

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ ЖИРОРАСТВОРИМЫХ ВИТАМИНОВ У БЕРЕМЕННЫХ, ПРОЖИВАЮЩИХ НА СЕВЕРНЫХ ТЕРРИТОРИЯХ

Софья Владимировна Яковенко^{1✉}, Владимир Иванович Корчин²,
Елена Анатольевна Угорелова³

^{1,2}Ханты-Мансийская государственная медицинская академия, Ханты-Мансийск, Россия

³Окружная клиническая больница, Ханты-Мансийск, Россия

¹sofyayakovenko@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-3378-4951>

²vikhmgmi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1818-7550>

³ugorelovaeva@okbhmao.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1903-0483>

Аннотация. Повышенное образование активных форм кислорода ведет к увеличению риска акушерских осложнений у матери (преэклампсия, гестационный сахарный диабет, невынашивание) и нарушению развития плода. Проведено исследование динамики уровня жирорастворимых витаминов А, Е и D в сыворотке крови у 53 жительниц северного региона во время беременности, в том числе у 23 из них с избыточной массой тела – в 10–12, 20–24 и 30–34 недели. Установлено, что уровень витаминов А и Е у всех пациенток в течение беременности соответствует референсным значениям, а витамин D у женщин с избыточной массой тела находится в границах дефицита в I и II триместрах беременности, повышается до 30 нг/мл к III триместру только у 17,4 % и демонстрирует значимое статистическое межгрупповое различие. Дополнительный прием витамина D до и во время беременности, определение его статуса на этапе прегравидарной подготовки и, при необходимости, контроль в течение беременности можно отнести к профилактическим мероприятиям по снижению риска осложнений для матери и новорожденного.

Ключевые слова: беременность, избыточная масса тела, жирорастворимые витамины, витамин D, окислительный стресс, северные территории

Шифр специальности: 3.1.4. Акушерство и гинекология.

Для цитирования: Яковенко С. В., Корчин В. И., Угорелова Е. А. Оценка содержания жирорастворимых витаминов у беременных, проживающих в северной территории // Вестник СурГУ. Медицина. 2024. Т. 17, № 4. С. 43–49. <https://doi.org/10.35266/2949-3447-2024-4-6>.

Original article

ASSESSMENT OF FAT-SOLUBLE VITAMINS LEVELS IN PREGNANT WOMEN LIVING IN NORTHERN REGIONS

Sofya V. Yakovenko^{1✉}, Vladimir I. Korchin², Elena A. Ugorelova³

^{1,2}Khanty-Mansiysk State Medical Academy, Khanty-Mansiysk, Russia

³District Clinical Hospital, Khanty-Mansiysk, Russia

¹sofyayakovenko@mail.ru[✉], <https://orcid.org/0000-0002-3378-4951>

²vikhmgmi@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1818-7550>

³ugorelovaeva@okbhmao.ru, <https://orcid.org/0000-0002-1903-0483>

Abstract. Increased formation of the reactive oxygen species leads to an increased risk of obstetric complications in the mother (pre-eclampsia, gestational diabetes mellitus, miscarriage) and impaired fetus development. Researchers studied the dynamics of serum levels of fat-soluble vitamins A, E, and D in 53 pregnant women from the northern region at 10–12, 20–24, and 30–34 weeks of gestation. Twenty-three of them were overweight. The study revealed that the levels of vitamins A and E in all patients remained within reference values during pregnancy. At the same time, vitamin D in overweight women was within the deficit limits in I and II trimesters of pregnancy, increased to 30 ng/mL by the III trimester only in 17.4% and showed a significant statistical intergroup difference. Additional vitamin D supplementation before and during pregnancy, determination of its status at the stage of pregravidar preparation and, if necessary, monitoring during pregnancy can be attributed to preventive measures to reduce the risk of complications for the mother and newborn.

Keywords: Pregnancy, excess body weight, fat-soluble vitamins, vitamin D, oxidative stress, northern territories

Code: 3.1.4. Obstetrics and Gynaecology.

For citation: Yakovenko S. V., Korchin V. I., Ugorelova E. A. Assessment of fat-soluble vitamins levels in pregnant women living in northern regions. *Vestnik SurGU. Meditsina*. 2024;17(4):43–49. <https://doi.org/10.35266/2949-3447-2024-4-6>.

ВВЕДЕНИЕ

Вынашивание беременности и рождение ребенка в экстремальных природно-климатических условиях северного региона сопряжено с высоким риском развития неблагоприятных перинатальных и материнских исходов.

Совокупность таких факторов, как воздействие внешней среды (резкие колебания температуры, влажности и атмосферного давления, усиленная циклоническая деятельность, своеобразный микро-элементный состав воды и почвы) [1], повышенная масса тела у матери как стрессовый фактор у женщин в условиях Крайнего Севера [2] с учетом того, что сама беременность сопровождается трансформацией физиологических процессов организма [3], приводит к росту рисков, а именно к изменению окислительного метаболизма, сопровождающегося избыточным накоплением свободных радикалов и истощением антиоксидантной системы, транзиторной иммунной недостаточностью, нарушением внутренних биоритмов [4].

Происходящие анатомические, физиологические и биохимические изменения при гестации связаны с повышенным уровнем окислительного стресса, который необходим для развития нормальной беременности [5, 6], но при декомпенсации приводит к риску осложнений беременности для матери и плода [6–8]. В результате избыточного образования активных форм кислорода происходит нарушение эндотелиального гомеостаза с развитием дисфункции, сопровождающейся сосудосуживающим, протромботическим и провоспалительным эффектом, что может обусловить развитие таких состояний, как гестационный сахарный диабет, преждевременные роды [9], задержка развития плода [10] и преэклампсия [11, 12]. Для поддержания необходимого баланса про- и антиоксидантной системы в организме необходим адекватный уровень антиоксидантов, в том числе жирорастворимых витаминов А и Е.

Витамины А, Е и D, поступая в организм с пищевыми продуктами и в результате дотации в составе витаминно-минеральных комплексов, играют ключевую роль в сохранении здоровья матери и младенца. Каждый из этих эссенциальных микронутриентов обеспечивает важные функции в организме беременной. Витамин А необходим для дифференцировки эпителиальной и костной тканей, поддержания иммунитета и обеспечения нормального функционирования зрительного анализатора, участвует в регуляции процессов репродукции, в профилактике анемии. Физиологические функции витамина А включают антиоксидантную активность за счет соединения и стабилизации пероксильных радикалов.

Обладая выраженными антиоксидантными свойствами, витамин Е стабилизирует состояние клеточных мембран, влияет на функцию сердечной мышцы и половых желез. В синергии с витамином С он усиливает антиоксидантную защиту, снижает образование свободных радикалов. Витамин D, демонстрируя функции витамина и гормона, кроме основного регуляторного воздействия на фосфорно-кальциевый гомеостаз участвует в углеводном обмене, регулирует иммунологическую реактивность (изменение врожденного и адаптивного иммунитета). Под его влиянием в организмах матери и плода происходит стимулирование секреции инсулина, имплантации плаценты и регуляция функции эндотелия и ангиогенеза [13–15]. Кроме того, ряд ученых подтверждает свойства витамина D в качестве регулятора децидуального иммунитета, где плацента является одним из основных мест его внепочечного синтеза. За счет взаимодействия материнской и фетальной сторон плаценты регистрируется высокий уровень этого гормона в ткани, а при его недостаточности снижается и иммунная функция плаценты [16].

Цель – исследовать изменение содержания по триместрам жирорастворимых витаминов А, Е и D у беременных с избыточной массой тела, проживающих в ХМАО-Югре.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В исследовании приняли участие 53 беременных, из которых 23 – с избыточной массой тела (основная группа), и 30 – с нормальной массой тела (группа контроля). Индекс массы тела (ИМТ) рассчитан на основании антропометрических данных из медицинской документации и составил в основной группе 29,1 кг/м² и 21,8 кг/м² в группе контроля. Средний возраст пациенток составил 34,8 и 31,8 лет соответственно.

В обеих группах проведено исследование сыворотки крови методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-селективным флуоресцентным детектированием для определения содержания витаминов А и Е, а также методом иммунохемилюминесцентного анализа определена концентрация витамина D. Для беременных с избыточной массой тела уровень витаминов измерялся трехкратно в 10–12, 20–22, 30–32 недели, для группы контроля – однократно. Статистический анализ проведен с помощью прикладных программ Statistica 8.0 и Microsoft Excel, для оценки данных с распределением, отличным от нормального, определяли медиану (Me), значения межквартильного интервала Q1–Q3 с применением U-критерия Манна – Уитни. Значимое различие принято как $p < 0,05$. Исследование про-

ведено в соответствии с этическими принципами, регламентированными Хельсинской декларацией, получена положительная экспертная оценка Локального этического комитета Ханты-Мансийской государственной медицинской академии (от 20.09.2022 № 196).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате исследования в каждом триместре беременности установлен уровень жирорастворимых витаминов в сыворотке крови беременных с избыточной массой тела (табл. 1).

Таблица 1

Уровень жирорастворимых витаминов в основной группе исследования в динамике

Показатель	I триместр		II триместр		III триместр		p ¹ /p ²
	Me	Q1–Q3	Me	Q1–Q3	Me	Q1–Q3	
Витамин А, мкг/мл	0,47	0,40–0,58	0,45	0,40–0,57	0,53	0,45–0,63	0,613/0,141
Витамин Е, мкг/мл	6,03	5,40–7,64	5,20	4,30–5,83	5,79	5,47–7,44	0,002/1,0
Витамин D, нг/мл	16,55	10,77–21,13	16,58	9,49–21,35	22,11	14,60–31,11	0,956/0,003

Примечание: p¹ – статистическое различие между беременными I и II триместров; p² – статистическое различие между беременными II и III триместров. Составлено авторами.

В результате анализа установлено, что медианная концентрация витаминов А и Е соответствует физиологическому уровню, а витамина D ниже рекомендуемого предела (30–100 нг/мл).
Отмечено снижение содержания витаминов во II по отношению к I триместру и последующий подъем их уровня к III триместру. Уровень витамина А не показал статистически значимого различия медианного между триместрами (p¹ = 0,613, p² = 0,141), однако

содержание витамина Е снижается во II по сравнению с I триместром (5,20 мкг/мл против 6,03 мкг/мл, p¹ = 0,002). Следует отметить особый статус витамина D: в I и II триместрах его показатель находится в границах дефицита (менее 20 нг/мл), в III триместре отмечается рост сывороточного 25(ОН)D в 1,3 раза по сравнению с предыдущими периодами беременности и составляет 22,11 нг/мл (p² = 0,003), при этом его уровень по-прежнему остается недостаточным (табл. 2).

Таблица 2

Сравнительная оценка содержания витаминов между исследуемыми группами

Показатель	Основная группа, n = 23		Контрольная группа, n = 30		p
	Me	Q1–Q3	Me	Q1–Q3	
Витамин А, мкг/мл	0,49	0,41–0,58	0,49	0,39–0,58	0,576
Витамин Е, мкг/мл	5,6	4,90–6,20	5,91	5,32–6,38	0,069
Витамин D, нг/мл	18,63	11,98–22,81	24,41	16,60–31,11	0,005

Примечание: p – статистическое различие между беременными основной и контрольной групп. Составлено авторами.

Медианная концентрация витаминов Е и D ниже в группе беременных с избыточной массой тела по сравнению с контролем, при этом витамин Е без статистически значимого различия (5,6 мкг/мл против 5,91 мкг/мл, p = 0,069), а витамин D с достоверной разницей (24,41 нг/мл против 18,63 нг/мл, p = 0,005). В значении показателя витамина А межгруппового различия не установлено.

Обращает внимание низкий уровень витамина D в обеих группах, его содержание находится в границах дефицитного состояния у женщин с повышенным ИМТ и недостаточности у пациенток с нормальной массой тела, в целом не достигая физиологических значений у беременных обеих групп (табл. 3).

Таблица 3

Распределение беременных с избыточной массой тела по степени обеспеченности витаминами

Период	Витамин А, мкг/мл		Витамин Е, мкг/мл		Витамин D, нг/мл		
	< 0,34	0,34–0,88	< 5,1	5,1–19,4	< 20	20–30	> 30
I триместр	1/4,3 %	22/95,7 %	2/8,6 %	21/91,4 %	15/65,3 %	7/30,4 %	1/4,3 %
II триместр	1/4,3 %	22/95,7 %	10/43,5 %	13/56,5 %	15/65,3 %	8/34,7 %	0
III триместр	1/4,3 %	22/95,7 %	1/4,3 %	22/95,7 %	9/39,1 %	10/43,5 %	4/17,4 %

Примечание: составлено авторами.

Анализируя обеспеченность жирорастворимыми витаминами пациенток основной группы, отмечено, что у 95,7 % беременных достаточный уровень витамина А в течение беременности. Более чем 90 % пациенток демонстрируют оптимальное содержание витамина Е в I и III триместрах со снижением у 43,5 %

женщин в середине беременности. Значимые колебания уровня витамина D регистрируются у беременных с избыточной массой тела. Так, две трети (65,3 %) в I и II триместрах и 39,1 % в III триместре находятся в границах дефицитного состояния. Недостаточное содержание холекальциферола зарегистрировано

у 30,4–43,5 % женщин. И только к III триместру в основной группе исследования 17,4 % пациенток достигают физиологически оптимального уровня 25(OH)D.

Для выработки профилактических мероприятий по снижению риска осложнений беременности, вызванных оксидантным стрессом, необходимо изучение статуса антиоксидантов А и Е, витамина D на протяжении беременности. Выявление снижения уровня витаминов А и Е ниже физиологического значения может рассцениваться как биомаркер риска развития таких осложнений, как преждевременные роды, синдром задержки развития плода [17]. При этом ряд ученых отмечают связь между высоким содержанием антиоксидантов материнской сыворотки и их протективной ролью в предотвращении такого осложнения беременности, как гестационный сахарный диабет [18]. Витамин А в границах физиологических значений необходим в течение беременности, при этом как его дефицит, так и повышенный уровень влияют на риск развития осложнений у плода, потребность в нем увеличивается во второй половине беременности [19]. Результаты некоторых исследований указывают на корреляцию потребления витамина А матерью и состоянием ее здоровья, качества грудного молока и показателями здоровья ребенка [20].

В нашем исследовании уровень витамина А незначительно изменяется у пациенток с избыточной массой тела, отсутствует значимое межгрупповое отличие, и преимущественное большинство женщин основной группы обеспечены им в достаточном количестве на протяжении всей беременности.

Исследованиями установлено, что уровень витамина Е в сыворотке крови женщин был статистически более низким в группе с неблагоприятным исходом беременности по сравнению с контрольной группой, в которой не отмечено осложнений для матери и новорожденного – SMD = 4,44 (95 %), ДИ (2,44–6,43), $p < 0,001$ [21], также концентрация витамина Е была значительно ниже у женщин с гестационным сахарным диабетом (ГСД) по сравнению со здоровыми беременными (MD: -0,10; 95 % ДИ: [-0,15, -0,05]), при этом на содержание витамина Е не влияло различие ИМТ – (MD: 0,03; 95 % ДИ: [-0,08, 0,013]). Кроме того, было отмечено значительное снижение витамина Е в третьем триместре беременности у женщин с ГСД (MD: -0,09; 95 % ДИ: [-0,12, -0,06]) [22].

Нами отмечено отсутствие статистического различия уровня витамина Е между группами исследования, однако установлено снижение медианной концентрации во II триместре у женщин с избыточной массой тела. В. Н. Серов и соавт. (2010 г.) указывают на повышенную потребность в витамине Е в III триместре в связи необходимостью компенсации провоспалительного эффекта, возникающего под действием свободно-радикальных процессов [19]. В нашем исследовании более 95 % пациенток были обеспечены витамином Е на физиологическом уровне к концу беременности.

Дефицит витамина D – это проблема мирового уровня. Сочетание догестационной ИМТ или ожирения и вынашивание беременности в экстремальных условиях циркумполярного региона усугубляет дефицитный статус витамина D у беременных. Динамика концентрации этого микронутриента

связана с течением гестации. По данным Российской ассоциации эндокринологов (2015 г.), следует, что в III триместре с началом кальцификации скелета повышается потребность в кальции, что приводит к повышенной выработке 25(OH)D почками матери и плацентой [23]. Также дополнительным отрицательным фактором является отсутствие у преимущественного большинства пациенток информации о состоянии собственного статуса витамина D, его исследование не проводилось также и на прегравидарном этапе.

Нами установлена недостаточность холекальциферола с преобладанием дефицитного состояния в первой половине беременности в обеих группах. И несмотря на его рост к III триместру этот показатель не достигает оптимального уровня для беременных – 30–100 нг/мл.

Совокупность факторов, таких как беременность, ожирение или повышенная масса тела, вынашивание беременности в условиях проживания в высоких широтах составляет повышенный риск осложнений беременности. Для таких пациенток прием витамина D является неотъемлемой мерой профилактики. Исследования показывают, что прием 1 600 МЕ витамина D беременными с ожирением обеспечил повышение его уровня к 35–37-й неделе беременности по сравнению с исходным уровнем, при этом 98 % участвовавших женщин достигли показатель 50 нмоль/мл [24]. Также у беременных женщин с избыточным весом и ожирением прием 800 МЕ витамина D по сравнению с 400 МЕ значимо повышает уровень сывороточного 25(OH)D, обеспечивая достижение оптимальной величины у большинства женщин в контрольной группе [25–27].

Согласно клиническим рекомендациям «Нормальная беременность: клинические рекомендации» (2020 г.) прием витамина D в дозе 400 МЕ необходим беременным групп высокого риска, но также рассматривается возможность использования дозировки 2 000–4 000 МЕ, особенно для жительниц северных регионов. Основным критерием выбора дозы витамина D является достижение концентрации циркулирующего 25(OH)D на уровне не менее 40 нг/мл [27–28].

С целью уточнения соблюдения врачебных рекомендаций по приему витаминно-минеральных комплексов мы провели анкетирование беременных, в результате которого выяснилось, что витаминные препараты в 1-й половине беременности принимали менее половины пациенток с повышенным ИМТ. В том числе данный факт подтвердил установленное нами снижение концентрации витаминов к середине беременности, что не противоречит данным других исследований [29, 30]. Рост уровня жирорастворимых витаминов во второй половине беременности возможен за счет повышения комплаентности пациенток к приему витаминно-минеральных комплексов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Наличие у беременной догестационной избыточной массы тела, проживание в экстремальных условиях северной территории требует обеспечения контроля со стороны акушеров-гинекологов за соблюдением полноценного рациона питания, до-

полнительного приема витамина D, контроля его уровня на этапе прегравидарной подготовки и, при необходимости, во время гестации. Доза витамина D должна обеспечивать компенсированное состояние, сывороточный уровень 25(OH)D не ниже 30–40 нг/мл.

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Никифорова Н. А., Карапетян Т. А., Доршакоева Н. В. Особенности питания жителей Севера: обзор литературы // Экология человека. 2018. № 11. С. 20–22.
2. Попов А. Д., Зуевская Т. В., Чёрная Е. Е. и др. Ожирение и дефицит массы тела как предикторы гестационной гипертензии и сердечно-сосудистых заболеваний // Медицинская наука и образование Урала. 2020. Т. 21, № 4. С. 122–126.
3. Липатов И. С., Тезиков Ю. В., Шмаков Р. Г. и др. Беременность – естественная модель метаболического синдрома: результаты динамического исследования физиологической гестации // Акушерство и гинекология. 2020. № 9. С. 88–96.
4. Шелудько В. С., Каспарова А. Э., Коваленко Л. В. и др. Причины привычной потери беременности у женщин в субарктическом регионе России: обзор литературы // Экология человека. 2020. № 6. С. 13–21.
5. Mannaerts D., Faes E., Cos P. et al. Oxidative stress in healthy pregnancy and preeclampsia is linked to chronic inflammation, iron status and vascular function // PLoS One. 2018. Vol. 13, no. 9. P. e0202919. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202919>.
6. Chiarello D. I., Abad C., Rojas D. et al. Oxidative stress: normal pregnancy versus preeclampsia // Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease. 2020. Vol. 1866, no. 2. P. 165354. <https://doi.org/10.1016/j.bbdis.2018.12.005>.
7. Jauniaux E., Burton G. J. The role of oxidative stress in placental-related diseases of pregnancy // Journal of Gynecology Obstetrics and Human Reproduction. 2016. Vol. 45, no. 8. P. 775–785. <https://doi.org/10.1016/j.jgyn.2016.02.012>.
8. Gulcin I. Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview // Archives of Toxicology. 2020. Vol. 94, no. 3. P. 651–715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>.
9. Hussain T., Murtaza G., Metwally E. et al. The role of oxidative stress and antioxidant balance in pregnancy // Mediators of Inflammation. 2021. Vol. 2021, no. 1. P. 9962860. <https://doi.org/10.1155/2021/9962860>.
10. Matsubasa T., Uchino T., Karashima S. et al. Oxidative stress in very low birth weight infants as measured by Urinary 8-OHdG // Free Radical Research. 2002. Vol. 36, no. 2. P. 189–193. <https://doi.org/10.1080/10715760290006510>.
11. Scholl T. O., Stein T. P. Oxidant damage to DNA and pregnancy outcome // Journal of Maternal-Fetal Medicine. 2001. Vol. 10, no. 3. P. 182–185. <https://doi.org/10.1080/jmf.10.3.182.185-10>.
12. Махова А. А., Ших Е. В., Хайтович Е. Д. Микронутриентная поддержка: влияние на течение беременности и состав грудного молока // Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии. 2019. Т. 18, № 3. С. 114–123.
13. Mansur J. L., Oliveri B., Giacoia E. et al. Vitamin D: Before, during and after pregnancy: Effect on neonates and children // Nutrients. 2022. Vol. 14, no. 9. P. 1900. <https://doi.org/10.3390/nu14091900>.
14. Захарова И. Н., Мальцев С. В., Зубков В. В. и др. Влияние витамина D на течение беременности и здоровье новорожденных и детей раннего возраста: современный взгляд на проблему // РМЖ. Мать и дитя. 2020. Т. 3, № 3. С. 174–181.
15. Lo T.-H., Wu T.-Y., Li P.-C. et al. Effect of vitamin D supplementation during pregnancy on maternal and perinatal outcomes // Tzu Chi

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

1. Nikiforova N. A., Karapetyan T. A., Dorshakova N. V. Feeding habits of the Northerners (literature review). *Human Ecology*. 2018;(11):20–22. (In Russ.).
2. Popov A. D., Zuevskaya T. V., Chernaya E. S. et al. Obesity and body weight deficiency as predictors of gestational hypertension and cardiovascular disease. *Meditsinskaya nauka i obrazovanie Urala*. 2020;21(4):122–126. (In Russ.).
3. Lipatov I. S., Tezikov Y. V., Shmakov R. G. et al. Pregnancy is a natural model of metabolic syndrome: results of a dynamic study of physiological gestation. *Obstetrics and Gynecology*. 2020;(9):88–96. (In Russ.).
4. Sheludko V. S., Kasparova A. E., Kovalenko L. V. et al. Factors associated with recurrent pregnancy loss in the Subarctic Region: A literature review. *Human Ecology*. 2020;(6):13–21. (In Russ.).
5. Mannaerts D., Faes E., Cos P. et al. Oxidative stress in healthy pregnancy and preeclampsia is linked to chronic inflammation, iron status and vascular function. *PLoS One*. 2018;13(9):e0202919. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0202919>.
6. Chiarello D. I., Abad C., Rojas D. et al. Oxidative stress: normal pregnancy versus preeclampsia. *Biochimica et Biophysica Acta (BBA)-Molecular Basis of Disease*. 2020;1866(2):165354. <https://doi.org/10.1016/j.bbdis.2018.12.005>.
7. Jauniaux E., Burton G. J. The role of oxidative stress in placental-related diseases of pregnancy. *Journal of Gynecology Obstetrics and Human Reproduction*. 2016;45(8):775–785.
8. Gulcin I. Antioxidants and antioxidant methods: An updated overview. *Archives of Toxicology*. 2020;94(3):651–715. <https://doi.org/10.1007/s00204-020-02689-3>.
9. Hussain T., Murtaza G., Metwally E. et al. The role of oxidative stress and antioxidant balance in pregnancy. *Mediators of Inflammation*. 2021;2021(1):9962860. <https://doi.org/10.1155/2021/9962860>.
10. Matsubasa T., Uchino T., Karashima S. et al. Oxidative stress in very low birth weight infants as measured by urinary 8-OHdG. *Free Radical Research*. 2002;36(2):189–193. <https://doi.org/10.1080/10715760290006510>.
11. Scholl T. O., Stein T. P. Oxidant damage to DNA and pregnancy outcome. *Journal of Maternal-Fetal Medicine*. 2001;10(3):182–185. <https://doi.org/10.1080/jmf.10.3.182.185-10>.
12. Makhova A. A., Shikh E. V., Khaytovich E. D. Micronutrient support: its effect on pregnancy and the breast milk composition. *Gynecology, Obstetrics and Perinatology*. 2019;18(3): 114–123. (In Russ.).
13. Mansur J. L., Oliveri B., Giacoia E. et al. Vitamin D: Before, during and after pregnancy: Effect on neonates and children. *Nutrients*. 2022;14(9):1900. <https://doi.org/10.3390/nu14091900>.
14. Zakharova I. N., Maltsev S. V., Zubkov V. V. et al. Effect of vitamin D on the pregnancy and the health of newborns and infants: State-of-the-art. *Russian Journal of Woman and Child Health*. 2020;3(3):174–181. (In Russ.).
15. Lo T.-H., Wu T.-Y., Li P.-C. et al. Effect of vitamin D supplementation during pregnancy on maternal and perinatal outcomes. *Tzu Chi Medical Journal*. 2019;31(4):201–206. https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_32_19.

- Medical Journal. 2019. Vol. 31, no. 4. P. 201–206. https://doi.org/10.4103/tcmj.tcmj_32_19.
16. Tamblyn J. A., Hewison M., Wagner C. L. et al. Immunological role of vitamin D at the maternal-fetal interface // *Journal of Endocrinology*. 2015. Vol. 224, no. 3. P. R107–R121. <https://doi.org/10.1530/JOE-14-0642>.
 17. Lyu Y., Wang G., Sun Z. et al. The association of maternal fat-soluble antioxidants in early pregnancy with gestational diabetes mellitus: A prospective cohort study // *Nutrition & Diabetes*. 2022. Vol. 12, no. 1. P. 49. <https://doi.org/10.1038/s41387-022-00227-x>.
 18. Kerver J. M., Holzman C. B., Tian Y. et al. Maternal serum antioxidants in mid pregnancy and risk of preterm delivery and small for gestational age birth: Results from a prospective pregnancy cohort // *Journal of Women's Health*. 2021. Vol. 30, no. 9. P. 1233–1242. <https://doi.org/10.1089/jwh.2020.8722>.
 19. Серов В. Н. Торшин И. Ю., Громова О. А. Потриместровый подход к назначению витаминно-минеральных комплексов на основе систематического анализа биологической значимости витаминов и микроэлементов в системе мать – плацента – плод // *Гинекология*. 2010. Т. 12, № 6. С. 24–34.
 20. Gannon B. M., Jones C., Mehta S. Vitamin A requirements in pregnancy and lactation // *Current Developments in Nutrition*. 2020. Vol. 4, no. 10. P. nzaa142. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa142>.
 21. Wang S., Shi M., Zhou L. et al. Correlation of vitamin E level during pregnancy with maternal and neonatal health outcomes: A meta-analysis and systematic review // *American Journal of Translational Research*. 2023. Vol. 15, no. 6. P. 3838–3845.
 22. Sharifipour F., Abedi P., Ciahkal S. F. et al. Serum vitamin E level and gestational diabetes mellitus: A systematic review and meta-analysis // *The Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2020. Vol. 19, no. 2. P. 1787–1795. <https://doi.org/10.1007/s40200-020-00582-5>.
 23. Дефицит витамина D у взрослых: диагностика, лечение и профилактика : клинические рекомендации. 2015. URL: <https://goo.su/C9eYU> (дата обращения: 15.11.2024).
 24. Harreiter J., Mendoza L. C., Simmons D. et al. Vitamin D3 supplementation in overweight/obese pregnant women: No effects on the maternal or fetal lipid profile and body fat distribution – A secondary analysis of the multicentric, randomized, controlled vitamin D and lifestyle for Gestational Diabetes Prevention Trial (DALI) // *Nutrients*. 2022. Vol. 14, no. 18. P. 3781. <https://doi.org/10.3390/nu14183781>.
 25. Ku C. W., Lee A. J. W., Oh B. et al. The effect of vitamin D supplementation in pregnant women with overweight and obesity: A randomised controlled trial // *Nutrients*. 2023. Vol. 16, no. 1. P. 146. <https://doi.org/10.3390/nu16010146>.
 26. Alhomaïd R. M., Mulhern M. S., Strain J. et al. Maternal obesity and baseline vitamin D insufficiency alter the response to vitamin D supplementation: A double-blind, randomized trial in pregnant women // *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2021. Vol. 114, no. 3. P. 1208–1218. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab112>.
 27. Ших Е. В., Махова А. А., Сизова Ж. М. и др. Витамин D в профилактике осложнений беременности и заболеваний у детей первого года жизни // *Вопросы гинекологии, акушерства и перинатологии*. 2021. Т. 20, № 5. С. 114–123.
 28. Rusińska A., Płudowski P., Walczak M. et al. Vitamin D supplementation guidelines for general population and groups at risk of vitamin D deficiency in Poland – Recommendations of the Polish Society of Pediatric Endocrinology and Diabetes and the Expert Panel with Participation of national specialist consultants and representatives of scientific societies – 2018 Update // *Frontiers in Endocrinology*. 2018. Vol. 9. P. 1–21. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00246>.
 29. Tamblyn J. A., Hewison M., Wagner C. L. et al. Immunological role of vitamin D at the maternal-fetal interface. *Journal of Endocrinology*. 2015;224(3):R107–R121. <https://doi.org/10.1530/JOE-14-0642>.
 30. Lyu Y., Wang G., Sun Z. et al. The association of maternal fat-soluble antioxidants in early pregnancy with gestational diabetes mellitus: a prospective cohort study. *Nutrition & Diabetes*. 2022;12(1):49. <https://doi.org/10.1038/s41387-022-00227-x>.
 31. Kerver J. M., Holzman C. B., Tian Y. et al. Maternal Serum Antioxidants in Mid Pregnancy and Risk of Preterm Delivery and Small for Gestational Age Birth: Results from a Prospective Pregnancy Cohort. *Journal of Women's Health*. 2021;30(9):1233–1242. <https://doi.org/10.1089/jwh.2020.8722>.
 32. Gromova O. A., Serov V. N., Torshin T. J. Trimestral approach to appointment of vitamino-mineral complexes on the basis of the regular analysis of the biological importance of vitamins and microelements in system “mother–placenta–fetus”. *Gynecology*. 2010;12(6):24–34. (In Russ.).
 33. Gannon B. M., Jones C., Mehta S. Vitamin A requirements in pregnancy and lactation. *Current Developments in Nutrition*. 2020;4(10):nzaa142. <https://doi.org/10.1093/cdn/nzaa142>.
 34. Wang S., Shi M., Zhou L. et al. Correlation of vitamin E level during pregnancy with maternal and neonatal health outcomes: A meta-analysis and systematic review. *American Journal of Translational Research*. 2023;15(6):3838–3845.
 35. Sharifipour F., Abedi P., Ciahkal S. F. et al. Serum vitamin E level and gestational diabetes mellitus: a systematic review and meta-analysis. *The Journal of Diabetes & Metabolic Disorders*. 2020;19(2):1787–1795. <https://doi.org/10.1007/s40200-020-00582-5>.
 36. Defitsit vitamina D u vzroslykh: diagnostika, lechenie i profilaktika: Clinical Recommendations. 2015. URL: <https://goo.su/C9eYU> (accessed: 15.11.2024). (In Russ.).
 37. Harreiter J., Mendoza L. C., Simmons D. et al. Vitamin D3 supplementation in overweight/obese pregnant women: No effects on the maternal or fetal lipid profile and body fat distribution – A secondary analysis of the multicentric, randomized, controlled vitamin D and lifestyle for Gestational Diabetes Prevention Trial (DALI). *Nutrients*. 2022;14(18):3781. <https://doi.org/10.3390/nu14183781>.
 38. Ku C. W., Lee A. J. W., Oh B. et al. The effect of vitamin D supplementation in pregnant women with overweight and obesity: A randomised controlled trial. *Nutrients*. 2023;16(1):146. <https://doi.org/10.3390/nu16010146>.
 39. Alhomaïd R. M., Mulhern M. S., Strain J. et al. Maternal obesity and baseline vitamin D insufficiency alter the response to vitamin D supplementation: a double-blind, randomized trial in pregnant women. *The American Journal of Clinical Nutrition*. 2021;114(3):1208–1218. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqab112>.
 40. Shikh E. V., Makhova A. A., Sizova Zh. M. et al. The role of vitamin d in the prevention of pregnancy complications and childhood diseases in the first year of life. *Gynecology, Obstetrics and Perinatology*. 2021;20(5):114–123. (In Russ.).
 41. Rusińska A., Płudowski P., Walczak M. et al. Vitamin D Supplementation guidelines for general population and groups at risk of vitamin D deficiency in Poland – Recommendations of the Polish society of pediatric endocrinology and diabetes and the expert panel with participation of national specialist consultants and representatives of scientific societies – 2018 update. *Frontiers in Endocrinology*. 2018;9:1–21. <https://doi.org/10.3389/fendo.2018.00246>.
 42. Gromova O. A., Torshin I. Y., Tetruashvili N. K. et al. On the prospects of using vitamins and minerals in the prevention of

29. Громова О. А., Торшин И. Ю., Тетрашвили Н. К. и др. О перспективах использования витаминов и минералов в профилактике ранних потерь беременности // Акушерство и гинекология. 2021. № 4. С. 12–22.
30. Макарова С. Г., Коденцова В. М., Ладодо О. Б. и др. Микронутриентный статус беременной женщины: риски, связанные с дефицитом, и методы коррекции // Акушерство и гинекология. 2020. № 5. С. 156–164.
- early pregnancy losses. *Obstetrics and Gynecology*. 2021;(4):12–22. (In Russ.).
30. Makarova S. G., Kodentsova V. M., Ladodo O. B. et al. Micronutrient status of a pregnant woman: Deficiency-associated risks and correction methods. *Obstetrics and Gynecology*. 2020;(5):156–164. (In Russ.).

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

С. В. Яковенко – аспирант, декан.

В. И. Корчин – доктор медицинских наук, профессор.

Е. А. Угорелова – заведующий лабораторией клинической биохимии и иммунологии, врач клинической лабораторной диагностики.

ABOUT THE AUTHORS

S. V. Yakovenko – Postgraduate, Dean.

V. I. Korchin – Doctor of Sciences (Medicine), Professor.

E. A. Ugorelova – Head of the Laboratory of Clinical Biochemistry and Immunology, Doctor of Clinical Laboratory Diagnostics.