DOI 10.56871/UTJ.2024.17.90.014
УДК 612.397.2+577.161.1/.2/.3+57.082.25

ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ЖИРОРАСТВОРИМЫМИ ВИТАМИНАМИ ОРГАНИЗМА ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ ЖИТЕЛЕЙ г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

© Геннадий Георгиевич Родионов[1], Игорь Игнатьевич Шантырь[1], Екатерина Владимировна Светкина[1], Екатерина Алексеевна Колобова[1], Юлия Александровна Фоминых[2, 3], Кямаля Низамитдиновна Наджафова[3]

[1] Всероссийский центр экстренной и радиационной медицины им. А.М. Никифорова МЧС России.
197345, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Лебедева, д. 4/2
[2] Национальный медицинский исследовательский центр им. В.А. Алмазова.
197341, г. Санкт-Петербург, ул. Аккуратова, д. 2
[3] Санкт-Петербургский государственный педиатрический медицинский университет.
194100, г. Санкт-Петербург, ул. Литовская, д. 2

Контактная информация: Геннадий Георгиевич Родионов — д.м.н., доцент, ведущий научный сотрудник научно-исследовательского отдела биоиндикации. E-mail: rodgengeor@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6237-7848 SPIN: 6571-3933

Для цитирования: Родионов Г.Г., Шантырь И.И., Светкина Е.В., Колобова Е.А., Фоминых Ю.А., Наджафова К.Н. Обеспеченность жирорастворимыми витаминами организма взрослого населения жителей г. Санкт-Петербурга // Университетский терапевтический вестник. 2024. Т. 6. № 2. С. 128–139. DOI: https://doi.org/10.56871/UTJ.2024.17.90.014

Поступила: 09.01.2024 ***Одобрена: 12.02.2024*** ***Принята к печати: 01.03.2024***

РЕЗЮМЕ. ***Введение.*** Питание вносит наибольший вклад в обеспечение здоровья и работоспособности человека от суммы всех факторов, влияющих на образ жизни. ***Цель исследования*** — оценить обеспеченность жирорастворимыми витаминами организма взрослых жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста. ***Материалы и методы.*** Объектами исследования были 816 жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста, у которых с 2018 по 2023 г. на базе лаборатории хромато-масс-спектрометрии отдела биоиндикации ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России определяли в плазме крови жирорастворимые витамины. Были выделены следующие возрастно-половые группы: мужчины и женщины 18–29 лет, 30–44 года, 45–64 года. Провели хромато-масс-спектрометрическое определение в плазме крови концентрации жирорастворимых витаминов (A, E, D_3). ***Результаты.*** У женщин по сравнению с мужчинами отмечалось статистически значимое снижение уровня витамина Е на 29%, витамина А — на 17% и увеличение уровня витамина 25-OH-D_3 на 18 %. Наибольший дефицит в организме жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста выявлен в содержании витамина 25-OH-D_3 (48%) и витамина Е (27%). При этом у женщин по сравнению с мужчинами отмечался больший дефицит витамина Е (44%) и витамина А (14%), а у мужчин больший дефицит витамина 25-OH-D_3 (53%). ***Выводы.*** Полученные данные свидетельствуют о выраженном дефиците витамина 25-OH-D_3 и умеренном дефиците витамина Е в организме жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста. При этом у женщин по сравнению с мужчинами отмечался больший дефицит витамина Е и А, а у мужчин — больший дефицит витамина 25-OH-D_3. Восполнение жирорастворимых витаминов, особенно витамина 25-OH-D_3, может стать важным дополнительным методом профилактики заболеваний у жителей г. Санкт-Петербурга.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: питание, физиологическая потребность, витамины (A, E, D_3), хромато-масс-спектрометрия, гиповитаминоз, дефицит

PROVISION OF FAT-SOLUBLE VITAMINS IN THE BODY OF THE ADULT POPULATION OF RESIDENTS OF SAINT PETERSBURG

© Gennady G. Rodionov[1], Igor I. Shantyr[1], Ekaterina V. Svetkina[1], Ekaterina A. Kolobova[1], Yulia A. Fominykh[2, 3], Kyamala N. Nadzhafova[3]

[1] Center for Emergency and Radiation Medicine named after A.M. Nikiforov. 4/2 Akademician Lebedev str., Saint Petersburg 197345 Russian Federation
[2] V.A. Almazov National Medical Research Center. 2 Akkuratov str., Saint Petersburg 197341 Russian Federation
[3] Saint Petersburg State Pediatric Medical University. 2 Lithuania, Saint Petersburg 194100 Russian Federation

Contact information: Gennady G. Rodionov — Doctor of Medical Sciences, Associate Professor, Leading Researcher of scientific and research department of bioindications. E-mail: rodgengeor@yandex.ru ORCID: https://orcid.org/0000-0001-6237-7848 SPIN: 6571-3933

For citation: Rodionov GG, Shantyr II, Svetkina EV, Kolobova EA, Fominykh YuA, Nadzhafova KN. Provision of fat-soluble vitamins in the body of the adult population of residents of Saint Petersburg. University Therapeutic Journal. 2024;6(2):128–139. DOI: https://doi.org/10.56871/UTJ.2024.17.90.014

Received: 09.01.2024 ***Revised: 12.02.2024*** ***Accepted: 01.03.2024***

ABSTRACT. ***Introduction.*** Nutrition makes the greatest contribution to ensuring human health and performance from the sum of all factors affecting lifestyle. ***The aim*** of the study is to assess the provision of fat-soluble vitamins in the body of adult residents of St. Petersburg of different genders and ages. ***Materials and methods.*** The objects of the study were 816 residents of St. Petersburg of different genders and ages, in whom, from 2018 to 2023, fat-soluble vitamins were determined in blood plasma on the basis of the chromato-mass-spectrometry laboratory of the Department of Bioindication of Center for Emergency and Radiation Medicine named after A.M. Nikiforov. The following age and sex groups were identified: men and women 18–29 years old, 30–44 years old, 45–64 years old. Chromatography-mass spectrometric determination of the concentration of fat-soluble vitamins (A, E, D_3) in blood plasma was performed. ***Results.*** In women, compared with men, there was a statistically significant decrease in vitamin E levels by 29 %, vitamin A by 17 % and an increase in vitamin 25-OH-D_3 levels by 18 %. The greatest deficiency in the body of residents of St. Petersburg of different genders and ages was revealed in the content of vitamin 25-OH-D_3 (48 %) and vitamin E (27 %). At the same time, women had a greater deficiency of vitamin E (44%) and vitamin A (14 %) compared to men, and men had a greater deficiency of vitamin 25-OH-D_3 (53 %). ***Conclusions.*** The data obtained indicate a pronounced deficiency of vitamin 25-OH-D_3 and a moderate deficiency of vitamin E in the body of residents of St. Petersburg of different genders and ages. At the same time, women had a greater deficiency of vitamin E and A compared to men, and men had a greater deficiency of vitamin 25-OH-D_3. The replenishment of fat-soluble vitamins, especially vitamin 25-OH-D_3, can become an important additional method of disease prevention in residents of St. Petersburg.

KEYWORDS: nutrition, physiological need, vitamins (A, E, D_3), chromatography-mass spectrometry, hypovitaminosis, deficiency

ВВЕДЕНИЕ

В сохранении и поддержании здоровья человека ведущая роль принадлежит здоровому образу жизни. Питание вносит до 50% вклада в обеспечение здоровья и работоспособности человека от суммы всех факторов, влияющих на образ жизни. При этом нарушения питания составляют от 30 до 50% причин возникновения хронических неинфекционных заболеваний, таких как ожирение, сердечно-сосудистые заболевания, сахарный диабет 2-го типа, остеопороз и некоторые виды онкологических заболеваний [3].

За последние десять лет был разработан и введен в действие ряд основополагающих документов в области питания, таких как Доктрина продовольственной безопасности Российской Федерации (утвержден Указом Президента Российской Федерации от 21.01.2020 № 20), Стратегия повышения качества и безопасности пищевой продукции Российской Федерации до 2030 г. (утвержден распоряжением Правительства Российской Федерации от 29.06.2016 № 1364-р), Федеральный закон от 01.03.2020 № 47-ФЗ, предусматривающий внесение изменений в федеральные законы «О качестве и безопасности пищевых продуктов» и «Об образовании в Российской Федерации», к важнейшим из которых относятся установление понятия «здоровое питание» и определение принципов здорового питания,

способствующих укреплению здоровья человека и будущих поколений, снижению риска развития заболеваний [3].

Одним из таких принципов является соответствие химического состава ежедневного рациона физиологическим потребностям человека в макронутриентах (белки и аминокислоты, жиры и жирные кислоты, углеводы) и микронутриентах (витамины, минеральные вещества и микроэлементы, биологически активные вещества) [3]. При нарушении количественной и качественной стороны питания в первую очередь уязвимыми являются микронутриенты, особенно жирорастворимые витамины, что и определило направление нашего исследования.

Витамины — низкомолекулярные органические соединения, не синтезируемые в организме человека и животных, являющиеся незаменимыми факторами питания и обладающие высокой биологической активностью. Единственная принятая классификация делит витамины по растворимости на жирорастворимые (A, D, E, K) и водорастворимые (группа B, C, P) [1].

Физиологическая потребность витамина А для мужчин — 900 мкг рет. экв./сутки, для женщин — 800 мкг рет. экв./сутки. Физиологическая потребность витамина Е для взрослых — 15 мг ток. экв./сутки, а витамина D для взрослых — 15 мкг/сутки (600 МЕ) и лиц старше 65 лет — 20 мкг/сутки (800 МЕ) [3].

Рекомендуемые величины потребления жирорастворимых витаминов основаны на новейших научных данных нутрициологии, биохимии, физиологии и других отраслей медицинской науки о роли, взаимодействиях, усвояемости отдельных пищевых веществ и величинах истинных потребностей в них. При обосновании норм физиологических потребностей использованы данные обследований фактического питания и состояния здоровья в различных регионах страны [3].

ЦЕЛЬ ИССЛЕДОВАНИЯ

Оценить обеспеченность жирорастворимыми витаминами организма взрослых жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Объектами исследования стали 816 взрослых жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста, у которых на протяжении 6 лет (с 2018 по 2023 г.) на базе лаборатории хромато-масс-спектрометрии отдела биоиндикации ФГБУ ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России определяли в плазме крови жирорастворимые витамины (A, E, D_3).

Согласно рекомендациям [3], исходя из физиологических характеристик организма (изменения скорости роста, физической активности, состава тела, характера питания) были выделены следующие возрастно-половые группы: мужчины и женщины 18–29 лет, 30–44 года, 45–64 года, 65–74 года и более 75 лет.

Материалом для исследования жирорастворимых витаминов (A, E и D_3) служила кровь из локтевой вены, забранная утром натощак в количестве 6 мл в пробирки-вакутейнеры с K_2ЭДТА. Плазму крови отделяли центрифугированием на 3000 об./мин в течение 10 мин. Концентрацию витамина А определяли в 513 пробах, витамина Е — в 508 пробах, витамина 25-OH-D_3 — в 816 пробах.

Концентрации жирорастворимых витаминов (A, E и D_3) в плазме крови определяли на высокоэффективном жидкостном хроматографе Agilent 1200 масс-спектрометром с тройным квадруполем Agilent 6460 (Agilent Technologies, США) на хроматографической колонке Zorbax Eclips Plus C18 Rapid Resolution 100×4,6×3,5 мкм по разработанной нами методике на основе публикации [9, 11]. Разработанная методика позволяет измерять концентрации ретинола ацетата (100–1500) нг/мл, α-токоферола ацетата — (1–50) мкг/мл и 25-OH-D_3 — (30–60) нг/мл в одной пробе [6].

Обработку результатов проводили при помощи лабораторной информационной системы qLIS «СПАРМ» и статистических программ Excel 2000 и STATISTICA 10.0. Данные в тексте и таблицах представлены в виде Me [q25; q75]. Значимость различий при парных сравнениях оценивали с помощью U-критерия Манна–Уитни. Различия считали достоверными при $p < 0,05$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В таблице 1 представлены результаты исследования в плазме крови концентрации жирорастворимых витаминов (A, E, D_3) всего обследованного взрослого населения г. Санкт-Петербурга. Средние значения концентрации жирорастворимых витаминов в плазме крови у обследованных жителей находились в пределах референтных значений, однако у ряда жителей наблюдался их дефицит. Наибольший дефицит выявлен у 48% обследованных жителей в содержании витамина 25-OH-D_3 и менее выраженный дефицит у 27% обследованных жителей витамина Е.

Таблица 1

Содержание жирорастворимых витаминов в плазме крови у обследованных взрослых жителей различного пола и возраста г. Санкт-Петербурга

Table 1

The content of fat-soluble vitamins in the blood plasma of the examined adult residents of different genders and ages of St. Petersburg

Показатель, ед. изм. Indikator, unit	Референтное значение Referential meaning	Me [q25; q75]	Доля с дефицитом, % The share with a deficit, %
Витамин 5-OH-D_3, нг/мл Vitamin 25-OH-D_3, ng/ml	30,0–100,0	30,8 [19,6; 47,8]	48
Витамин А, мкг/мл Vitamin A, ug/ml	0,3–1,0	0,61 [0,44; 0,77]	6
Витамин Е, мкг/мл Vitamin E, ug/ml	5,0–18,0	7,12 [4,90; 9,46]	27

Таблица 2

Содержание жирорастворимых витаминов в плазме крови у обследованных взрослых жителей различного пола г. Санкт-Петербурга

Table 2

The content of fat-soluble vitamins in the blood plasma of the examined adult residents of different sexes of St. Petersburg

Показатель, ед. изм. Indikator, unit	Мужчины Men		Женщины Women		p
	n	Me [q25; q75]	n	Me [q25; q75]	
Витамин 25-OH-D_3, нг/мл vitamin 25-OH-D_3, ng/ml	281	28,4 [19,2; 39,0]	535	33,6 [19,9; 53,3]*	0,001
Витамин А, мкг/мл Vitamin A, ug/ml	340	0,62 [0,49; 0,76]	173	0,54 [0,36; 0,78]*	0,008
Витамин Е, мкг/мл Vitamin E, ug/ml	338	7,54 [5,63; 9,60]	170	5,36 [3,38; 8,78]*	0,000

* Здесь и далее p <0,05. / Here and below p <0.05.

Анализ половых особенностей в обеспечении жирорастворимыми витаминами выявил существенные различия (табл. 2, рис. 1). Без учета возраста обследованных у женщин по сравнению с мужчинами отмечался больший дефицит витамина Е (44%) и витамина А (14%), а у мужчин более выражен дефицит витамина 25-OH-D_3 (53%). При этом у женщин по сравнению с мужчинами был статистически значимо (p=0,000) ниже уровень витамина Е — на 29%, витамина А — на 17% (p=0,008) и выше уровень витамина 25-OH-D_3 — на 18% (p=0,001).

Анализ возрастных особенностей в обеспеченности жирорастворимыми витаминами обследованного взрослого населения мегаполиса выявил следующие закономерности.

У женщин с увеличением возраста отмечается тенденция к увеличению дефицита жирорастворимых витаминов, особенно витамина 25-OH-D_3 (с 42 до 61%).

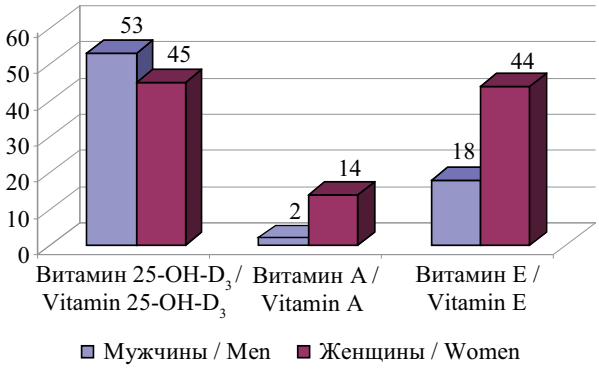


Рис. 1. Уровень дефицита жирорастворимых витаминов у мужчин и женщин г. Санкт-Петербурга (%)

Fig.1. The level of deficiency of fat-soluble vitamins in men and women of St. Petersburg (%)

Практически противоположная тенденция наблюдается в отношении обеспеченности токоферолом. Максимальный дефицит регистрировался в возрастной группе 18–29 лет

(до 78% обследованных). В остальных анализируемых возрастных группах обследованных женщин медиана этого показателя была в пределах 5,35–5,80 мкг/мл, а доля с дефицитом — от 33 до 46%.

Менее выраженные возрастные особенности среди обследованных женщин установлены по обеспеченности витамином А. Максимальный уровень дефицита витамина А (23%) наблюдался у женщин в возрасте 65–74 года (табл. 3, рис. 2).

С увеличением возраста у женщин статистически значимых изменений уровня витамина А по критерию Манна–Уитни не обнаружено (табл. 3). В группе 18–29 лет выявлен ровень витамина Е в 3 раза ниже по сравнению с группами 30–44 года (p=0,013) и 45–64 года (p=0,014), а также ниже уровень витамина 25-OH-D_3 в группе более 75 лет по сравнению с группами 18–29 лет (p=0,034) и 30–34 года (p=0,039) на 41 и 29% соответственно (табл. 3).

У обследованных мужчин (табл. 4, рис. 3) с увеличением возраста отмечалась, как и у женщин, тенденция к повышению доли лиц с дефицитом витамина 25-OH-D_3 (с 33 до 71%).

Дефицит витамина Е в пределах 14–17% отмечался у обследованных мужчин во всех возрастных группах за исключением возраста 65–74 года, в котором достигал 24%.

Доля мужчин с дефицитом витамина А была достоверно ниже по сравнению с обследованными женщинами и не превышала 4%.

С увеличением возраста у мужчин выявлялся статистически значимо (p=0,007) выше уровень витамина А в группе 45–64 года на 12% по сравнению с группой 30–44 года, а также статистически значимо ниже уровень

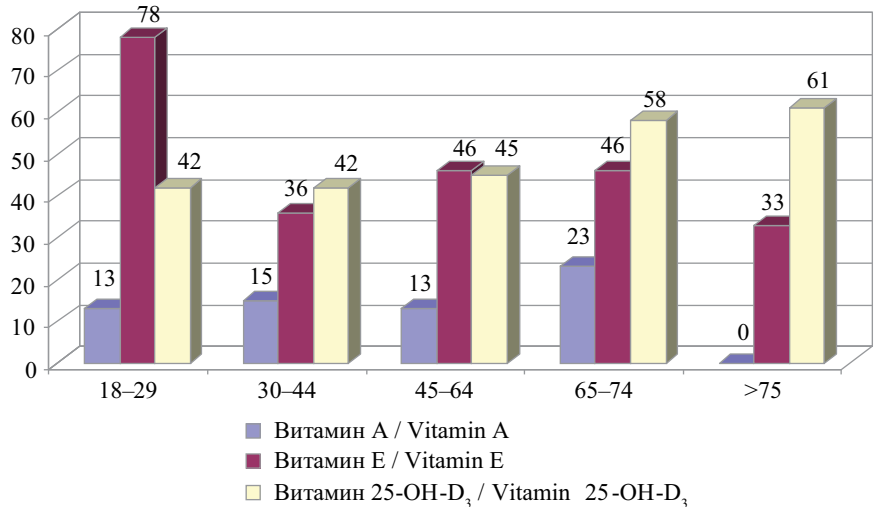


Рис. 2. Доля дефицита жирорастворимых витаминов у женщин различного возраста г. Санкт-Петербурга (%)

Fig. 2. The proportion of fat-soluble vitamin deficiency in women of different ages in St. Petersburg (%)

Таблица 3

Содержание жирорастворимых витаминов в плазме крови у женщин различного возраста г. Санкт-Петербурга

Table 3

The content of fat-soluble vitamins in blood plasma in women of different ages in St. Petersburg

Возраст, лет / Age, years	Витамин А, мкг/мл / Vitamin A, ug/ml		Витамин Е, мкг/мл / Vitamin E, ug/ml		Витамин 25-OH-D3, нг/мл / Vitamin 25-OH-D_3, ng/ml	
	n	Me [q25; q75]	n	Me [q25; q75]	n	Me [q25; q75]
18–29	15	0,48 [0,35; 0,79]	9	1,90 [1,26; 4,12]*	77	36,7 [20,7; 58,2]
30–44	59	0,52 [0,38; 0,77]	59	5,49 [4,20; 10,02]	250	35,7 [21,7; 52,2]
45–64	79	0,57 [0,35; 0,82]	83	5,35 [2,95; 9,03]	150	32,5 [18,7; 52,3]
65–74	13	0,48 [0,32; 0,62]	13	5,80 [4,00; 7,66]	40	26,9 [17,4; 43,5]
>75	7	0,50 [0,37; 0,63]	6	5,73 [4,90; 6,60]	18	25,3 [11,7; 34,8]*

Таблица 4

Содержание жирорастворимых витаминов в плазме крови
у мужчин различного возраста г. Санкт-Петербурга

Table 4

The content of fat-soluble vitamins in blood plasma in men of different ages in St. Petersburg

Возраст, лет / Age, years	Витамин А, мкг/мл / Vitamin A, ug/ml		Витамин Е, мкг/мл / Vitamin E, ug/ml		Витамин 25-OH-D_3, нг/мл / Vitamin 25-OH-D_3, ng/ml	
	n	Me [q25; q75]	*n*	Me [q25; q75]	*n*	Me [q25; q75]
18–29	30	0,63 [0,44; 0,76]	31	8,17 [5,70; 9,20]	12	45,4 [14,2; 63,8]
30–44	96	0,61 [0,45; 0,78]	95	7,31 [5,40; 9,20]	63	28,4 [17,9; 50,3]
45–64	117	0,68 [0,57; 0,79]*	118	8,40 [5,90; 10,40]*	124	30,8 [21,2; 41,0]
65–74	81	0,59 [0,46; 0,73]*	80	7,28 [5,10; 9,50]	68	25,5 [18,4; 32,7]*
>75	16	0,57 [0,48; 0,65]*	14	7,25 [5,10; 10,70]	14	24,5 [18,9; 30,3]

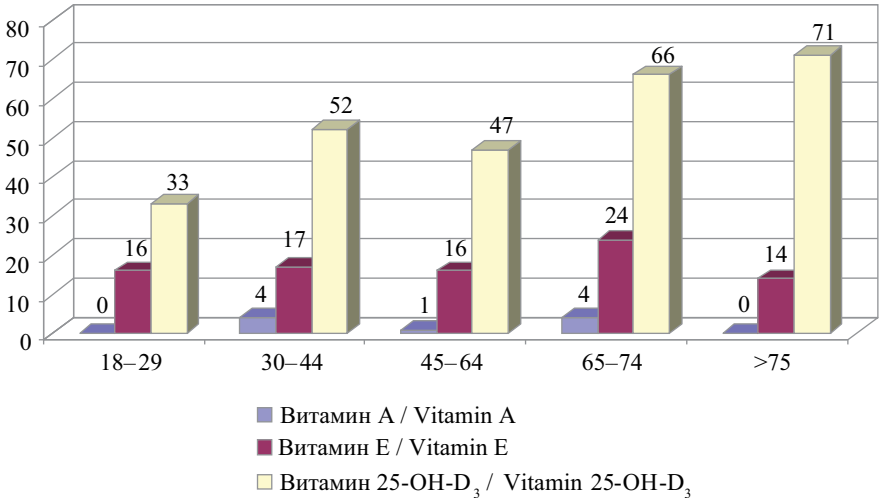


Рис. 3. Доля дефицита жирорастворимых витаминов у мужчин различного возраста г. Санкт-Петербурга (%)

Fig. 3. The proportion of fat-soluble vitamin deficiency in men of different ages in St. Petersburg (%)

витамина А на 13–16% в группах 65–74 года (p=0,005) и более 75 лет (p=0,029) по сравнению с группой 45–64 года (табл. 4). Обнаружился статистически значимо (p=0,009) выше на 15% уровень витамина Е в группе 45–64 года по сравнению с группой 30–44 года, а также ниже уровень витамина 25-OH-D_3 на 17% в группе 65–74 года (p=0,010) по сравнению с группой 45–64 года (табл. 4).

У женщин по сравнению с мужчинами с увеличением возраста статистически значимых изменений уровня 25-OH-D_3 не обнаружено (табл. 5). Выявлялось статистически значимо (p=0,021) выше содержание витамина А у мужчин в группе 45–64 года по сравнению с аналогичной возрастной группой у женщин — на 19%. Что касается витамина Е, то у мужчин отмечался статистически значимо (p=0,001) выше уровень в группе 18–29 лет по сравнению с аналогичной возрастной группой у женщин в 4,3 раза, в группе 45–64 года — на 57% (p <0,0001), а в группе 30–44 года — на 33% (p=0,054).

Представленные результаты определения концентрации жирорастворимых витаминов в плазме крови взрослого населения мегаполиса позволяют констатировать распространенность гиповитаминозов, под которыми понимают состояния выраженного снижения запасов витаминов в организме, вызывающие появление ряда малоспецифических и нерезко выраженных клинических симптомов, общих для различных видов гиповитаминозов, а также некоторых более специфических клинических проявлений. Основная причина нехватки витаминов — недостаточное поступление с пищей, такие гиповитаминозы и авитаминозы

Таблица 5

Содержание жирорастворимых витаминов в плазме крови у женщин и мужчин различного возраста г. Санкт-Петербурга

Table 5

The content of fat-soluble vitamins in the blood plasma of women and men of different ages in St. Petersburg

Возраст, лет Age, years	Мужчины Men		Женщины Women		p
	n	Me [q25; q75]	n	Me [q25; q75]	
Витамин А, мкг/мл Vitamin A, ug/ml					
18–29	15	0,48 [0,35; 0,79]	30	0,63 [0,44; 0,76]	0,440
30–44	59	0,52 [0,38; 0,77]	96	0,61 [0,45; 0,78]	0,392
45–64	79	0,57 [0,35; 0,82]	117	0,68 [0,57; 0,79]*	0,021
65–74	13	0,48 [0,32; 0,62]	81	0,59 [0,46; 0,73]	0,210
>75	7	0,50 [0,37; 0,63]	16	0,57 [0,48; 0,65]	0,367
Витамин Е, мкг/мл Vitamin E, ug/ml					
18–29	9	1,90 [1,26; 4,12]	31	8,17 [5,70; 9,20]*	0,001
30–44	59	5,49 [4,20; 10,02]	95	7,31 [5,40; 9,20]	0,054
45–64	83	5,35 [2,95; 9,03]	118	8,40 [5,90; 10,40]*	0,000
65–74	13	5,80 [4,00; 7,66]	80	7,28 [5,10; 9,50]	0,074
>75	6	5,73 [4,90; 6,60]	14	7,25 [5,10; 10,70]	0,174
Витамин 25-OH-D_3, нг/мл Vitamin 25-OH-D_3, ng/ml					
18–29	77	36,7 [20,7; 58,2]	12	45,4 [14,2; 63,8]	0,976
30–44	250	35,7 [21,7; 52,2]	63	28,4 [17,9; 50,3]	0,133
45–64	150	32,5 [18,7; 52,3]	124	30,8 [21,2; 41,0]	0,321
65–74	40	26,9 [17,4; 43,5]	68	25,5 [18,4; 32,7]	0,243
>75	18	25,3 [11,7; 34,8]	14	24,5 [18,9; 30,3]	0,984

называются первичными, алиментарными или экзогенными. Дефицит витаминов может возникать и при их достаточном поступлении вследствие нарушения их утилизации в организме или резкого повышения в их потребности. Такие гипо- и авитаминозы носят название вторичных или эндогенных [4].

Витамин А представлен группой соединений: ретинол, ретиналь и ретиноевая кислота. Концентрация его максимальна в печени — основном депо организма. Провитаминами А являются каротиноиды, из которых наибольшей биологической активностью обладает β-каротин. Витамин А необходим для регуляции дифференцировки клеток, функции иммунной системы, сохранения состояния кожи и слизистых оболочек, функциональной активности глаз, нормализации метаболизма железа [4].

Причинами, вызывающими недостаток витамина А, наряду с алиментарным фактором, могут являться заболевания, нарушающие всасывание его в желудочно-кишечном тракте (ЖКТ) и утилизацию (нарушения секреции желчи, патология тонкого кишечника, паразитарные инвазии, патология паренхимы печени). Проявлениями недостаточного потребления витамина А являются характерные поражения: кожных покровов (сухость и бледность кожи, шелушение, ороговение волосяных фолликулов, угревая сыпь, предрасположенность к гнойничковым заболеваниям кожи — пиодермия, фурункулез; сухость и тусклость волос, ломкость и исчерченность ногтей); дыхательных путей (поражения эпителия, склонность к ринитам, ларинготрахеитам, бронхитам, пневмониям); ЖКТ (диспептические расстройства, нарушения секреции желудочного тракта, склонность к гастритам, колитам); мочевыводящих путей (склонность к пиелитам, уретритам, циститам); иммунной

системы (нарушения барьерной функции эпителия и иммунного статуса); органов зрения (нарушение сумеречного зрения, нарушения темновой адаптации — «куриная слепота», ночная слепота — гемералопия, светобоязнь при ярком освещении, отмечаются прозрачные мушки, конъюнктивиты и блефарит, ксерофтальмия (сухость конъюнктивы, ксероз роговицы, бляшки Бито)) [4].

Витамин Е представлен группой токоферолов и токотриенолов (α-, β-, ɣ- и δ-токоферолы), которые обладают антиоксидантными свойствами, их биологическая активность составляет 20, 30, 10 и 1% активности α-токоферола соответственно. В качестве витамина Е обычно используется α-токоферилацетат, отличающийся более высокой устойчивостью к окислению кислородом воздуха и легко превращающийся в организме человека в свободный α-токоферол [4].

Достаточное поступление витамина Е (α-токоферол) в организм необходимо для осуществления следующих функций: антиоксидантная функция — защита клеток, тканей и органов от повреждающего воздействия свободных радикалов, участвующих в процессах старения и развития различной патологии, включая сердечно-сосудистые заболевания, рак и воспалительные состояния; предупреждение избыточного тромбообразования; регуляция диаметра кровеносных сосудов; успешное оплодотворение. У взрослых дефицит витамина Е проявляется мышечной гипотонией, слабостью, дистрофией, склонностью к геморрагиям, склеродермией [4].

Недостаточность витамина D как определяемая уровнем 25(OH)D менее 30 нг/мл, так и менее 20 нг/мл, имеет широкое распространение во всем мире. Например, распространенность уровня менее 30 нг/мл у женщин в постменопаузе составляет 50% в Таиланде и Малазии, 75% — в США, 74–83% — в России, 90% — в Японии и Южной Корее. Выраженный дефицит витамина D, определяемый уровнем менее 10 нг/мл, очень распространен на Ближнем Востоке и в Южной Азии, где средние уровни колеблются от 4 до 12 нг/мл. Высокая частота субоптимальных уровней 25(OH)D у пожилых мужчин и женщин во всем мире поднимает вопросы возможности предотвращения многих случаев падений и переломов с помощью насыщения витамином D [2].

В настоящее время недостаточность, а в большей степени дефицит 25(OH)D представляют собой эпидемию, затрагивающую преобладающую часть общей популяции, включая детей и подростков, взрослых, беременных и кормящих женщин, женщин в менопаузе, пожилых людей. Важно отметить, что в последней группе при наличии остеопоротического перелома распространенность дефицита витамина D может достигать 100%. Такая же ситуация наблюдается в Российской Федерации (РФ), что подтверждают и различные исследования, проведенные в стране. Как и во многих странах мира, недостаточность витамина D в РФ характерна для всех возрастных групп [2]. Это подтверждается результатами наших исследований.

Витамин D — жирорастворимый витамин секостероидного строения, получаемый с пищей или синтезируемый в коже человека под воздействием УФ-лучей, принимающий участие в регуляции кальций-фосфорного обмена, врожденного и приобретенного иммунитета, противоопухолевой защиты и многих других функциях организма. Согласно мнению ряда исследователей, функции витамина D не ограничены только контролем кальций-фосфорного обмена, он также влияет и на другие физиологические процессы в организме, включающие модуляцию клеточного роста, нервно-мышечную проводимость, иммунитет и воспаление [2].

Вклад в развитие дефицита витамина 25(OH)D в нашей стране может вносить географическое расположение большей части Российской Федерации в северной широте выше 35-й параллели, при котором из-за более острого угла падения солнечных лучей и их рассеивания в атмосфере в период с ноября по март кожа практически не вырабатывает витамин D, вне зависимости от времени, которое проводится человеком на солнце. Например, Москва имеет координаты 55°45' с.ш., Санкт-Петербург — 59°57' с.ш., Сочи — 43°35' с.ш., Владивосток — 43°07' с.ш.. Свой вклад вносят также сравнительно небольшое количество солнечных дней в большинстве регионов страны и средняя годовая температура, не позволяющая обеспечить облучение достаточной поверхности кожи для синтеза необходимого количества витамина D [2].

Недостаток питательных веществ, как правило, является результатом неадекватного их поступления с пищей, нарушения всасывания, повышенной потребности, невозможности правильного использования витамина D или повышения его деградации. Дефицит может возникнуть при потреблении в течение длительного времени витамина D ниже

рекомендованного уровня, когда воздействие солнечного света на кожу ограничено или нарушается образование активной формы витамина D в почках, а также при недостаточном его всасывании из желудочно-кишечного тракта [2].

Помимо известных эндокринных, аутокринных и паракринных функций, витамин D обладает плейотропными эффектами, такими как противовоспалительное, антиапоптотическое и антифиброзное действие, профилактическим влиянием в отношении сердечно-сосудистых и почечных заболеваний, сахарного диабета [15].

Многочисленные авторы рассматривали возможную связь между дефицитом питательных микроэлементов и развитием метаболического синдрома [7, 8, 10, 13, 14]. Известно, что рецептор витамина D экспрессируется β-клетками поджелудочной железы, костно-мышечной и жировой тканями, а также другими периферическими тканями, поэтому при его дефиците может нарушиться способность β-клеток преобразовывать проинсулин в инсулин [7]. Другой патофизиологический механизм может быть ассоциирован с ожирением, при котором витамин D задерживается в жировой ткани, жирорастворимая молекула распределяется между жиром, мышцами, печенью и сывороткой, снижая его уровень в сыворотке. Также помимо неправильного питания и недостатка инсоляции, на уровни витамина D пациентов с ожирением может повлиять разница в экспрессии генов метаболизирующих ферментов, метаболизирующих витамин D, и нарушение 25-гидроксилирования в печени [10].

Различными авторами сообщается, что добавки витамина D оказывают благоприятный эффект при лечении состояний, связанных с метаболическим синдромом, таких как дислипидемия, инсулинорезистентность и гипергликемия, ожирение и артериальная гипертензия [8, 13, 17]. Это может быть обусловлено положительным влиянием витамина D на различные физиологические параметры, включая степень жесткости артерий, активность ренин-ангиотензин-альдостероновой системы, уровни паратиреоидных гормонов, воспалительных цитокинов, активность липопротеинлипазы, метаболизм фосфолипидов и митохондриального окисления.

Что касается влияния витамина D на ожирение, есть метаанализы, показавшие, что прием добавок витамина D может способствовать снижению индекса массы тела и окружности талии [16]. В то же время метаанализ 22 обсервационных исследований определил, что, несмотря на обратную зависимость между процентной долей жировой массы и уровнями витамина D в сыворотке крови, не было обнаружено, что добавки витамина D значительно снижают процент жировой массы по сравнению с группами плацебо [12]. Таким образом, роль витамина D в развитии компонентов метаболического синдрома продолжает активно изучаться.

ВЫВОДЫ

В целом проведенное нами исследование жирорастворимых витаминов у взрослых жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста позволило нам установить следующее.

1. Наибольший дефицит выявлен у 48% обследованных жителей в содержании витамина 25-OH-D_3 и менее выраженный дефицит витамина E (27%).

2. У женщин по сравнению с мужчинами независимо от возраста наблюдался более выраженный дефицит витамина E и A, при этом в возрасте 18–29 лет дефицит витамина E обнаруживался у 78% женщин. У мужчин более выражен дефицит витамина 25-OH-D_3, который достигает 66–71% после достижения 65-летнего возраста.

3. У женщин с увеличением возраста отмечается тенденция к нарастанию дефицита жирорастворимых витаминов, особенно витамина 25-OH-D_3 (с 42 до 61%). Практически противоположная тенденция наблюдается в отношении обеспеченности токоферолом. Максимальный дефицит регистрировался в возрастной группе 18–29 лет (до 78% обследованных). В остальных анализируемых возрастных группах обследованных женщин доля с дефицитом — от 33 до 46%. Максимальный уровень дефицита витамина A (23%) у женщин выявлялся в возрасте 65–74 года.

4. У обследованных мужчин с увеличением возраста отмечалась, как и у женщин, тенденция к повышению доли лиц с дефицитом витамина 25-OH-D_3 (с 33 до 71%). Дефицит витамина E в пределах 14–17% отмечался у обследованных мужчин во всех возрастных группах за исключением возраста 65–74 года, в котором достигал 24%. Доля мужчин с дефицитом витамина A не превышала 4%.

ПОДХОДЫ К ПРОФИЛАКТИКЕ И ЛЕЧЕНИЮ ГИПОВИТАМИНОЗОВ

Главным отличием женского организма детородного возраста от мужского является

циклическое колебание концентрации половых гормонов, приводящее к ритмическим изменениям функции всех органов и систем. Гендерные различия в содержании жирорастворимых витаминов обусловлены и различной физиологической потребностью организма в энергии. Так, физиологические потребности в энергии для мужчин — от 2150 до 3800 ккал/сутки и от 1700 до 3000 ккал/сутки для женщин. Во время беременности и грудного вскармливания потребности в энергии увеличиваются в среднем на 15 и 20% соответственно. В связи с этим суточная потребность в жирорастворимых витаминах у женщин возрастает в эти периоды. Так, для витамина А в период беременности он рекомендован в дозе 900 мкг рет. экв., а в период кормления — 1200 мкг рет. экв. Для витамина Е в период беременности рекомендована доза 17 мг ток. экв., а в период кормления — 19 мг ток. экв. При этом у мужчин рекомендована доза витамина А — 900 мкг рет. экв. и витамина Е — 15 мг ток. экв. Что касается витамина D, то его суточная потребность для организма человека составляет 15 мкг независимо от половой принадлежности [3].

Профилактика и коррекция гиповитаминозов должна включать два направления: сбалансированное питание и прием жирорастворимых витаминов.

Источниками витамина А и бета-каротина являются следующие продукты: морковь, цитрусовые, петрушка, шпинат, весенняя зелень, дыня, помидоры, спаржа, капуста брокколи, абрикосы, сливочное масло, сыры, яйца печень, рыбий жир; витамина Е — кукурузное, подсолнечное, оливковое масла, горох, облепиха; витамина D — молоко, яйца, рыбий жир, печень трески, жирные сорта рыбы.

В качестве примера в аптечной сети можно привести наиболее распространенные витаминно-минеральные комплексы, включающие:

– витамин А (Алфавит, Олигогал-Se, Пиковит Д, Синергин);
– витамин Е (Алфавит, Олигогал-Se, Синергин, Веторон, Триовит, Кудесан). Стандартная продолжительность курса лечения до 30 дней, так как витамин А и Е способны накапливаться в организме [5].

Рекомендуемым препаратом для лечения дефицита витамина D является колекальциферол (D_3). Формы выпуска: масляный раствор 200 000 МЕ во флаконе-капельнице 10 мл (20 000 МЕ (500 мкг) в 1 мл), водный раствор 150 000 МЕ во флаконе-капельнице 10 мл (15 000 МЕ (375 мкг) в 1 мл), таблетки 1000 МЕ, 2000 МЕ [2].

Восполнение дефицита жирорастворимых витаминов А, Е и особенно витамина D может стать важным дополнительным методом методом профилактики заболеваний, связанных с дефицитом витаминов, у жителей г. Санкт-Петербурга различного пола и возраста.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Вклад авторов. Все авторы внесли существенный вклад в разработку концепции, проведение исследования и подготовку статьи, прочли и одобрили финальную версию перед публикацией.

Конфликт интересов. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Источник финансирования. Авторы заявляют об отсутствии внешнего финансирования при проведении исследования.

Информированное согласие на публикацию. Авторы получили письменное согласие пациентов на публикацию медицинских данных.

ADDITIONAL INFORMATION

Author contribution. Thereby, all authors made a substantial contribution to the conception of the study, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the article, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the study.

Competing interests. The authors declare that they have no competing interests.

Funding source. This study was not supported by any external sources of funding.

Consent for publication. Written consent was obtained from the patient for publication of relevant medical information within the manuscript.

ЛИТЕРАТУРА

1. Брещенко Е.Е., Мелконян К.И. Биологически активные вещества. Витамины, ферменты, гормоны: учебно-методическое пособие. Под редакцией проф. И.М. Быкова. Краснодар; 2019.
2. Дефицит витамина D у взрослых: диагностика, лечение и профилактика. Учебное пособие. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов. М.–Тверь: Триада; 2020.

3. Методические рекомендации. Нормы физиологических потребностей в энергии и пищевых веществах для различных групп населения Российской Федерации. 2021.
4. Нутрициология и клиническая диетология. Национальное руководство 2-е издание. Под редакцией академика РАН В.А. Тутельяна, члена-корреспондента РАН Д.Б. Никитюка. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2021.
5. Родионов Г.Г., Шантырь И.И., Ушал И.Э., и соавт. Диагностика оксидативного стресса у пожарных и спасателей МЧС России. Мед.-биол. и соц.-психол. пробл. безопасности в чрезв. ситуациях. 2019; 2: 104–10. DOI: 10.25016/2541-7487-2019-0-2-104-110.
6. Формирование стандарта диагностики оксидативного стресса при обследовании сотрудников ГПС МЧС России. Под ред. профессора С.С. Алексанина. СПб.: ВЦЭРМ им. А.М. Никифорова МЧС России; 2019.
7. Argano C., Mirarchi L., Amodeo S. et al. The role of vitamin D and its molecular bases in insulin resistance, diabetes, metabolic syndrome, and cardiovascular disease: state of the art. Int J Mol Sci. 2023; 24(20): 15485. DOI: 10.3390/ijms242015485.
8. Barbarawi M., Zayed Y., Barbarawi O. et al. Effect of Vitamin D supplementation on the incidence of diabetes mellitus. J. Clin. Endocrinol. Metab. 2020: 105. DOI:10.1210/clinem/dgaa335.
9. Bartosinska E., Buszewska-Forajta M., Siluk D. GC-MS and LC-MS approaches for determination of tocopherols and tocotrienols in biological and food matrices. J. of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2016; 127: 156–69. DOI:10.1016/j.jpba.2016.02.051.
10. Fronczek M., Osadnik T., Banach M. Impact of vitamin D receptor polymorphisms in selected metabolic disorders. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2023; 26(4): 316–22. DOI:10.1097/MCO.0000000000000945.
11. Galunska B.T., Gerova D.I., Boncheva M.I., Svinarov D.A. HPLC method for measuring the circulating levels of 25-hydroxy vitamin D: Validation and comparison with ID LC/MS/MS and immunoassay. Integr Food Nutr Metab. 2014; 1(2): 119–23. DOI:10.15761/IFNM.1000112.
12. Golzarand M., Hollis B.W., Mirmiran P. et al. Vitamin D supplementation and body fat mass: a systematic review and meta-analysis. Eur. J. Clin. Nutr. 2018; 72: 1345–57. DOI: 10.1038/s41430-018-0132-z.
13. Lemieux P., Weisnagel S.J., Caron A.Z. et al. Effects of 6-Month Vitamin D supplementation on insulin sensitivity and secretion: a randomised, placebo-controlled trial. Eur. J. Endocrinol. 2019; 181: 287–99.
14. Mansouri M., Abasi R., Nasiri M. et al. Association of Vitamin D status with metabolic syndrome and its components: a cross-sectional study in a population of high educated iranian adults. Diabetes Metab. Syndr. 2018; 12: 393–8. DOI:10.1016/j.dsx.2018.01.007.
15. Melguizo-Rodriguez L., Costela-Ruiz V.J., Garcia-Recio E. et al. Role of Vitamin D in the Metabolic Syndrome. Nutrients. 2021; 13(3): 830. DOI: 10.3390/nu13030830.
16. Perna S. Is Vitamin D supplementation useful for weight loss programs? A Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Medicina. 2019; 55. DOI: 10.3390/medicina55070368.
17. Safarpour P., Daneshi-Maskooni M., Vafa M. et al. Vitamin D supplementation improves sirt1, irisin, and glucose indices in overweight or obese type 2 diabetic patients: a double-blind randomized placebo-controlled clinical trial. BMC Fam. Pract. 2020; 21: 26. DOI:10.1186/s12875-020-1096-3.

REFERENCES

1. Breshchenko E.E., Melkonyan K.I. Biologicheski aktivnye veshchestva. Vitaminy, fermenty, gormony: uchebno-metodicheskoe posobie. [Biologically active substances. Vitamins, enzymes, hormones: an educational and methodological guide.]. Pod redakciej prof. I.M. Bykova. Krasnodar; 2019. (in Russian).
2. Deficit vitamina D u vzroslyh: diagnostika, lechenie i profilaktika. [Vitamin D deficiency in adults: diagnosis, treatment and prevention]. Uchebnoe posobie. Klinicheskie rekomendacii Rossijskoj associacii endokrinologov. Moskva–Tver': Triada Publ.; 2020. (in Russian).
3. Metodicheskie rekomendacii. Normy fiziologicheskih potrebnostej v energii i pishchevyh veshchestvah dlya razlichnyh grupp naseleniya Rossijskoj Federacii. [Norms of physiological energy and nutritional needs for various population groups of the Russian Federation]. 2021. (in Russian).
4. Nutriciologiya i klinicheskaya dietologiya. [Nutritionology and clinical dietetics]. Nacional'noe rukovodstvo 2-e izdanie. Pod redakciej akademika RAN V.A. Tutel'yana, chlena-korrespondenta RAN D.B. Nikityuka. Moskva: GEOTAR-Media Publ.; 2021. (in Russian).
5. Rodionov G.G., Shantyr I.I., Ushal I.E. i dr. Diagnostika oksidativnogo stressa u pozharnyh i spasatelej MCHS Rossii. [Diagnostics of oxidative stress in firefighters and rescuers of the Ministry of Emergency Situations of Russia]. Med.-biol. i soc.-psihol. probl. bezopasnosti v chrezv. situaciyah. 2019: 2: 104–10. DOI: 10.25016/2541-7487-2019-0-2-104-110 (in Russian).
6. Formirovanie standarta diagnostiki oksidativnogo stressa pri obsledovanii sotrudnikov GPS MCHS Rossii. [Formation of a standard for the diagnosis of oxidative stress during the examination of employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia]. Pod red. professora S.S. Aleksanina. Sankt-Peterburg: VCERM im. A.M. Nikiforova MCHS Rossii; 2019. (in Russian).

7. Argano C., Mirarchi L., Amodeo S. et al. The role of vitamin D and its molecular bases in insulin resistance, diabetes, metabolic syndrome, and cardiovascular disease: state of the art. Int J Mol Sci. 2023; 24(20): 15485. DOI: 10.3390/ijms242015485.
8. Barbarawi M., Zayed Y., Barbarawi O. et al. Effect of Vitamin D supplementation on the incidence of diabetes mellitus. J. Clin. Endocrinol. Metab. 2020: 105. DOI: 10.1210/clinem/dgaa335.
9. Bartosinska E., Buszewska-Forajta M., Siluk D. GC-MS and LC-MS approaches for determination of tocopherols and tocotrienols in biological and food matrices. J. of Pharmaceutical and Biomedical Analysis. 2016; 127: 156–69. DOI:10.1016/j.jpba.2016.02.051.
10. Fronczek M., Osadnik T., Banach M. Impact of vitamin D receptor polymorphisms in selected metabolic disorders. Curr Opin Clin Nutr Metab Care. 2023; 26(4): 316–22. DOI:10.1097/MCO.0000000000000945.
11. Galunska B.T., Gerova D.I., Boncheva M.I., Svinarov D.A. HPLC method for measuring the circulating levels of 25-hydroxy vitamin D: Validation and comparison with ID LC/MS/MS and immunoassay. Integr Food Nutr Metab. 2014; 1(2): 119–23. DOI:10.15761/IFNM.1000112.
12. Golzarand M., Hollis B.W., Mirmiran P. et al. Vitamin D supplementation and body fat mass: a systematic review and meta-analysis. Eur. J. Clin. Nutr. 2018; 72: 1345–57. DOI: 10.1038/s41430-018-0132-z.
13. Lemieux P., Weisnagel S.J., Caron A.Z. et al. Effects of 6-Month Vitamin D supplementation on insulin sensitivity and secretion: a randomised, placebo-controlled trial. Eur. J. Endocrinol. 2019; 181: 287–99.
14. Mansouri M., Abasi R., Nasiri M. et al. Association of Vitamin D status with metabolic syndrome and its components: a cross-sectional study in a population of high educated iranian adults. Diabetes Metab. Syndr. 2018; 12: 393–8. DOI:10.1016/j.dsx.2018.01.007.
15. Melguizo-Rodriguez L., Costela-Ruiz V.J., Garcia-Recio E. et al. Role of Vitamin D in the Metabolic Syndrome. Nutrients. 2021; 13(3): 830. DOI: 10.3390/nu13030830.
16. Perna S. Is Vitamin D supplementation useful for weight loss programs? A Systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. Medicina. 2019; 55. DOI: 10.3390/medicina55070368.
17. Safarpour P., Daneshi-Maskooni M., Vafa M. et al. Vitamin D supplementation improves sirt1, irisin, and glucose indices in overweight or obese type 2 diabetic patients: a double-blind randomized placebo-controlled clinical trial. BMC Fam. Pract. 2020; 21: 26. DOI:10.1186/s12875-020-1096-3.