бекетова Н.А., Сокольников А.А., Кодецкова В.М., Переверзева О.Г., Вржесинская О.А., Кошелева О.В., Глашчинская М.В. Витаминный статус Беременных женщин-москвичек: влияние приема витаминно-минеральных комплексов // Вopr. питания. 2016;85(5):77–85. Бекетова НА, Sokolnikov AA, Kodentsova VM, Pereverzeva OG, Vrzhesinskaya OA, Kosheleva OV, Gmoshinskaya MV. [The vitamin status of pregnant women in Moscow: effect of multivitamin-mineral supplements]. Vopr. Pitani. 2016;85(5):77–85 (In Russ.). PMID: 29381305.
14. Михайлова О.И., Сироткина Е.А., Курчакова Т.А., Тютюнник В.Л. Профилактика гиповитаминоза при беременности // Медицинский совет. 2014;(17):112–117. <https://doi.org/10.21518/2079-701X.2014-17-112-117>
15. Mikhailova O.I., Sirotkina E.A., Kurchakova T.A., Tyutyunnik V.L. Prevention of hypovitaminosis during pregnancy. Meditsinskiy sovet = Medical Council. 2014;(17):112–117 (In Russ.). <https://doi.org/10.21518/2079-701X.2014-17-112-117>
16. Barber T, Esteban-Pretel G, Marín MP, Timoned J. Vitamin A deficiency and alterations in the extracellular matrix. Nutrients. 2014 Nov 10;6(11):4984–5017. DOI: 10.3390/nu6114984
17. Bastos Maia S, Rolland Souza AS, Costa Caminha MF, Lins da Silva S, Callou Cruz RSL, Carvalho Dos Santos C, Batista Filho M. Vitamin A and Pregnancy: A Narrative Review. Nutrients. 2019 Mar 22;11(3):681. DOI: 10.3390/nu11030681
18. Hanson C, Schumacher M, Lyden E, Furtado J, Van Ormer M, McGinn E, Rilett K, Cave C, Johnson R, Weishaar K, Anderson-Berry A. Status of Vitamin A and Related Compounds and Clinical Outcomes in Maternal-Infant Pairs in the Midwestern United States. Ann Nutr. Metab. 2017;71(3-4):175–182. DOI: 10.1159/000481292
19. Panchal PD, Ravalia A, Rana R, Puthussery S, Vaze G, Mavlinkar D, Menon K. Impact of Nutrition Interventions for Reduction of Anemia in Women of Reproductive Age in Low- and Middle-Income Countries: A Meta-Review. Curr. Dev Nutr. 2022 Sep 12;6(12): nzac134. DOI: 10.1093/cdn/nzac134
20. WHO. Guideline: Vitamin A supplementation in pregnant women. Geneva, World Health Organization, 2011. http://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/44625/9789241501781_eng.pdf?sequence=1
21. Тютельян В.А. Химический состав и калорийность российских продуктов питания. Справочник. – М.: ДеЛи плюс, 2012. – 284 с.
22. Tutelyan V.A. Chemical composition and calorie content of Russian food products. Directory. – M.: Deli plus, 2012. – 284 p. (In Russ.).
23. WHO. Global prevalence of vitamin A deficiency in populations at risk 1995–2005. WHO Global Database on Vitamin A Deficiency. Geneva, World Health Organization, 2009. <https://www.who.int/publications-detail-redirect/9789241598019>
24. Ma G, Chen Y, Liu X, Gao Y, Deavila JM, Zhu MJ, Du M. Vitamin A supplementation during pregnancy in shaping child growth outcomes: A meta-analysis. Crit. Rev Food Sci. Nutr. 2022 Jul 19:1–16. DOI: 10.1080/10408398.2022.2099810
25. Pilz S, Zittermann A, Obeid R, Hahn A, Pludowski P, Trummer C, Lerchbaum E, Pérez-López FR, Karas SN, März W. The Role of Vitamin D in Fertility and during Pregnancy and Lactation: A Review of Clinical Data. Int J. Environ Res Public Health. 2018 Oct 12;15(10):2241. DOI: 10.3390/ijerph15102241
26. Mansur JL, Oliveri B, Giacomia E, Fusaro D, Costanzo PR. Vitamin D: Before, during and after Pregnancy: Effect on Neonates and Children. Nutrients. 2022 May 1;14(9):1900. DOI: 10.3390/nu14091900
27. Moon RJ, Harvey NC, Cooper C. Endocrinology in pregnancy: Influence of maternal vitamin D status on obstetric outcomes and the fetal skeleton. Eur. J. Endocrinol. 2015 Aug;173(2): R69–83. DOI: 10.1530/EJE-14-0826
28. Lucas RM, Ponsonby AL, Pasco JA, Morley R. Future health implications of prenatal and early-life vitamin D status. Nutr. Rev. 2008 Dec;66(12):710–20. DOI: 10.1111/j.1753-4887.2008.00126.x
29. Upadhyaya S, Ståhlberg T, Silwal S, Arhenius B, Sourander A. Maternal Vitamin D Levels during Pregnancy and Offspring Psychiatric Outcomes: A Systematic Review. Int J. Mol. Sci. 2022 Dec 21;24(1):63. DOI: 10.3390/ijms24010063
30. Holick MF. The D-lightful vitamin D for child health. JPEN J Parenter Enteral Nutr. 2012 Jan;36(1 Suppl):9S–19S. DOI: 10.1177/0148607111430189
31. Lapillonne A. Vitamin D deficiency during pregnancy may impair maternal and fetal outcomes. Med Hypotheses. 2010 Jan;74(1):71–5. DOI: 10.1016/j.mehy.2009.07.054
32. Шелепова Е.С., Хазова Е.Л., Новикова Т.Б., Алиева К.Х., Кузнецова Л.В., Зазерская И.Е. Влияние дефицита витамина D на скорость костного обмена при беременности // Транс-вазидионная медицина. 2016;3(4):20–26. <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2016-3-4-20-26>
33. Shelepova E.S., Khazova E.L., Novikova T.B., Aliyeva K.Kh., Kuznetsova L.V., Zazerskaya I.E. Impact of vitamin D deficiency on the rate of bone metabolism during pregnancy. Translational Medicine. 2016;3(4):20–26 (In Russ.). <https://doi.org/10.18705/2311-4495-2016-3-4-20-26>
34. Dos Santos SF, Dos Reis Costa PN, Gouveia TG, de Almeida NFA, Cardoso FS. Influence of hypovitaminosis D during pregnancy on glycemic and lipid profile, inflammatory indicators and anthropometry of pregnant and newborn. Clin Nutr ESPEN. 2023 Apr;54:81–93. DOI: 10.1016/j.clnesp.2023.01.005
35. Bouillon R, Marcocci C, Carmeliet G, Bikle D, White JH, Dawson-Hughes B, Lips P, Munns CF, Lazaretti-Castro M, Giustina A, Bilezikian J. Skeletal and Extraskeletal Actions of Vitamin D: Current Evidence and Outstanding Questions. Endocr. Rev. 2019 Aug 1;40(4):1109–1151. DOI: 10.1210/er.2018-00126
36. Palacios C, Kostik LK, Peña-Rosas JP. Vitamin D supplementation for women during pregnancy. Cochrane Database Syst. Rev. 2019 Jul 26;7(7): CD008873. DOI: 10.1002/14651858.CD008873.pub4
37. Dornik A, Mujezinović F. The Association of Vitamin D Levels with Common Pregnancy Complications. Nutrients. 2018 Jul 5;10(7):867. DOI: 10.3390/nu10070867
38. Скурихин И.М., Волгарев М.Н. Химический состав пищевых продуктов. – Москва: ВО «Агропромиздат», 1987. – 240 с.
39. Skurikhin I.M., Volgarev M.N. Chemical composition of food products. – Moscow: VO «Agro-promizdat», 1987. – 240 p. (In Russ.).
40. Palacios C, Kostik LK, Peña-Rosas JP. Vitamin D supplementation for women during pregnancy. Cochrane Database Syst. Rev. 2019 Jul 26;7(7): CD008873. DOI: 10.1002/14651858.CD008873.pub4
41. Morales-Suárez-Varela M, Uçar N, Soriano JM, Llopis-Morales A, Sanford BS, Grant WB. Vitamin D-Related Risk Factors for Maternal Morbidity and Mortality during Pregnancy: Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2022 Oct 4;14(19):4124. DOI: 10.3390/nu14194124
42. Wu C, Song Y, Wang X. Vitamin D Supplementation for the Outcomes of Patients with Gestational Diabetes Mellitus and Neonates: A Meta-Analysis and Systematic Review. Int J. Clin. Pract. 2023 Jan 14;2023:1907222. DOI: 10.1155/2023/1907222
43. Pérez-López FR, Pilz S, Chedraui P. Vitamin D supplementation during pregnancy: an overview. Curr. Opin. Obstet. Gynecol. 2020 Oct;32(5):316–321. DOI: 10.1097/GCO.0000000000000641
44. Баранова А.А., Тютельян В.А., Машетова А.К., Намазова-Баранова Л.С., Захарова И.Н., Громова О.А. и др. Национальная программа «Недостаточность витамина D у детей и подростков Российской Федерации: современные подходы к коррекции». – М.: Педиатр: 2018. – 96 с. Режим доступа: <https://mamazanuda.ru/wp-content/uploads/2019/04/vitamin-D-2018-full.pdf>
45. Baranova A.A., Tutelyan V.A., Moshelova L.K., Namazova-Baranova L.S., Zakharova I.N., Gromova O.A. et al. National program "Vitamin D deficiency in children and adolescents of the Russian Federation: modern approaches to correction". Moscow: Pediatr; 2018. 96 p. (In Russ.). Available at: <https://mamazanuda.ru/wp-content/uploads/2019/04/vitamin-D-2018-full.pdf>
46. Palacios C, Trak-Fellermeier MA, Martinez RX, Lopez-Perez L, Lips P, Salis JA, John JC, Peña-Rosas JP. Regimens of vitamin D supplementation for women during pregnancy. Cochrane Database Syst. Rev. 2019 Oct 3;10(10): CD013446. DOI: 10.1002/14651858.CD013446
47. Ferrazzi E, Tiso G, Di Martino D. Folic acid versus 5-methyl tetrahydrofolate supplementation in pregnancy. Eur. J. Obstet. Gynecol. Reprod. Biol. 2020 Oct;253:312–319. DOI: 10.1016/j.ejogrb.2020.06.012
48. van Gool JD, Hirsch H, Lax H, De Schaepdrijver L. Folic acid and primary prevention of neural tube defects: A review. Reprod Toxicol. 2018 Sep;80:73–84. DOI: 10.1016/j.reprotox.2018.05.004
49. Molloy AM, Kirke PN, Brody LC, Scott JM, Mills JL. Effects of folate and vitamin B12 deficiencies during pregnancy on fetal, infant, and child development. Food Nutr. Bull. 2008 Jun;29(2 Suppl): S101–11; discussion S112–5. DOI: 10.1177/15648265080292S114
50. Yang Q, Cogswell ME, Hamner HC, Camigury A, Bailey LB, Pfeiffer CM, Berry RJ. Folic acid source, usual intake, and folate and vitamin B-12 status in US adults: National Health and Nutrition Examination Survey (NHANES) 2003–2006. Am. J. Clin. Nutr. 2010 Jan;91(1):64–72. DOI: 10.3945/ajcn.2009.28401. Epub 2009 Oct 14. Erratum in: Am. J. Clin. Nutr. 2010 Oct;92(4):1001.
51. Aggett PJ. The process for the assessment of scientific support for claims on food. Eur J Nutr. 2009 Dec;48 Suppl 1: S23–6. DOI: 10.1007/s00394-009-0072-4
52. Steegers-Theunissen RP, Obermann-Borst SA, Kremer D, Lindemans J, Siebel C, Steegers EA, Slagboom PE, Heijmans BT. Periconceptional maternal folic acid use of 400 microg per day is related to increased methylation of the IGF2 gene in the very young child. PLoS One. 2009 Nov 16;4(11): e7845. DOI: 10.1371/journal.pone.0007845
53. Tinker SC, Cogswell ME, Hamner HC, Berry RJ. Usual folic acid intakes: a modelling exercise assessing changes in the amount of folic acid in foods and supplements. National Health and Nutrition Examination Survey, 2003–2008. Public Health Nutr. 2012 Jul;15(7):1216–27. DOI: 10.1017/S1368980012000638
54. Atta CA, Fiest KM, Folks AD, Jette N, Pringsheim T, St Germaine-Smith C, Rajapakse T, Kaplan GG, Metcalfe A. Global Birth Prevalence of Spina Bifida by Folic Acid Fortification Status: A Systematic Review and Meta-Analysis. Am. J. Public Health. 2016 Jan;106(1): e24–34. DOI: 10.2105/AJPH.2015.302902
55. Prevention of neural tube defects: results of the Medical Research Council Vitamin Study. MRC Vitamin Study Research Group. Lancet. 1991 Jul 20;338(8760):131–7.
56. Jin X, Cheng Z, Yu X, Tao Q, Huang R, Wang S. Continuous supplementation of folic acid in pregnancy and the risk of perinatal depression: A meta-analysis. J Affect Disord. 2022 Apr 1;302:258–272. DOI: 10.1016/j.jad.2022.01.080
57. Liu C, Liu C, Wang Q, Zhang Z. Supplementation of folic acid in pregnancy and the risk of pre-eclampsia and gestational hypertension: a meta-analysis. Arch Gynecol Obstet. 2018 Oct;298(4):697–704. DOI: 10.1007/s00404-018-4823-4
58. Schmidt RJ, Tancredi DJ, Ozonoff S, Hansen RL, Hartila J, Allayee H, Schmidt LC, Tassone F, Hertz-Picciotto I. Maternal periconceptional folic acid intake and risk of autism spectrum disorders and developmental delay in the CHARGE (CHildhood Autism Risks from Genetics and Environment) case-control study. Am. J. Clin. Nutr. 2012 Jul;96(1):80–9. DOI: 10.3945/ajcn.110.004416
59. Valera-Gran D, Navarrete-Muñoz EM, García de la Hara M, Fernández-Somoano A, Tardón A, Ibarra J, Balluerka N, Murcia M, González-Safont L, Romaguera D, Juvé J, Vioque J, INMA Project. Effect of maternal high dosages of folic acid supplements on neurocognitive development in children at 4–5 y of age: the prospective birth cohort Infancia y Medio Ambiente (INMA) study. Am. J. Clin. Nutr. 2017 Sep;106(3):878–887. DOI: 10.3945/ajcn.117.152769

54. Compañ Gabucio LM, García de la Hera M, Torres Collado L, Fernández-Somoano A, Tardón A, Guxens M, Vrijheid M, Rebagliato M, Murcia M, Ibarluzea J, Marti L, Vioque J. The Use of Lower or Higher Than Recommended Doses of Folic Acid Supplements during Pregnancy Is Associated with Child Attentional Dysfunction at 4–5 Years of Age in the INMA Project. *Nutrients*. 2021 Jan 23;13(2):327. DOI: 10.3390/nu13020327
55. Chen H, Qin L, Gao R, Jin X, Cheng K, Zhang S, Hu X, Xu W, Wang H. Neurodevelopmental effects of maternal folic acid supplementation: a systematic review and meta-analysis. *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.* 2021 Oct 21;1–17. DOI: 10.1080/10408398.2021.1993781
56. Pivina L, Semenova Y, Doşa MD, Dauletyarova M, Björklund G. Iron Deficiency, Cognitive Functions, and Neurobehavioral Disorders in Children. *J. Mol. Neurosci.* 2019 May;58(1):1–10. DOI: 10.1007/s12031-019-01276-1
57. DeLoughery TG. Iron deficiency anemia. *Med Clin. North Am.* 2017 Mar;101(2):319–32. doi: 10.1016/j.mcna.2016.09.004
58. Орлова С.В., Никитина Е.А., Балашова Н.В. Роль железа во время беременности и кормления грудью // Медицинский алфавит. 2022;(24):8–15. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-24-8-15>
59. Orlova S. V., Nikitina E. A., Balashova N. V. The role of iron during pregnancy and lactation. *Medical alphabet*. 2022;(24):8–15 (in Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2022-24-8-15>
60. Dornellöf M, Thorsdottir I, Thorstensen K. Health effects of different dietary iron intakes: a systematic literature review for the 5th Nordic Nutrition Recommendations. *Food Nutr. Res.* 2013 Jul 12;57. DOI: 10.3402/fnr.v57i0.21667
61. WHO. Guideline: Intermittent iron and folic acid supplementation in menstruating women. Geneva, World Health Organization, 2011. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241502023>
62. Pavord S, Daru J, Prasanna N, Robinson S, Stanworth S, Gilling J; BSH Committee. UK guidelines on the management of iron deficiency in pregnancy. *Br. J. Haematol.* 2020 Mar;188(6):819–830. DOI: 10.1111/bjh.16221
63. World Health Organization. (2018). Weekly iron and folic acid supplementation as an anaemia-prevention strategy in women and adolescent girls: lessons learnt from implementation of programmes among non-pregnant women of reproductive age. World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/handle/10665/274581>
64. Guideline: Iron supplementation in postpartum women. Geneva: World Health Organization; 2016. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549585>
65. Georgieff MK. Iron deficiency in pregnancy. *Am J Obstet Gynecol.* 2020 Oct;223(4):516–524. doi: 10.1016/j.ajog.2020.03.006
66. Kovacs CS, Kronenberg HM. Maternal-fetal calcium and bone metabolism during pregnancy, puerperium, and lactation. *Endocr Rev.* 1997 Dec;18(6):832–72. DOI: 10.1210/edrv.18.6.0319
67. Prentice A. Maternal calcium metabolism and bone mineral status. *Am J Clin Nutr.* 2000 May;71(5 Suppl):1312S–6S. DOI: 10.1093/ajcn/71.5.1312S
68. Institute of Medicine 2011. Dietary Reference Intakes for Calcium and Vitamin D. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/10.17226/13050>
69. Kovacs CS. Maternal Mineral and Bone Metabolism During Pregnancy, Lactation, and Post-Weaning Recovery. *Physiol. Rev.* 2016 Apr;96(2):449–547. DOI: 10.1152/physrev.00027.2015
70. Rigo J, De Curtis M, Pieltain C, Picard JC, Salle BL, Senterre J. Bone mineral metabolism in the micropremie. *Clin. Perinatol.* 2000 Mar;27(1):147–70. DOI: 10.1016/S0095-5108(05)70011-7
71. Root A. W., Diamond F. B. Jr. Disorders of calcium metabolism in the child and adolescent. In: *Pediatric endocrinology*. Ed. By M. A. Sperling. – 2nd ed.; Saunders, Philadelphia; 2002: P. 629–688.
72. Cormick G, Beltrán AP, Romero IB, Lombardo CF, Gülmegöz AM, Ciapponi A, Belzán JM. Global inequities in dietary calcium intake during pregnancy: a systematic review and meta-analysis. *BJOG*. 2019 Mar;126(4):444–456. DOI: 10.1111/1471-0528.15512
73. Шилин Д.Е. Первичная профилактика преэклампсии кальцием и витамином D (с позиций акушерства, основанного на доказательствах) // Гинекология (приложение к журналу Consilium medicum). 2011. Т. 13. № 4. С. 4–10. DOI: 10.13140/RG.2.1.2545.8328
74. Shilin D. E. Primary prevention of preeclampsia with calcium and vitamin D (in terms of evidence-based obstetrics). *Gynecology (supplement to the journal Consilium medicum)*. 2011. V. 13. No. 4. P. 4–10 (in Russ.). DOI: 10.13140/RG.2.1.2545.8328
75. Курмачева Н.А., Рогожина И.Е., Аккузина О.П. Дефицит потребления кальция при осложненной беременности и оценка эффективности его фармакологической коррекции // Российский вестник акушера-гинеколога. 2011;11(4):50–55.
76. Kurmacheva NA, Rogozhina IE, Akkuzina OP. Inadequate calcium intake during complicated pregnancy and the evaluation of the efficiency of its pharmacological correction. *Russian Bulletin of Obstetrician-Gynecologist*. 2011;11(4):50–55 (in Russ.).
77. Hofmeyr GJ, Lawrie TA, Atallah AN, Toroni MR. Calcium supplementation during pregnancy for preventing hypertensive disorders and related problems. *Cochrane Database Syst. Rev.* 2018 Oct 1;10(10): CD001059. DOI: 10.1002/14651858.CD001059.pub5
78. Korhonen P, Tihonen K, Isojärvi J, Ojala R, Ashom U, Ashom P, Tammela O. Calcium supplementation during pregnancy and long-term offspring outcome: a systematic literature review and meta-analysis. *Ann N Y Acad. Sci.* 2022 Apr;1510(1):36–51. DOI: 10.1111/nyas.14729
79. Gomes F, Ashom P, Askari S, Belizan JM, Boy E, Cornick G, Dickin KL, Driller-Colangelo AR, Fawzi W, Hofmeyr GJ, Humphrey J, Khadlikar A, Mandlik R, Neufeld LM, Palacios C, Roth DE, Shlisky J, Sudfeld CR, Weaver C, Bourassa MW. Calcium supplementation for the prevention of hypertensive disorders of pregnancy: current evidence and programmatic considerations. *Ann N Y Acad. Sci.* 2022 Apr;1510(1):52–67. DOI: 10.1111/nyas.14733
80. Fiorentini D, Cappadone C, Farruggia G, Prata C. Magnesium: Biochemistry, Nutrition, Detection, and Social Impact of Diseases Linked to Its Deficiency. *Nutrients*. 2021 Mar 30;13(4):1136. DOI: 10.3390/nu13041136
81. James MF. Magnesium in obstetrics. *Best Pract Res Clin. Obstet Gynaecol.* 2010 Jun;24(3):327–37. DOI: 10.1016/j.bpobgyn.2009.11.004
82. Fanni D, Gerosa C, Nurchi VM, Manchia M, Saba L, Coghe F, Crisponi G, Gibo Y, Van Eyken P, Fanos V, Faa G. The Role of Magnesium in Pregnancy and in Fetal Programming of Adult Diseases. *Biol Trace Elem Res.* 2021 Oct;199(10):3647–3657. DOI: 10.1007/s12011-020-02513-0
83. Dalton LM, Ni Fhloinn DM, Gaydadzhieva GT, Mazurkiewicz OM, Leeson H, Wright CP. Magnesium in pregnancy. *Nutr. Rev.* 2016 Sep;74(9):549–57. DOI: 10.1093/nutrit/nuw018
84. Takaya J. Small for Gestational Age and Magnesium: Intrauterine magnesium deficiency may induce metabolic syndrome in later life. *AIMS Public Health.* 2015 Dec 4;2(4):793–803. DOI: 10.3934/publichealth.2015.4.793
85. Józefczuk J, Kasprzycka W, Czarnecki R, Graczyk A, Józefczuk P, Magda K, Lampart U. Homocysteine as a Diagnostic and Etiopathogenic Factor in Children with Autism Spectrum Disorder. *J. Med. Food.* 2017 Aug;20(8):744–749. DOI: 10.1089/jmf.2016.0150
86. Eltayeb R, Rayis DA, Sharif ME, Ahmed ABA, Elhaddad 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 Jan 1;113(1):31–35. DOI: 10.1093/trstmh/try109
87. Moshfegh A, Goldman JD, Huja J. et al. 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 at: http://www.ars.usda.gov/SP2UserFiles/Place/12355000/pdf/0506/usual_nutrient_intake_vitD_ca_phos_mg_2005-06.pdf. Accessed 20 March 2011.
88. Громова О.А., Торшин И.Ю., Кобалава Ж.Д., Сорокина М.А., Виллевалде С.В., Галочкин С.А., Гоголева И.В., Грачева О.Н., Гришина Т.П., Громов А.Н., Егорова Е.Ю., Калачева А.Г., Малайская С.И., Мерай И.А., Семенов О.Н., Д. 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
89. Gromova O. A., Torshin I. Yu., Kobalava Zh. D., Sorokina M. A., Villevallée S. V., Galochkin S. A., Gogoleva I. V., Gracheva O. N., Grishina T. P., Gromov A. N., Egorova E. Yu., Kalacheva A. G., Malaykaya S. I., Merai I. A., Semenov V. A. 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. *Kardiologia*. 2018;58(4):22–35. DOI: 10.18087/cardio.2018.4.10106
90. Алан Х.Б. Ву. Клиническое руководство Тица по лабораторным тестам / пер. с англ. (4-е изд.). Elsevier, 2006. М.: Лабора, 2013.
91. Clinical guide to laboratory tests by Tietz Norbert W., Translation from English. (4th edition Elsevier, 2006). М.: Лабора, 2013.
92. Гудер В.Г., Нарайанан С., Виссер Г., Цавта Б. Пробы: от пациента до лаборатории / пер. с англ. Вайнхайм: Gif Verlag, 2001.
93. Guder V. G. i dr. Diagnosticheskie proby ot pacienta do laboratorii. М.: Лабора, 2010. 118 s. (in Russ.).
94. 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.
95. Dizevskaya 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.). DOI: 10.17749/2070-4968.2015.9.4.093-101 Available at: <https://www.gynecology.su/jour/article/view/188/189>
96. Poniedziałek B, Nowaczek J, Ropacka-Lesiak M, Niedzielski P, Komosa A, Pańczak K, Rzymisk P. The altered platelet mineral ratios in pregnancy complicated with intrauterine growth restriction. *Reprod. Toxicol.* 2018 Mar;76:46–52. DOI: 10.1016/j.reprotox.2017.12.009
97. Standley CA, Whitty JE, Mason BA, Cotton DB. Serum ionized magnesium levels in normal and pre-eclampsia gestation. *Obstet. Gynecol.* 1997 Jan;89(1):24–7. DOI: 10.1016/S0029-7844(96)00380-8
98. Costello RB, Rosanoff A, Dai Q, Saldanha LG, Patischman NA. Perspective: Characterization of Dietary Supplements Containing Calcium and Magnesium and Their Respective Ratio-Is a Rising Ratio a Cause for Concern? *Adv. Nutr.* 2021 Mar 31;12(2):291–297. DOI: 10.1093/advances/nmaa160
99. Andraos S, de Seymour JV, O'Sullivan JM, Kussmann M. The Impact of Nutritional Interventions in Pregnant Women on DNA Methylation Patterns of the Offspring: A Systematic Review. *Mol. Nutr. Food Res.* 2018 Dec;62(24): e1800034. DOI: 10.1002/mnfr.201800034

Статья поступила / Received 13.03.23

Получена после рецензирования / Revised 20.03.23

Принята в печать / Accepted 27.03.23

Сведения об авторах

Орлова Светлана Владимировна, д.м.н., проф., зав. кафедрой диетологии и клинической нутрициологии, главный научный сотрудник^{1, 2}. E-mail: orlova-sv@rudn.ru. ORCID: 0000-0002-4689-3591

Никитина Елена Александровна, к.м.н., доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии? научный сотрудник^{1, 2}. E-mail: nikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: 0000-0003-3220-0333

Балашова Наталья Валерьевна, к.б.н., ассистент доцент кафедры диетологии и клинической нутрициологии ФГАУ ВО¹. E-mail: balashovaN77@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0548-3414

Грибакин Сергей Германович, д.м.н., профессор кафедры диетологии и нутрициологии³. E-mail: serg.gribakin2016@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-3738-3792

Пигарева Юлия Анатольевна, к.м.н., зав. отделением клинической диетологии⁴. E-mail: yuipigareva@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4749-731X

¹ ФГАУ ВО «Российский университет дружбы народов», Москва

² ГБУЗ «Научно-практический центр детской психоневрологии департамента здравоохранения Москвы», Россия

³ ФГБОУ ДПО «Российская медицинская академия непрерывного профессионального образования» Минздрава России, Москва

⁴ ГБУЗ «Городская клиническая больница имени В.В. Виноградова Департамента здравоохранения Москвы», Россия

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

Для цитирования: Орлова С.В., Никитина Е.А., Балашова Н.В., Грибакин С.Г., Пигарева Ю.А. Витамины и минералы в питании беременной: борьба с рождением. Медицинский алфавит. 2023; (8): 29–35. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-8-29-35>.

About authors

Orlova Svetlana V., DM Sci, prof., head of Dept of Dietetics and Clinical Nutritionology^{1, 2}. E-mail: rudn_nutr@mail.ru. ORCID: 0000-0002-4689-3591

Nikitina Elena A., PhD Med, assistant professor at Dept of Dietetics and Clinical Nutritionology^{1, 2}. E-mail: nikitina-ea1@rudn.ru. ORCID: https://orcid.org/0000-0003-3220-0333

Balashova Natalya V., PhD Bio Sci, assistant of Dept of Dietetics and Clinical Nutritionology¹. E-mail: balashovaN77@mail.ru. ORCID: 0000-0002-0548-3414

Gribakin Sergey G., DM Sci (habil.), professor of the Dept of Dietology and Nutrition³. E-mail: serg.gribakin2016@yandex.ru. ORCID: 0000-0002-3738-3792.

Pigareva Yulia A., PhD Med, head of Dept of Clinical Dietetics⁴. E-mail: yuipigareva@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4749-731X

¹ Peoples' Friendship University of Russia Moscow, Russia

² Scientific and Practical Center for Child Psychoneurology, Moscow Department of Health, Russia

³ Russian Medical Academy of Continous Professional Education, Moscow, Russia

⁴ City Clinical Hospital n.a. V. V. Vinogradov, Moscow, Russia

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

For citation: Orlova S. V., Nikitina E. A., Balashova N. V., Gribakin S. G., Pigareva Yu. A. Vitamins and Minerals in Pregnancy Nutrition: Objections Management. *Medical alphabet*. 2023; (8): 29–35. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2023-8-29-35>.