

Витаминно-минеральные комплексы в питании пациентов с ожирением и ассоциированных с ним заболеваний

В. М. Коденцова, А. В. Погожева

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия

РЕЗЮМЕ

Многие биологически активные вещества, включая витамины, эссенциальные макро- и микроэлементы, витаминоподобные соединения, обладают свойствами, которые потенциально могут ослабить патологические изменения и улучшить состояние пациентов с ожирением и ассоциированными с ним заболеваниями, такими как сахарный диабет 2 типа (СД2), сердечно-сосудистые заболевания (ССЗ) и другие.

Цель обзора – характеристика обеспеченности микронутриентами пациентов с ожирением, обоснование необходимости применения в диетотерапии этого заболевания многокомпонентных витаминно-минеральных комплексов (ВМК) и их доз для обеспечения клинического эффекта. Для пациентов с ожирением характерна множественная микронутриентная недостаточность разной степени, т.е. одновременный недостаток сразу нескольких витаминов и минеральных веществ. У пациентов с ожирением и/или СД2 повышена потребность в витаминах С и D. Ассимиляцию витаминов ухудшают многие лекарственные препараты. Достаточно продолжительный прием ВМК, содержащих витамины в дозе, соразмерной с рекомендуемой нормой потребления (РНП), приводит к повышению концентрации микронутриентов в плазме крови и устранению многих метаболических нарушений, причиной которых был недостаток микронутриентов. Прием микронутриентов в физиологических дозах должен быть постоянным, т.к. после отмены начинается их «вымывание» и возврат к исходно дефицитному микронутриентному статусу, который обеспечивал базовый рацион. Критерием выбора многокомпонентных ВМК для пациентов с ожирением являются соразмерные с РНП дозы микронутриентов.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: микронутриентная обеспеченность, мультивитаминно-минеральные комплексы, ожирение.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ. Авторы декларируют отсутствие конфликтов интересов.

Источник финансирования. Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена в рамках государственного задания по теме FGMF-2026–0014.

Multivitamin-mineral supplements in the nutrition of patients with obesity and associated diseases

V. M. Kodentsova, A. V. Pogozeva

Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

SUMMARY

Many biologically active substances, including vitamins, essential macro- and microelements, and vitamin-like compounds, have properties that may potentially reduce pathological changes and improve the condition of patients with obesity and associated diseases, such as type 2 diabetes (DM2), cardiovascular diseases (CVD), and others.

The purpose of this review is to characterize the micronutrient status of patients with obesity, to justify the need for the use of multivitamin-mineral supplements (MMS) in the dietary treatment of this disease, and to determine their doses to ensure clinical effectiveness. Patients with obesity are characterized by multiple micronutrient deficiencies of varying degrees, i.e., a simultaneous lack of several vitamins and minerals. Patients with obesity and/or DM2 have an increased need for vitamins C and D. Many medications impair the absorption of vitamins. A sufficiently long-term intake of multimicronutrient supplements containing vitamins in a dose commensurate with the recommended daily intake (RDA) leads to an increase blood plasma micronutrient concentration and the elimination of many metabolic disturbances caused by micronutrient deficiencies. The intake of micronutrients in physiological doses should be continuous, because their «leaching» begins after discontinuation, leading to a return to the initial micronutrient deficiency status provided by the basic diet. The selection of multivitamin-mineral supplements for patients with obesity is based on the use of micronutrient doses commensurate with the RDA.

KEYWORDS: micronutrient status, multivitamin-mineral supplements, obesity.

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

Source of funding. The research was carried out using subsidies for the implementation of a state task (FGMF-2026–0014).

Распространенность ожирения во всем мире стала одной из самых серьезных проблем общественного здравоохранения в XXI веке. В 2022 г. каждый восьмой человек страдал ожирением, в то время как ожидается, что в течение следующего десятилетия это заболевание затронет 2 миллиарда человек [1].

В европейских странах распространенность ожирения сильно различается: от 10% взрослого населения во Франции до 35% в Румынии [1]. В Италии ожирением страдают 9,8% детей и 3,9% подростков в возрасте

15 лет, а также 17,8% взрослых [2, 3]. По данным Росстата, в 2023 г. в России доля взрослых (19 лет и старше) с избыточной массой тела составила 43,9%, а с ожирением – 18,6%: из них мужчин – 52,4 и 16%, женщин – 37,1 и 20,7% соответственно [4].

Ожирение – это хроническое, прогрессирующее и рецидивирующее заболевание [5]. По данным ВОЗ, ожирение определяется как «ненормальное или чрезмерное накопление жира, которое может ухудшить здоровье». Основная проблема при этом связана с увеличением объема

и количества адипоцитов или неправильным распределением жировой ткани, что приводит к существенному увеличению процентного содержания жира в организме по отношению к массе тела.

Исследования, проведенные за последнее десятилетие, в корне изменили представление о природе ожирения. Теперь его рассматривают не как статичное состояние накопления энергии, а как фактор, провоцирующий хроническое вялотекущее воспаление [6].

Доказано, что в условиях избытка в рационе пищевых веществ жировая ткань непрерывно посылает провоспалительные сигналы, тем самым запуская системную, скрытую и трудно обнаруживаемую иммунную активацию, что является общей патологической основой для таких заболеваний, как цереброваскулярные и сердечно-сосудистые заболевания, СД2 и нейродегенеративные расстройства [7, 8].

Несмотря на избыточное потребление калорий, у лиц с ожирением, представляющим собой состояние хронического воспаления, приводящего к дисфункции иммунной системы и внутренних органов, часто наблюдается дефицит или недостаточность сразу нескольких микронутриентов [9–11]. Большинство алиментарно-зависимых заболеваний (АЗЗ) – ожирение, сердечно-сосудистая патология, остеопороз, анемия, диабет и др. – являются мультифакториальными, когда сочетание нескольких факторов риска носит накопительный характер. Недостаточная обеспеченность витаминами и минеральными веществами (кальций, магний, железо) относится к модифицируемым факторам риска многих АЗЗ.

В настоящее время подавляющее большинство публикаций анализируют влияние изолированного дефицита какого-либо одного микронутриента (чаще всего витамина D) на течение ожирения [12]. Однако при этом не принимается в расчет, что в организме витамин должен превратиться в свою биохимически активную форму (витамин D – в гормональную форму, витамины К и группы В – в соответствующий кофермент), причем скорость микронутриент-зависимых преобразований зависит от обеспеченности другими микронутриентами [13, 14].

Кроме того, в настоящее время уже не вызывает сомнения, что важна не просто адекватная обеспеченность организма витаминами (концентрация, превышающая нижнюю границу диапазона нормальной обеспеченности), а синхронная оптимальная обеспеченность каждым витамином и соотношение с показателями липидного статуса, поскольку недостижение показателей оптимальной обеспеченности витаминами повышает риск развития осложнений [15].

Оценка обеспеченности витаминами А, С, Е, В₂ пациентов с ожирением и ассоциированными с ним заболеваниями (ССЗ и СД2) показала, что степень и частота несоответствия критериям оптимальной обеспеченности повышаются по мере увеличения тяжести заболевания [16, 17]. В связи с этим появились статьи, в которых на основании существования взаимосвязи микронутриентов на уровне организма приводится обоснование

целесообразности использования в питании пациентов с ожирением многокомпонентных витаминно-минеральных комплексов (ВМК) с физиологическими дозами микронутриентов [18].

Цель обзора – характеристика обеспеченности микронутриентами пациентов с ожирением, обоснование необходимости и преимуществ применения в диетотерапии многокомпонентных витаминно-минеральных комплексов и уровня их доз, необходимого для обеспечения клинического эффекта.

Объекты и методы исследования

Обзор существующей по проблеме литературы за последние годы осуществляли по базам данных Pubmed и РИНЦ, а также в системе Google Scholar по ключевым словам «ожирение», «витаминно-минеральные комплексы», а также их эквивалентам на английском языке. Анализировали оригинальные исследовательские и обзорные статьи, опубликованные в научных журналах на русском и английском языках.

При анализе результатов интервенционных исследований рассматривали только те из них, которые содержали сведения о продолжительности наблюдения и дозе перорально принимаемых микронутриентов в составе ВМК, соразмерной с физиологической потребностью организма. При включении источников не учитывали такие факторы, как калорийность рациона, уровень физической активности участников, наличие или отсутствие у них осложнений и прием лекарственных средств.

Критерии включения и исключения источников. Под критерии исключения попадали тезисы, опубликованные в сборниках материалов конференций, и исследования, выполненные на животных. Все данные, подтверждающие приведенную в обзоре информацию, можно найти в ссылках, приведенных в статье.

Обеспеченность микронутриентами пациентов с ожирением

Обследование питания 135 жителей Тюменской области в возрасте 45–60 лет с артериальной гипертензией, ассоциированной с ожирением, показало, что поступление с пищей микронутриентов не достигало рекомендуемых норм и в процентах от рекомендуемого потребления (РНП) составило для витаминов D – 45,7%, С – 59,5%, Е – 82,8%, селена – 41,7%, кальция – 69,5%, магния – 85,5%, цинка – 88% [19].

Продемонстрировано, что частота обнаружения недостаточности витамина D среди населения России не зависит от вида патологии и превышает 80% [20]. Оценка обеспеченности витаминами пациентов с изолированным ожирением, ССЗ, СД2 имеет общие черты. Частота выявления их недостаточности увеличивалась в ряду: витамин А (у 5,3–11,9%) < С (10,5–14,3%) < Е (5,3–19,0%) < В2 (23,7–42,1%) < β-каротин (40,5–63,2%) [16].

При обследовании 887 жителей Китая среднего и старшего возраста (45–82 года) было показано, что уровень витаминов группы В (В₁, В₂, В₆ и В₉) в плазме крови

Негативное влияние приема лекарственных средств на микронутриентный статус организма [25, 26]

Наименование	Действие	Витамин	Минерал
Антигипертензивные средства	Диуретики (петлевые, тиазидные) Диуретики (калийсберегающие) Ингибиторы ангиотензин-превращающего фермента Блокаторы кальциевых каналов	B ₁ , B ₉	Ca, Mg, Zn, K, Fe
Гипохолестеринемические	Статины	D, K, E, β-каротин, коэнзим Q10	–
Гипогликемические	Бигуаниды (метформин) Тиазолидиндионы	B ₁₂ , D	Ca

Таблица 2

Дефициты микронутриентов, способствующие развитию заболевания, отягощающие его течение и возникающие вследствие заболевания [29]

Болезнь	Дефицит, способствующий развитию заболевания	Дефицит, ухудшающий состояние	Дефицит в результате заболевания
СД2	B ₉ , Cr	–	–
Ожирение	β-каротин, E, Se, Zn	B ₁ , B ₉ , D, Fe, Se, Zn	D
Ожирение после бариатрической операции	–	–	A, D, E, K, B ₁ , B ₉ , B ₁₂ , C, Cu, Zn, Fe

отрицательно соотносится с ожирением, определяемым по индексу массы тела, окружности талии или процентному содержанию жира в организме [21].

Только у 4 из 40 обследованных пациентов с ожирением (ИМТ 31,2–57,4 кг/м², в среднем, 42,1±1,1 кг/м²) и сопутствующим СД2 (35 % мужчины, 65 % женщины) в возрасте 42–80 лет (60,2±1,3 года) уровень 7 измеренных витаминов (С, А, Е, D, В₂, В₆, ниацин) и β-каротина в крови или моче соответствовал их нормальной обеспеченности, тогда как сочетанный одновременный дефицит 3–4 витаминов имели 25 % пациентов, а у остальных выявлялся недостаток 1–2 витаминов [10].

При обследовании обеспеченности микронутриентами 80 пациентов с ожирением и СД2 было установлено, что сниженный относительно нижней границы нормы уровень витамина D в плазме крови имели 32 % обследованных, витамина В₆ – 27 %, В₁₂ – 12,5 %, магния – 8 % [11]. Таким образом, для пациентов с ожирением и ассоциированных с ним заболеваниями характерна множественная микронутриентная недостаточность разной степени, т.е. одновременный недостаток сразу нескольких витаминов и минеральных веществ.

Причины множественной микронутриентной недостаточности у пациентов с ожирением

Помимо причин, вызывающих дефицит витаминов у здорового населения, дополнительно присоединяются специфические факторы, характерные именно для пациентов с ожирением. Ограниченный по калорийности рацион пациентов с ожирением не содержит достаточного количества витаминов и минеральных веществ.

Основополагающее значение для лечения и достижения ремиссии у пациентов с ожирением имеет снижение массы тела. Согласно результатам метаанализа наибольшая потеря массы тела была зарегистрирована при использовании в течение 8–12 недель диеты с очень низкой энергетической ценностью – 400–500 ккал/сут (1,7–2,1 МДж/сут). Параллельно со снижением общего потребления пищи

происходит уменьшение поступления микронутриентов, причем недостаток витаминов развивается относительно быстро и может стать заметным буквально через 2 недели [22].

На фоне редукации калорийности рациона до 1500 ккал/сут усугубляется исходно существующий дефицит витаминов и каротиноидов. В процессе применения стандартной гипокалорийной диеты наблюдалось снижение уровня в плазме крови витаминов А и Е на 21,1 %, а также ликопина [23, 24].

Наряду с этим известно, что ассимиляцию витаминов ухудшает прием многих лекарственных препаратов (табл. 1).

Длительное применение инсулино-сенситизирующего метформина, являющегося препаратом первой линии для лечения СД2, сопровождается снижением концентрации витамина В₁₂ в плазме крови [27]. Способность организма синтезировать коэнзим Q (CoQ) уменьшается с возрастом, снижается при сердечно-сосудистых, нейродегенеративных и других заболеваниях, связанных с интенсивным образованием свободных радикалов, а также в результате приема статинов [28].

Накоплены данные, свидетельствующие о том, что дефицит микронутриентов повышает риск возникновения заболевания, ухудшает его течение, и, наоборот, заболевание приводит к возникновению недостатка микронутриентов (табл. 2).

У пациентов с ожирением и/или СД2 повышена потребность в витамине С. Для достижения оптимальной концентрации витамина С в сыворотке крови пациентов с СД 2 (n=488) его потребление должно быть на 25 % выше (125 мг/сут), чем для лиц без диабета (n=2340), а для лиц с ожирением не менее 115 мг/сут [29, 30]. Время, необходимое для достижения устойчивого уровня в плазме крови 25(ОН)D после начала приема 700 МЕ витамина D и 500 мг кальция у взрослых с избыточной МТ и ожирением, больше, чем обычный 3-месячный временной промежуток, используемый в клинической практике [31].

Клиническая эффективность приема ВМК разного композиционного состава пациентами с ожирением и условия ее достижения

Нозологии	Состав ВМК	Дозы, % от РНП [22] или АУП [23]	Срок	Эффект
Ожирение	ВМК	≈ 100%	26 нед	СРБ ↓, артериальное давление ↓ [36]
СД2	ВМК, содержащий 15 микронутриентов	10 витаминов (40–300%), 4 микроэлементов (Cr – 400%, Zn, Mg ≈ 20%; K ≈ 10%)	3 нед	Концентрация в сыворотке крови витаминов С, D, В ₆ , В ₁₂ , В ₉ , К, Mg, Са, Zn ↑, глюкоза натощак ↓ [38]
СД2	ВМК, содержащий 20 микронутриентов, экстракты побегов черники, корней лопуха и одуванчика	13 витаминов – 100–230%; 5 микроэлементов (Zn, Mn – 130–150%; Fe, Cu, I – 100%), Са, Mg – 10%; α-липовая кислота – 50%; янтарная кислота – 25%	8 нед	Концентрация в плазме крови витаминов С, Е, В ₁ , В ₆ ↑, чувствительность ↑ [39]
СД2	ВМК, содержащий 8 витаминов, 7 микроэлементов, 2 каротиноида, растительные экстракты	Витамины С, группы В – 83–250%; α-липовая кислота – 137%; В ₉ , коэнзим Q10, D, Mn, Cr, Se – 33–66%; А, Va, Zn, Cu – 15–17%; ресвератрол – 50%; лютеин – 10%; ликопин – 5%, бетаин, флавоноиды цитрусовых, антоцианидины, силибин, холин – 1–2%	12 мес	Концентрация в плазме крови витамина D ↑, HbA1c ↓, hs-CRP ↓, 25(OH)D ↓, риск прогрессирования диабета ↓, частота возврата к нормогликемии ↑ [40]

Условные обозначения: РНП – рекомендуемая норма потребления; АУП – адекватный уровень потребления; ↓ – уменьшение; ↑ – увеличение; HbA1c – гликированный гемоглобин; hs-CRP – высокочувствительный С-реактивный белок.

Эффективность ВМК

Потребление микронутриентов с пищей является потенциально модифицируемым фактором, посредством которого можно предотвратить обусловленные их недостатком в рационе метаболические нарушения.

Поскольку у большинства как здоровых, так и больных лиц имеется мультимикронутриентная недостаточность (сочетанный недостаток одновременно нескольких витаминов и минеральных веществ), а в организме существуют межвитаминные метаболические взаимосвязи [32], обоснованным и предпочтительным является обогащение рациона не отдельными микронутриентами, а ВМК, содержащими в первую очередь недостающие витамины и микроэлементы [33].

Коррекция дефицита витамина D улучшает переносимость пациентами статинов [34], а для превращения холекальциферола в биологически активную форму необходима адекватная обеспеченность организма витамином В₂ и магнием [14].

В *таблице 3* суммированы данные по эффективности применения ВМК разного компонентного состава пациентами с ожирением и условия ее достижения.

Метаанализ 12 рандомизированных контролируемых исследований показал, что у лиц с ожирением прием ВМК значительно снижал только диастолическое АД (средневзвешенная разница, –6,20 мм рт. ст.; 95% доверительный интервал от –12,29 до –0,11 мм рт. ст.; $p=0,046$) [35].

Прием ВМК в течение 26 недель женщинами с ожирением и повышенным риском ССЗ ($n=128$) приводил к значительному снижению уровня С-реактивного белка в сыворотке крови и АД по сравнению с пациентами, получавшими плацебо [36].

Хотя причинно-следственная связь не установлена, у лиц, принимавших ВМК, ИМТ ниже более чем на 1 кг/м² [37].

На фоне гипокалорийной диеты (1600 ккал) прием в течение 3 нед пациентами с СД2 и ожирением ВМК приводил к повышению маркеров микронутриентной обеспеченности, тогда как у пациентов из группы сравнения отмечалось статистически значимое снижение в сыворотке крови концентрации витамина С, магния, цинка и фосфора [38].

Таким образом, прием ВМК предотвращал ухудшение микронутриентной обеспеченности пациентов, а также приводил к более заметному по сравнению с пациентами, дополнительно не принимавшими микронутриенты, уменьшению концентрации глюкозы в крови натощак [38].

На фоне стандартного лечения прием пациентами с диабетической полинейропатией нижних конечностей в течение 8 нед многокомпонентного ВМК, содержащего витамины, минеральные вещества, α-липовую и янтарную кислоты, а также экстракты побегов черники, корней лопуха и одуванчика, приводил к статистически значимому повышению концентрации витаминов С, Е, В₁, В₆ в плазме крови. При этом наблюдалось улучшение болевой, тактильной, температурной, вибрационной чувствительности, повышение ее порога ($p<0,05$) и показателей сухожильных рефлексов нижних конечностей по сравнению с пациентами контрольной группы [39].

Таким образом, достаточно продолжительный (от нескольких недель до 1 года) прием ВМК, содержащих витамины в дозе, равной или превышающей величину РНП, приводит к повышению концентрации микронутриентов в плазме крови и устранению метаболических нарушений, причиной которых являлся недостаток микронутриентов [40].

Обоснование преимуществ многокомпонентных витаминно-минеральных комплексов и основные принципы выбора и эффективного применения ВМК

Прием ВМК, большинство которых относятся к категории биологически активных добавок (БАД) к пище – источников пищевых веществ, является одним из доступных индивидуальных способов восполнения недостатка микронутриентов в пище.

Аргументы, обосновывающие целесообразность применения многокомпонентных ВМК и критерии их эффективности, многократно описаны в других публикациях [9, 41], суммированы в *таблице 4*.

Аргументы в пользу применения ВМК	Критерии выбора эффективного ВМК и алгоритм применения
Наличие сочетанного недостатка микронутриентов в рационе населения	Обязательными компонентами ВМК должны быть те микронутриенты, недостаток которых реально обнаруживается у пациентов в России
Высокая частота встречаемости недостаточной (неоптимальной) обеспеченности организма	Для устранения дефицита микронутриента требуется время (для каждого витамина свое)
Повышение потребности в ряде микронутриентов при заболеваниях	Чем меньше доза микронутриента, тем более длительный срок необходим для достижения оптимального уровня в крови
Существование ассоциативных связей между недостаточным потреблением микронутриентов и риском развития заболеваний и осложнений	Курсового приема ВМК может оказаться недостаточно для устранения недостаточности всех витаминов
Невозможность довести потребление микронутриентов до рекомендуемого уровня только за счет натуральных продуктов	После отмены приема ВМК происходит постепенное возвращение в гиповитаминозное состояние, которое обеспечивает содержание витаминов в обычном рационе
Функциональное взаимодействие и синергизм микронутриентов в организме	Дополнительное поступление витаминов должно быть постоянным, ежедневным
	Прием ВМК в физиологических дозах, сопоставимых с РНП, предпочтительнее, чем прерывистое воздействие высоких доз
	Содержание витаминов в ВМК должно приближаться к возрастной физиологической потребности ребенка

Заключение

Прием ВМК у пациентов с ожирением при редукции энергетической ценности рациона предотвращает ухудшение микронутриентной обеспеченности пациентов. Польза от приема ВМК пациентами с ожирением, СД2 или преддиабетом в отношении гликемии может проявляться только в результате устранения существующего дефицита микронутриентов [44].

Оптимизация микронутриентного статуса пациентов должна стать обязательным компонентом профилактики и комплексного лечения, повышающим эффективность терапии ожирения и ассоциированных с ним заболеваний. В связи с высокой частотой обнаружения недостаточного потребления микронутриентов прием ВМК рекомендуются всем пациентам для устранения дефицита и снижения риска осложнений.

Улучшение обеспеченности витаминами при их приеме в дозах, соответствующих физиологической потребности, наступает не ранее 4–6 недель. Прием физиологических доз микронутриентов должен быть постоянным, т.к. после отмены начинается их «вымывание» и возврат к исходно дефицитному микронутриентному статусу, который обеспечивал базовый рацион [43].

Таким образом, при выборе многокомпонентных ВМК для пациентов с ожирением необходимо обращать внимание не просто на наличие в их составе ингредиентов, а, учитывая дозо- и временную зависимость клинических эффектов ВМК, отдавать предпочтение содержащим соразмерные с физиологической потребностью дозы микронутриентов.

Вклад авторов. Оба автора внесли одинаковый вклад в написание статьи, утвердили окончательный вариант статьи, ответственность за целостность всех частей статьи – все авторы.

Authors' contributions. Both authors contributed equally to the writing of the article and approved the final version of the article. All authors are responsible for the integrity of all parts of the article.

Список литературы / References

- World Health Organization. Obesity and overweight. Available from: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/obesity-and-overweight>.
- NCD Risk Factor Collaboration (NCD-RisC). Worldwide trends in underweight and obesity from 1990 to 2022: a pooled analysis of 3663 population-representative studies with 222 million children, adolescents, and adults. *Lancet*. 2024; 403 (10431): 1027–1050. DOI: 10.1016/S0140-6736 (23) 02750-2

- Morandi A, Umamo GR, Vania A, Gugliemi V, Muscogiuri G, Maffei C, et al. Optimising healthcare transition of adolescents and young adults to adult care: a perspective statement of the Italian Society of Obesity. *Eat Weight Disord*. 2024; 29 (1): 51.
- Эпидемиология питания: Россия 2018–2023 / под ред. В. А. Тутельяна и Д. Б. Никитюка. М.: ТД ДеЛи, 2024. 270 с. ISBN 978-5-6051148-4-0.
- Nutrition Epidemiology: Russia 2018–2023 / edited by V. A. Tutelyan and D. B. Nikityuk. – Moscow: TD DeLi, 2024. 270 p. ISBN 978-5-6051148-4-0. (In Russ.).
- Busetto L, Dicker D, Frühbeck G, Halford JCG, Stracciacia P, Yumuk V, Goossens GH. A new framework for the diagnosis, staging and management of obesity in adults. *Nat Med*. 2024; 30 (9): 2395–2399. DOI: 10.1038/s41591-024-03095-3
- Alzaid F., Fagherazzi G., Riveline JP., Bahman F., Al-Rashed F., Al-Mulla F AhmadR Immune cell-adipose tissue crosstalk in metabolic diseases with a focus on type 1 diabetes. *Diabetologia*. 2025; 68: 1616–1631. <https://doi.org/10.1007/s00125-025-06437-z>
- Weijie Z, Meng Z, Chunxiao W, Lingjie M, Anguo Z, Yan Z, Xinran C, Yanjiao X, Li S. Obesity-induced chronic low-grade inflammation in adipose tissue: A pathway to Alzheimer's disease. *Ageing Res Rev*. 2024; 99: 102402. DOI: 10.1016/j.arr.2024.102402
- Kawai T, Aulieri MV, Scalia R. Adipose tissue inflammation and metabolic dysfunction in obesity. *Am J Physiol Cell Physiol*. 2021; 320 (3): C375–C391. DOI: 10.1152/ajpcell.00379.2020
- Маршинская О. В., Казакова Т. В., Нотова С. В., Молчанов М. К. Изменение содержания макро- и микроэлементов при сахарном диабете 2-го типа. *Микроэлементы в медицине*. 2021; (51): 42–43.
- Marshinskaia O. V., Kazakova T. V., Notova S. V., Malchanov M. K. Changes in the content of macro-and trace elements in type 2 diabetes mellitus. *Microelements in medicine*. 2021; (51): 42–43. (In Russ.). DOI: 10.19112/2413-6174-2021-51-20
- Бекетова Н. А., Кошелева О. В., Вржесинская О. А., Коденцова В. М., Шарафетдинов Х. Х., Плотникова О. А., Пилипенко В. В., Алексеева Р. И., Леоненко С. Н., Сокольников А. А. Обеспеченность витаминами пациентов с сахарным диабетом 2 типа и ожирением в осенний период. *Кардиоваскулярная терапия и профилактика*. 2019; 18(1):95–101.
- Beketova N.A., Kosheleva O. V., Vrzhesinskaya O. A., Kodentsova V. M., Sharafetdinov Kh. Kh., Plotnikova O. A., Pilipenko V. V., Alekseeva R. I., Leonenko S. N., Sokolnikov A. A. Supply of vitamins for patients with type 2 diabetes and obesity in the autumn. *Cardiovascular Therapy and Prevention*. 2019; 18 (1): 95–101. (In Russ.). <https://doi.org/10.15829/1728-8800-2019-1-95-101>
- Лапик И. А., Гаппарова К. М., Шарафетдинов Х. Х., Сорокина Е. Ю., Сенцова Т. Б., Сокольников А. А. Изучение микронутриентного статуса больных ожирением и сахарным диабетом 2 типа. *Трудный пациент*. 2016; 14 (10–11): 20–22.
- Lapik I. A., Gapparova K. M., Sharafetdinov Kh. Kh., Sorokina E. Yu., Sentsova T. B., Sokolnikov A. A. Study of Micronutrient Status of Patients with Obesity and Diabetes Mellitus Type 2. *Difficult patient*. 2016; 14 (10–11): 20–22. (In Russ.).
- Пигарова Е. А., Дзеранова Л. К. Ожирение, сахарный диабет и витамин D. *Ожирение и метаболизм*. 2024; 21 (3): 316–324.
- Pigarova E. A., Dzeranova L. K. Obesity, diabetes and vitamin D. *Obesity and metabolism*. 2024; 21 (3): 316–324. (In Russ.). <https://doi.org/10.14341/ommet13161>
- Коденцова В. М., Рисник Д. В. Микронутриентные метаболические сети и множественный дефицит микронутриентов: обоснование преимуществ витаминно-минеральных комплексов. *Микроэлементы в медицине*. 2020; 21 (4): 3–20.
- Kodentsova V. M., Risnik D. V. Micronutrient metabolic networks and multiple micronutrient deficiency: a rationale for the advantages of vitamin-mineral supplements. *Microelements in medicine*. 2020; 21 (4): 3–20. (In Russ.). DOI: 10.19112/2413-6174-2020-21-4-3-20
- Орлова С. В., Никитина Е. А., Водолазкая А. Н., Батышева Т. Т., Алексеева М. В., Балашова Н. В., Пигарева Ю. А., Прокопенко Е. В. Витамин D: что нам известно к 2024 году? Обзор данных о влиянии дополнительного приема витамина D на организм человека. *Медицинский алфавит*. 2024; (24): 29–42.
- Orlova S. V., Nikitina E. A., Vodolazkaya A. N., Batyshova T. T., Alekseeva M. V., Balashova N. V., Pigareva Yu. A., Prokopenko E. V. Vitamin D: What do we know by 2024? A review of the evidence on the effects of vitamin D supplementation on the human body. *Medical alphabet*. 2024; (24): 29–42. (In Russ.). <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2024-24-29-42>
- Zhou L, Zhang J, Zhang D, Yu Y, Jiang M, Liu H, Li J, Li M, Zhang Z, Guo L. Co-exposure to multiple vitamins and the risk of all-cause mortality in patients with diabetes. *Front Endocrinol (Lausanne)*. 2023; 14: 1254133. DOI: 10.3389/fendo.2023.1254133

16. Вржесинская О. А., Бекетова Н. А., Кошелева О. В., Коденцова В. М., Шарафетдинов Х. Х. Оценка витаминного статуса пациентов с морбидным ожирением по совокупности признаков оптимальной обеспеченности. *Медицинский вестник Северного Кавказа*. 2020; 15 (4): 504–509. DOI: <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15118>
- Vrzhesinskaya O. A., Beketova N. A., Kosheleva O. V., Kodentsova V. M., Sharafetdinov Kh. Kh. Evaluation of vitamin status of patients with morbid obesity by the complex of optimal sufficiency criteria. *Medical News of North Caucasus*. 2020; 15 (4): 504–509. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.14300/mnnc.2020.15118>
17. Коденцова В. М., Вржесинская О. А., Кошелева О. В., Бекетова Н. А., Шарафетдинов Х. Х. Оценка обеспеченности витаминами-антиоксидантами пациентов с ожирением с позиций риска развития сопутствующих заболеваний. *Ожирение и метаболизм*. 2020; 17 (1): 22–32. DOI: <https://doi.org/10.14341/omef10144>
- Kodentsova V. M., Vrzhesinskaya O. A., Kosheleva O. V., Beketova N. A., Sharafetdinov Kh. Kh. Antioxidant vitamin status of obese patients in terms of the risk of comorbidities. *Obesity and metabolism*. 2020; 17 (1): 22–32. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.14341/omef10144>
18. Коденцова В. М., Рисник Д. В., Шарафетдинов Х. Х. Витаминно-минеральные комплексы и биологически активные вещества в диетотерапии пациентов сахарным диабетом 2 типа. *Микроэлементы в медицине*. 2023; 24 (2): 12–24. DOI: <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2023-24-2-12-24>
- Kodentsova V. M., Risnik D. V., Sharafetdinov Kh. Kh. Vitamin-mineral supplements and biologically active substances in the diet of patients with type 2 diabetes mellitus. *Trace elements in medicine*. 2023; 24 (2): 12–24. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2023-24-2-12-24>
19. Полковникова М. С. Оценка микронутриентного статуса у больных артериальной гипертензией, проживающих в Тюменской области. *Вопросы диетологии*. 2024; 14 (4): 53–58. DOI: <https://doi.org/10.20953/2224-5448-2024-4-53-58>
- Polkovnikova M. S. Assessment of micronutrient status in patients with arterial hypertension living in the Tyumen region. *Vopr. dietol. (Nutrition)*. 2024; 14 (4): 53–58. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.20953/2224-5448-2024-4-53-58>
20. Суплотова Л. А., Авдеева В. А., Пигарова Е. А., Рожинская А. Я., Трошина Е. А. Дефицит витамина D в России: первые результаты регистрового неинтервенционного исследования частоты дефицита и недостаточности витамина D в различных географических регионах страны. *Проблемы эндокринологии*. 2021; 66 (2): 84–92. DOI: <https://doi.org/10.14341/probl12736>
- Suplotova L. A., Avdeeva V. A., Pigarova E. A., Rozhinskaya L. Ya., Troshina E. A. Vitamin D deficiency in Russia: the first results of a registered, noninterventional study of the frequency of vitamin D deficiency and insufficiency in various geographic regions of the country. *Problems of Endocrinology*. 2021; 67 (2): 84–92. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.14341/probl12736>
21. Fu Y, Zhu Z, Huang Z, He R, Zhang Y, Li Y, Tan W, Rong S. Association between Vitamin B and Obesity in Middle-Aged and Older Chinese Adults. *Nutrients*. 2023; 15 (3): 483. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu15030483>
22. Churuangsk C, Hall J, Reynolds A, Griffin SJ, Combet E, Lean ME. Diets for weight management in adults with type 2 diabetes: an umbrella review of published meta-analyses and systematic review of trials of diets for diabetes remission. *Diabetologia*. 2022; 65 (1): 14–36. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
23. Коденцова В. М., Вржесинская О. А., Леоненко С. Н., Шарафетдинов Х. Х., Рисник Д. В. Многокомпонентный специализированный пищевой продукт для пациентов с диабетической нефропатией и ожирением: ожидаемый и достигнутый эффект. *Вопросы диетологии*. 2022; 12 (2): 5–14. DOI: <https://doi.org/10.20953/2224-5448-2022-2-5-14>
- Kodentsova V. M., Vrzhesinskaya O. A., Leonenko S. N., Sharafetdinov Kh. Kh., Risnik D. V. Multicomponent specialized dietary product for patients with diabetic nephropathy and obesity: expected and achieved effects. *Vopr. Dietol. (Nutrition)*. 2022; 12 (2): 5–14. [In Russian]. DOI: <https://doi.org/10.20953/2224-5448-2022-2-5-14>
24. Пилипенко В. В., Шарафетдинов Х. Х., Плотникова О. А., Алексеева Р. И., Кондратьева О. В. Мониторинг витаминной обеспеченности у больных сахарным диабетом 2 типа. *Вопросы питания*. 2015; 84 (5): 65. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
- Pilipenko V. V., Sharafetdinov Kh. Kh., Plotnikova O. A., Alekseeva R. I., Kondratieva O. V. Monitoring vitamin status in patients with type 2 diabetes mellitus. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2015; 84 (5): 65. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
25. Mohn E. S., Kern H. J., Saltzman E., Mirmesser S. H., McKay D. L. Evidence of drug-nutrient interactions with chronic use of commonly prescribed medications: an update. *Pharmaceutics*. 2018; 10 (1): 36. DOI: <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics10010036>
26. Zhelyazkova-Savova MD, Yotov YT, Nikolova MN, Nazifova-Tasinova NF, Vankova DG, Atanasov AA, Galunskia BT. Statins, vascular calcification, and vitamin K-dependent proteins: Is there a relation? *Kaohsiung J Med Sci*. 2021; 37 (7): 624–631. DOI: <https://doi.org/10.1002/kjm.212373>
27. Kancherla V, Garn JV, Zakai NA, Williamson RS, Cashion WT, Odewole O, Judd SE, Oakley Jr GP. Multivitamin use and serum vitamin B12 concentrations in older-adult metformin users in the REGARDS, 2003–2007. *PLoS One*. 2016; 11 (8): e0160802. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0160802>
28. Pallotti F, Bergamini C, Lamperti C, Fato R. The roles of coenzyme Q in disease: direct and indirect involvement in cellular functions. *Int J Mol Sci*. 2022; 23 (1): 128. DOI: <https://doi.org/10.3390/ijms23010128>
29. Carr AC, Lunt H, Wareham NJ, Myint PK. Estimating Vitamin C Intake Requirements in Diabetes Mellitus: Analysis of NHANES 2017–2018 and EPIC-Norfolk Cohorts. *Antioxidants (Basel)*. 2023; 12 (10): 1863. DOI: <https://doi.org/10.3390/antiox12101863>
30. Carr AC, Myint PK, Vijewardane SC, Johnstone AM, Crook J, Lykkesfeldt J. An increasing proportion of the population is not covered by the current RDA for vitamin C – inter-rogation of EPIC-Norfolk and NHANES 2017/2018 cohorts. *Crit Rev Food Sci Nutr*. 2024; 1–12. DOI: <https://doi.org/10.1080/10408398.2024.2413024>
31. Bess Dawson-Hughes, Elsa M Konieczynski, Lisa Ceglia. Obesity may extend the time required to reach a steady-state 25-hydroxyvitamin D level after initiating vitamin D supplementation. *JBM Plus*. 2025; ziaf030. <https://doi.org/10.1093/jbmrpl/ziaf030>
32. Коденцова В. М., Рисник Д. В. Микронутриентные метаболические сети и множественный дефицит микронутриентов: обоснование преимуществ витаминно-минеральных комплексов. *Микроэлементы в медицине*. 2020; 21 (4): 3–20. DOI: <https://doi.org/10.1093/jbmrpl/ziaf030>
- Kodentsova V. M., Risnik D. V. Micronutrient metabolic networks and multiple micronutrient deficiency: a rationale for the advantages of vitamin-mineral supplements. *Trace elements in medicine*. 2020; 21 (4): 3–20. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.1093/jbmrpl/ziaf030>
33. Коденцова В. М., Рисник Д. В., Никитюк Д. Б., Тутельян В. А. Витаминно-минеральные комплексы в лечебном питании. *Consilium Medicum*. 2017; 19 (12): 76–83. DOI: https://doi.org/10.26442/2075-1753_19/12/76-83
- Kodentsova V. M., Risnik D. V., Nikitiuk D. B., Tutelyan V. A. Multivitamin-mineral supplementation in medical nutrition. *Consilium Medicum*. 2017; 19 (12): 76–83. [In Russ.]. DOI: https://doi.org/10.26442/2075-1753_19/12/76-83
34. Jenkins D. J., Spence J. D., Giovannucci E. L., Kim Y. I., Josse R. G., Vieth R., Sahye-Pudaruth S., Paquette M., Patel D., Mejia S. B., Viguliuok E., Nishi S. K., Kavanagh M., Tsiaktsi T., Kendall W. C., Pichika S. C., Sevenpiper J. L. Supplemental vitamins and minerals for cardiovascular disease prevention and treatment: JACC focus seminar. *Journal of the American College of Cardiology*. 2021; 77 (4): 423–436. <https://doi.org/10.1016/j.jacc.2020.09.619>
35. Li K., Liu C., Kuang X., Deng Q., Zhao F., Li D. Effects of Multivitamin and Multimineral Supplementation on Blood Pressure: A Meta-Analysis of 12 Randomized Controlled Trials. *Nutrients*. 2018; 10: 1018. DOI: <https://doi.org/10.3390/nu10081018>
36. Wang C, Li Y, Zhu K, Dong YM, Sun CH. Effects of supplementation with multivitamin and mineral on blood pressure and C-reactive protein in obese Chinese women with increased cardiovascular disease risk. *Asia Pac J Clin Nutr*. 2009; 18 (1): 121–30. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
37. Anders S, Schrofer C. The impact of nutritional intake on diet behavior and obesity outcomes. *PLoS One*. 2017 Oct 9; 12 (10): e0185258. DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0185258>
38. Лапик И. А., Сокольников А. А., Шарафетдинов Х. Х., Сенцова Т. Б., Плотникова О. А. Оценка эффективности диетотерапии в сочетании витаминно-минерального комплекса у больных сахарным диабетом 2 типа. *Вопросы питания*. 2014; 83 (3): 74–81. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
- Lapik I. A., Sokolnikov A. A., Sharafetdinov Kh. Kh., Sentsova T. B., Plotnikova O. A. Assessment of efficiency of dietotherapy with addition of a vitamin-mineral complex in patients with diabetes mellitus type 2. *Voprosy pitaniia [Problems of Nutrition]*. 2014; 83 (3): 74–81. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
39. Петунина Н. А., Ших Е. В., Галстян К. О., Хасанова Э. Р., Раменская Г. В. Возможности использования витаминно-минерального комплекса (Алфавит). *Диабет в комплексной терапии диабетической полинейропатии у больных сахарным диабетом 2 типа. Эффективная фармакотерапия*. 2012; (51): 44–51. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
- Petunina N. A., Shikh E. V., Galstyan K. O., Khasanova E. R., Ramenskaya G. V. Possibilities of using the Alfavit vitamin-mineral complex. *Diabetes in the complex therapy of diabetic polyneuropathy in patients with type 2 diabetes mellitus. Effective pharmacotherapy*. 2012; (51): 44–51. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
40. Wallace T. C., Frankenfeld C. L., Frei B., Shah A. V., Yu C. R., van Klinken B. J. W., Adeleke M. Multivitamin/multimineral supplement use is associated with increased micronutrient intakes and decreased prevalence of inadequacies and deficiencies in middle-aged and older adults in the United States. *Journal of nutrition in gerontology and geriatrics*. 2019; 38 (4): 307–328. <https://doi.org/10.1080/21551197.2019.1656135>
41. Коденцова В. М., Рисник Д. В., Шарафетдинов Х. Х. Витаминно-минеральные комплексы и биологически активные вещества в диетотерапии пациентов сахарным диабетом 2 типа. *Микроэлементы в медицине*. 2023; 24 (2): 12–24. DOI: <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2023-24-2-12-24>
- Kodentsova V. M., Risnik D. V., Sharafetdinov Kh. Kh. Vitamin-mineral supplements and biologically active substances in the diet of patients with type 2 diabetes mellitus. *Trace elements in medicine*. 2023; 24 (2): 12–24. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.19112/2413-6174-2023-24-2-12-24>
42. Ладода Об., Рисник Д. В., Павлович С. В., Коденцова В. М. Принципы восполнения недостатка микронутриентов. *Медицинский оппонент*. 2024; 3 (27): 32–37. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
- Ladoda O. B., Risnik D. V., Pavlovich S. V., Kodentsova V. M. [Principles of replenishing micronutrient deficiency. *Meditsinskiy opponent = Medical Opponent*. 2024; 3 (27): 32–37. [In Russ.]. DOI: <https://doi.org/10.1007/s00125-021-05577-2>
43. Коденцова В. М., Рисник Д. В., Мойсеёнок А. Г. Алгоритм эффективного применения витаминно-минеральных комплексов. *Журнал Гродненского государственного медицинского университета*. 2024; 22 (2): 177–184. DOI: <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-2-177-184>
- Kodentsova V. M., Risnik D. V., Moiseenok A. G. Algorithm for effective application of vitamin-mineral complexes. *Journal of the Grodno State Medical University*. 2024; 22 (2): 177–184. [In Russ.]. <https://doi.org/10.25298/2221-8785-2024-22-2-177-184>
44. Ever A. B., Dennison M., Gardner C. D., Garvey W. T., Lau K. H. K., MacLeod J., Raquel J. M., Rawlings P. K., Robinson S., Saslow L., Uelmen S., Urbanski P. B., Yancy Jr. W. S., Yancy Jr. W. S. Nutrition therapy for adults with diabetes or prediabetes: a consensus report. *Diabetes Care*. 2019; 42 (5): 731–754. <https://doi.org/10.2337/dci19-0014>

Статья поступила / Received 27.02.2026
Получена после рецензирования / Revised 04.03.2026
Принята в печать / Accepted 06.03.2026

Сведения об авторах

Коденцова Вера Митрофановна, д.б.н., проф., главный научный сотрудник лаборатории витаминов и минеральных веществ. E-mail: kodentsova@ion.ru. ORCID: 0000-0002-5288-1132

Погожева Алла Владимировна, д.м.н., проф., ведущий научный сотрудник лаборатории демографии и эпидемиологии питания. E-mail: allapogozheva@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4619-291X

ФГБУН «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», Москва, Россия

Автор для переписки: Коденцова Вера Митрофановна. E-mail: kodentsova@ion.ru

About authors

Kodentsova Vera M., Dr Bio Sci (habil.), professor, chief researcher at the Laboratory of Vitamins and Minerals. E-mail: kodentsova@ion.ru. ORCID: 0000-0002-5288-1132

Pogozheva Alla V., Dr Med Sci (habil.), professor, leading researcher at the Laboratory of Demography and Nutrition Epidemiology. E-mail: allapogozheva@yandex.ru. ORCID: 0000-0003-4619-291X

Federal Research Centre of Nutrition, Biotechnology and Food Safety, Moscow, Russia

Corresponding author: Kodentsova Vera M. E-mail: kodentsova@ion.ru

Для цитирования: Коденцова В. М., Погожева А. В. Витаминно-минеральные комплексы в питании пациентов с ожирением и ассоциированных с ним заболеваний. *Медицинский алфавит*. 2026; (9): 23–28. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-9-23-28>

For citation: Kodentsova V. M., Pogozheva A. V. Multivitamin-mineral supplements in the nutrition of patients with obesity and associated diseases. *Medical alphabet*. 2026; (9): 23–28. <https://doi.org/10.33667/2078-5631-2026-9-23-28>

