

УДК 613.22:547.495.9

DOI 10.11603/1681-2786.2021.4.12857

В. В. БАБІЄНКО, М. М. ВАТАН

АРГІНІН У ХАРЧУВАННІ ДІТЕЙ ТА ПІДЛІТКІВ: ДОСВІД РЕГІОНАЛЬНОЇ ПРОГРАМИ САНІТАРНО-ГІГІЄНИЧНОГО МОНІТОРИНГУ

Одеський національний медичний університет, м. Одеса, Україна

Мета: оцінка аліментарного забезпечення аргініном дітей та підлітків Півдня України.**Матеріали і методи.** Дослідження виконане на базі кафедри гігієни та медичної екології ОНМедУ, а також загальноосвітньої школи № 49 (м. Одеса). Обстежено 1225 дітей у віці від 7 до 12 років. Загальне споживання аргініну оцінювали розрахунковим методом. Інформація про вміст аргініну у різних продуктах харчування одержана з USDA/FDA Nutrient Database. Опитування у всіх вікових групах проводилося у вересні, після початку навчального року, дані збиралися за останній тиждень перед опитуванням.Статистична обробка виконана за допомогою методів описової статистики та дисперсійного аналізу. Нульова гіпотеза приймалася при $p=0,05$.**Результати.** Загальне споживання аргініну на добу дітьми у віці 7–12 років склало в середньому $(5,9\pm 0,2)$ г. Основними джерелами аргініну були горіхи, м'ясо, ковбасні вироби, морська риба та злакові. Найвищий вміст аргініну з доступних у регіоні продуктів мають насіння кабачка (4,76 г %), соя (3,10 г %), мигдаль (2,43 г %), волоський горіх (2,30 г %), а також насіння соняшника (2,40 г %).

Обговорюється вплив аргініну на модуляцію лінійного росту, ендотеліальну дисфункцію та синтез соматотропного гормону, важливого модулятора лінійного росту. Наголошується, що дозозалежний характер впливу споживання аргініну на лінійний ріст у дітей дозволяє розглядати моніторинг вмісту аргініну як необхідну складову соціально-гігієнічного моніторингу.

Висновки. 1. Загальне споживання аргініну на добу в дітей у віці 7–12 років склало в середньому $(5,9\pm 0,2)$ г.

2. Основними джерелами аргініну в дітей у віці 7–12 років є горіхи, ковбасні вироби, морська риба та злакові.

3. Моніторинг споживання аргініну та інших есенціальних нутрієнтів дітьми шкільного віку може проводитися як на регіональному, так і на загальнонаціональному рівнях.

КЛЮЧОВІ СЛОВА: аргінін; харчування; дитячий вік; соціально-гігієнічний моніторинг.

В останні роки все більше дослідників приділяють увагу умовно незамінній амінокислоті – аргініну [7, 8, 10]. Після відкриття біологічної ролі оксиду азоту питання нутриціологічного забезпечення організму аргініном, а також ендогенного його синтезу обговорюються на поважних наукових форумах і стають підставою для розробки нових лікарських засобів та нутрицевтиків [5, 6].

Мета роботи: оцінка аліментарного забезпечення аргініном дітей та підлітків Півдня України.**Матеріали і методи.** Дослідження виконане на базі кафедри гігієни та медичної екології ОНМедУ, а також загальноосвітньої школи № 49 (м. Одеса). Обстежено 1225 дітей у віці від 7 до 12 років із застосуванням спеціального розробленого опитувальника, в якому відображена частота вживання продуктів, багатих на аргінін. Загальне споживання аргініну оцінювали розрахунковим методом. Інформація про вміст аргініну у різних продуктах харчування одержана з USDA/FDA Nutrient Database [14]. Опитування у всіх вікових групах проводилося у вересні, після початку навчального року, дані збиралися за останній тиждень перед опитуванням.Статистична обробка виконана за допомогою методів описової статистики та дисперсійного аналізу [2]. Нульова гіпотеза приймалася при $p=0,05$.

Результати дослідження та їх обговорення.

З урахуванням того, що в синтезі аргініну бере участь значна кількість генів, динамічна регуляція їх специфічної для клітин і тканин експресії продовжує являти значні проблеми для розуміння процесів метаболізму аргініну на рівні клітини, тканини та всього організму [6, 7, 13].

На рисунку 1 зображені основні метаболіти аргініну, які утворюються під дією 4 наборів ферментів, які використовують аргінін як субстрат: аргінін: гліцин амідиотрансферази (AGAT) 3, NO-синтази (NOS; відомо три ізоферменти), аргінази (2 ізоцими) та аргініндекарбоксилаза.

Список загальних метаболітів аргініну та ферменти, що беруть участь у їх утворенні, наведені в таблиці 1. Вочевидь, вона не є вичерпною, адже ж деякі метаболіти (наприклад, орнітин та цитрулін) можуть продукуватися декількома шляхами, так само як не можна виключити утворення оксиду азоту та глутамату з інших, не пов'язаних з аргініном, прекурсорів [6–8, 12].

Рекомендоване добове надходження аргініну у більшості країн невизначене [7, 8], окремі автори рекомендують споживати 2–3 г аргініну на добу [4, 10]. Продукти харчування з високим вмістом аргініну (1,3–2,4 %) включають свинину, курятину, горох, волоські та кедрові горіхи [3, 7, 8, 10]. За даними В. В. Бабієнко (2013), основним джерелом аргініну для Півдня України є

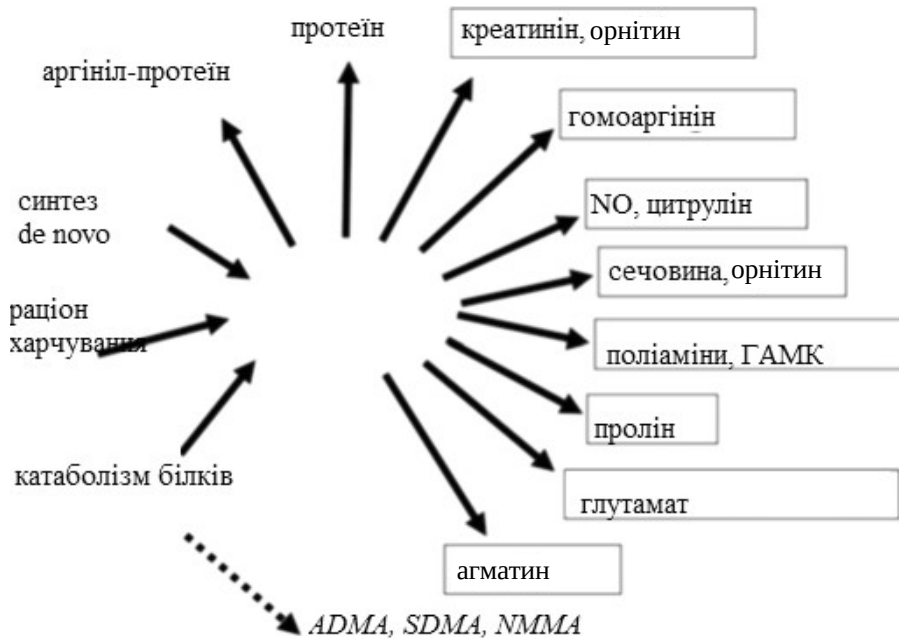


Рис. 1. Основні метаболіти аргініну (за S. M. Morris et al., 2016) [12].

Таблиця 1. Метаболіти та ензими, які беруть участь в обміні аргініну

Метаболіт	Ензим(и)
Аргінін	Аргініносукцинатна ліаза
Орнітин	Аргіназа, орнітин амінотрансфераза, аргінін:гліцин амідинотрансфераза
Цитрулін	Орнітин транскарбамілаза, NOS (NOS-1, NOS-2, NOS-3), диметиларгінін диметиламіногідролаза
Сечовина	Аргінази сечовини I та II, агматинази
Оксид азоту	NO-синтази (NOS-1, NOS-2, NOS-3), гем-асоційовані глобіни (наприклад, дезоксигемоглобін, міоглобін), молібден-місткі металоферменти (наприклад, сульфітоксидаза, білки mARC)
Креатин	Гуанідіноацетат метилтрансфераза
Гомоаргінін	Аргінін:гліцин амідинотрансфераза
Гуанідіноацетат	Аргінін:гліцин амідинотрансфераза
Агматин	Аргініндекарбоксилаза
Пролін	Пірролін-5-карбоксилатредуктаза
Глутамат	Пірролін-5-карбоксилатдегідрогеназа, глутаміназа, трансамінази
Путресцин	Орнітиндекарбоксилаза, агматиназа
ГАМК	Глутаматдекарбоксилаза, альдегіддегідрогеназа, ГАМК-деацетилаза

дрібна морська риба та морепродукти (кілька, чорноморська хамса, креветки) та м'ясо птиці [1].

В останні роки збільшується популярність різноманітних харчових добавок, які містять аргінін. За оцінками R&D, очікується, що світовий ринок L-аргініну досягне 812,3 млн доларів США до 2027 р. [11]. Водночас доцільність такої активної саплементації є сумнівною, адже ж програм соціально-гігієнічного моніторингу аліментарної забезпеченості аргініном у світі досі немає. Не є виключенням й Україна.

Як показали дослідження, частота вживання продуктів, багатих на аргінін, мало відрізнялася в дітей різного віку. Досліджені раціони здебільшого відображали регіональні традиції харчування та вплив масової культури споживання. Переважали вказівки на часте вживання у їжу м'яса свійських тварин і птиці, морської риби, горіхів, мо-

лока та молочних продуктів (табл. 2). Гендерних відмінностей у харчуванні не було.

Загальне споживання аргініну на добу склало в середньому (5,9±0,2) г, що відповідає даним наших попередніх досліджень [1]. Основними джерелами аргініну були горіхи, м'ясо, ковбасні вироби, морська риба та злакові.

Амінокислота аргінін є добре відомим стимулятором синтезу соматотропного гормону, важливого модулятора лінійного росту. У дослідженні van A. J. Vught et al. (2013) споживання білка було істотно пов'язано зі швидкістю росту; проте асоціація була слабшою, ніж зв'язок між споживанням аргініну та швидкістю росту (p=0,14) [9]. Дозозалежний характер впливу споживання аргініну на лінійний ріст у дітей дозволяє розглядати моніторинг вмісту аргініну як необхідну складову соціально-гігієнічного моніторингу.

Таблиця 2. Вживання продуктів харчування із різним вмістом аргініну, г/добу (M±m)

Назва продукту	Вміст аргініну, г %	Вік					
		7 років (n=220)	8 років (n=215)	9 років (n=222)	10 років (n=199)	11 років (n=233)	12 років (n=136)
Насіння кабачка	4,76	1,1±0,2	1,1±0,1	1,5±0,2	1,2±0,2	2,3±0,2	2,6±0,4
Соя	3,10	2,4±0,4	2,6±0,2	3,2±0,4	4,3±0,6	3,8±0,5	4,0±0,6
Насіння соняшника	2,40	7,5±0,5	10,6±0,4	11,1±0,3	12,8±0,6	13,0±0,5	12,9±0,9
Волоський горіх	2,30	5,2±0,6	6,3±0,7	6,9±0,6	7,3±0,5	8,1±0,7	8,8±0,8
Фісташки	2,02	4,3±0,6	9,9±0,5	10,3±0,4	11,4±0,5	11,2±0,8	12,9±1,1
Фундук	2,23	3,2±0,3	4,3±0,5	5,2±0,4	5,5±0,5	6,2±0,5	5,3±0,6
Мигдаль	2,43	–	2,2±0,3	3,3±0,5	4,4±0,6	5,2±0,5	6,2±0,6
Кеш'ю	2,02	4,8±0,4	5,5±0,5	5,6±0,5	6,1±0,6	5,7±0,5	5,9±0,6
Гречка	0,91	30,2±2,5	26,6±2,3	27,3±3,2	26,6±3,3	28,8±4,2	28,5±3,6
Геркулес	1,24	22,4±2,6	20,7±2,6	21,4±2,8	22,2±3,0	24,4±3,8	25,3±2,9
Пшоно	0,38	12,8±1,5	14,3±1,3	13,6±1,7	15,2±1,6	14,7±1,4	13,8±1,8
Арахіс	3,09	–	8,5±1,2	8,9±1,3	7,8±1,3	–	8,4±1,2
Яйця	0,89	26,6±2,2	27,3±1,9	25,5±2,5	26,4±2,4	28,3±2,8	25,7±2,5
Мідії	1,70	–	–	–	–	–	13,4±1,9
Креветки	1,50	–	10,6±1,6	–	18,8±1,4	–	12,9±2,2
Гриби	0,33	–	–	–	5,9±0,7	6,6±0,6	9,1±0,8
Телятина	2,10	25,0±2,3	26,4±2,5	23,8±2,6	24,4±2,2	23,7±2,5	26,9±2,7
Яловичина	2,0	12,4±1,4	18,4±2,3	16,3±2,3	15,7±2,2	14,9±2,4	13,1±2,6
Свинина	1,83	11,3±1,02	12,5±2,7	13,2±2,3	12,7±1,9	14,1±2,6	13,5±2,2
Баранина	1,6	–	–	–	11,1±2,0	–	13,3±2,2
М'ясо курки	1,23	22,2±1,8	18,4±2,5	17,7±2,3	16,5±1,9	15,9±1,6	0,2±0,02
М'ясо індики	1,17	–	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02
М'ясо кролика	1,79	–	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02
Сир	0,63	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02
Сир твердий	0,79	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02
Йогурт	0,11	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02
Молоко	0,10	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02	0,2±0,02
Морська капуста	0,10	–	–	6,6±0,5	–	5,9±0,4	–
Тофу	0,79	–	–	–	–	4,8±0,4	–
Тунець	1,54	–	–	4,2±0,4	5,1±0,4	–	6,0±0,8
Камбала	1,10	–	–	7,7±0,4	–	6,6±0,5	7,5±0,8
Скумбрія	1,50	–	8,8±0,5	9,3±0,4	7,9±0,4	7,3±0,5	5,9±0,7
Ставрида	1,39	–	–	6,1±0,3	–	–	6,4±0,7
Хек	1,10	9,9±0,5	8,7±0,4	7,9±0,4	8,9±0,5	9,4±0,5	8,7±0,8
Тілапія	1,60	–	–	3,7±0,4	–	–	5,1±0,6
Бички	1,10	7,8±0,4	–	5,9±0,4	6,4±0,5	7,0±0,5	6,2±0,6
Анчоуси	1,73	–	4,1±0,4	–	–	5,2±0,4	5,4±0,5
Судак	1,50	11,3±0,4	12,2±0,4	9,9±0,4	8,9±0,5	9,6±0,5	10,7±0,8
Кефаль	1,50	–	5,5±0,4	–	6,3±0,4	–	–
Короп	1,40	–	7,4±0,4	6,2±0,4	5,3±0,5	7,0±0,5	8,3±0,8
Товстолобик	1,40	–	–	–	–	6,1±0,5	–
Карась	1,35	–	–	5,8±0,6	–	–	–
Темний шоколад	0,82	–	–	11,6±0,8	12,2±1,1	10,5±0,6	13,3±0,9
Інші горіхи	2,0–2,2	–	–	4,3±0,4	3,8±0,4	3,9±0,3	4,8±0,5
Інші морепродукти	1,1–1,7	–	–	–	–	–	5,7±0,9
Інша річкова риба	1,1–1,5	–	–	11,1±1,6	–	–	–
Ковбасні вироби	0,55–0,60	11,1±1,2	12,3±1,3	12,5±1,4	15,3±2,2	14,0±1,3	13,4±1,5

Слід зазначити що як дефіцит, так і надлишок аргініну в добовому раціоні може являти загрозу для здоров'я дитини. При надлишковому споживанні аргініну можливі диспептичні розлади, розвиток гострого панкреатиту, зниження артеріального тиску, бронхоспазм [1, 7, 8].

За останні роки ми розробляли концепцію динамічного контролю споживання аргініну дітьми шкільного віку. В її основі лежить широке застосування методу меню-розкладок шляхом щорічного опитування контингенту учнів загальноосвітніх шкіл. Запропонований метод може з

успіхом використовуватися для визначення груп ризику щодо аліментарного дефіциту есенціальних мікро- та макронутрієнтів як на регіональному, так і на загальнонаціональному рівнях.

Висновки

1. Загальне споживання аргініну на добу в дітей у віці 7–12 років склало в середньому (5,9±0,2) г.

2. Основними джерелами аргініну в дітей у віці 7–12 років є горіхи, ковбасні вироби, морська риба та злакові.

3. Моніторинг споживання аргініну та інших есенціальних нутрієнтів дітьми шкільного віку може проводитися як на регіональному, так і на загальнонаціональному рівнях.

Перспективи подальших досліджень полягають у визначенні впливу споживання аргініну дітьми шкільного віку на вираженість ендотеліальної дисфункції при фізичних навантаженнях.

Список літератури

1. Бабієнко В. В. Аргінін у профілактичній медицині: проблема корекції аліментарного дефіциту прекурсорів NO / В. В. Бабієнко // Ліки України. – 2013. – № 2. – С. 51–53.
2. Боровиков В. П. Популярное введение в современный анализ данных и машинное обучение на Statistica / В. П. Боровиков. – СПб., 2016. – 354 с.
3. Здоровое питание. Основы общей нутрициологии / под ред. Н. Н. Надворного и В. И. Кресюна. – Одесса : Пресс-куррьер, 2015. – 349 с.
4. Лысиков Ю. А. Аминокислоты в питании человека / Ю. А. Лысиков // Экспериментальная и клиническая гастроэнтерология. – 2012. – № 2. – С. 88–105.
5. Реутов В. П. Проблемы оксида азота и цикличности в биологии и медицине / В. П. Реутов, Е. Г. Сорокина, Н. С. Косицын // Успехи современной биологии. – 2005. – Т. 125, № 1. – С. 41–65.
6. Синтез аргинина и оксида азота в клетках с индуцируемой NO-синтазой / З. В. Куроптева, Л. М. Байдер, Л. Г. Наглер [и др.] // Известия Академии наук. Серия химическая. – 2019. – № 1. – С. 174–181.
7. Böger R. H. The pharmacodynamics of L-arginine / R. H. Böger // Altern. Ther. Health Med. – 2014. – Vol. 20 (3). – P. 48–54.
8. Chandana T. Occurrence, functions and biological significance of arginine-rich proteins / T. Chandana, Y. P. Venkatesh // Curr. Protein Pept. Sci. – 2016. – Vol. 17 (5). – P. 507–516.
9. Dietary arginine and linear growth: the Copenhagen School Child Intervention Study / A. J. van Vught, P. C. Dagnelie, I. C. Arts [et al.] // Br. J. Nutr. – 2013. – Vol. 109 (6). – P. 1031–1039.
10. Fulton M. D. The biological axis of protein arginine methylation and asymmetric dimethylarginine / M. D. Fulton, T. Brown, Y. G. Zheng // Int. J. Mol. Sci. – 2019. – Vol. 20 (13). – P. 3322.
11. L-Arginine market to reach USD 812.3 million By 2027. Reports and Data 2020 [Electronic resource]. – 2020. – Access mode : <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/03/18/2002935/0/en/L-Arginine-Market-To-Reach-USD-812-3-Million-By-2027-Reports-and-Data.html>.
12. Morris S. M. Jr. Arginine metabolism revisited / S. M. Morris Jr. // J. Nutr. – 2016. – Vol. 146 (12). – P. 2579S–2586S.
13. Progress in arginine-based gene delivery systems / Y. Zhou, S. Han, Z. Liang [et al.] // J. Mater. Chem. B. – 2020. – Vol. 8 (26). – P. 5564–5577.
14. USDA/FDA Database [Electronic resource]. – Access mode : <https://fdc.nal.usda.gov>.

References

1. Babiyenko, V.V. (2013). Arginine in preventive medicine: the problem of correction of alimentary deficiency of precursors NO [Arginine in preventive medicine: the problem of correction of alimentary deficiency of precursors NO]. *Liky Ukrainy – Medicines of Ukraine*, 2, 51-53 [in Ukrainian].
2. Borovikov, V.P. (2016). *Populyarnoye vvedeniye v sovremennyy analiz dannykh i mashinnoye obucheniye na Statistica [Popular introduction to modern data analysis and machine learning at Statistica]*. Saint-Petersburg [in Russian].
3. Nadvornyy, N.N., & Kresyun, V.I. (Eds.). (2015). *Zdorovoye pitaniye. Osnovy obshchey nutritsiologii [Healthy food. Fundamentals of General Nutrition]*. Odessa: Press-kuryer [in Russian].
4. Lysikov, Yu.A. (2012). Aminokisloty v pitanii cheloveka [Amino acids in human nutrition]. *Eksperimentalnaya i klinicheskaya gastroenterologiya – Experimental and clinical gastroenterology*, 2, 88-105 [in Russian].
5. Reutov, B.P., Sorokina, Ye.G., & Kositsyn, N.S. (2005). Problemy oksida azota i tsiklichnosti v biologii i meditsine [Problems of nitric oxide and cyclicity in biology and medicine]. *Uspekhi sovremennoy biologii – Advances in Modern Biology*, 125(1), 41-65 [in Russian].
6. Kuropteva, Z.V., Bayder, L.M., Nagler, L.G., Bogatyrenko, T.N., & Belaya, O.L. (2019). Sintez arginina i oksida azota v kletkakh s inducirovannoy NO-sintazoy [Synthesis of arginine and nitric oxide in cells with inducible NO synthase]. *Izvestiya Akademii nauk. Seriya khimicheskaya – Proceedings of the Academy of Sciences. Chemical Series*, 1, 174-181 [in Russian].
7. Böger, R.H. (2014). The pharmacodynamics of L-arginine. *Altern. Ther. Health Med.*, 20(3), 48-54.
8. Chandana, T., & Venkatesh, Y.P. (2016). Occurrence, functions and biological significance of arginine-rich proteins. *Curr. Protein Pept. Sci.*, 17(5), 507-516. DOI 10.2174/1389203717666151201192348.
9. van Vught, A.J., Dagnelie, P.C., Arts, I.C., Froberg, K., Andersen, L.B., El-Naaman, B., ... Heitman, B.L. (2013). Dietary arginine and linear growth: the Copenhagen School Child Intervention Study. *Br. J. Nutr.*, 109(6), 1031-1039. DOI 10.1017/S0007114512002942.

10. Fulton, M.D., Brown, T., & Zheng, Y.G. (2019). The Biological axis of protein arginine methylation and asymmetric dimethylarginine. *Int. J. Mol. Sci.*, 20(13), 3322. DOI 10.3390/ijms20133322.
11. L-Arginine market to reach USD 812.3 million By 2027 | Reports and Data. 2020. Retrieved from: <https://www.globenewswire.com/news-release/2020/03/18/2002935/0/en/L-Arginine-Market-To-Reach-USD-812-3-Million-By-2027-Reports-and-Data.html>.
12. Morris, S.M.Jr. (2016). Arginine metabolism revisited. *J. Nutr.*, 146(12), 2579S-2586S. DOI 10.3945/jn.115.226621.
13. Zhou, Y., Han, S., Liang, Z., Zhao, M., Liu, G., & Wu, J. (2020). Progress in arginine-based gene delivery systems. *J. Mater. Chem. B.*, 8(26), 5564-5577. DOI 10.1039/d0tb00498g.
14. USDA/FDA Database. Retrieved from: <https://fdc.nal.usda.gov>.

ARGININE IN NUTRITION OF CHILDREN AND ADOLESCENTS: EXPERIENCE OF THE REGIONAL PROGRAM OF SANITARY AND HYGIENIC MONITORING

V. V. Babienko, M. M. Vatan

Odesa National Medical University, Odesa, Ukraine

Purpose: to assess the arginine supply of children and adolescents in southern Ukraine.

Materials and Methods. The research was performed on the basis of the Department of Hygiene and Medical Ecology of ONMedU, as well as the secondary school No. 49 (Odesa). 1225 children aged 7 to 12 were examined. Total arginine consumption was estimated by calculation. Information on the content of arginine in various foods is obtained from the USDA / FDA Nutrient Database. The survey in all age groups was conducted in September, after the beginning of the school year, data were collected in the last week before the survey. Statistical processing was performed using the methods of descriptive statistics and analysis of variance. The null hypothesis was accepted at $p=0.05$.

Results. The total daily consumption of arginine by children aged 7–12 years was 5.9 ± 0.2 g. The main sources of arginine were nuts, meat, sausages, sea fish and cereals. Zucchini seeds (4.76 g %), soybeans (3.10 g %), almonds (2.43 g %), walnuts (2.30 g %), and sunflower seeds (2.40 g %) have the highest arginine content in the region.

The effect of arginine on modulation of linear growth, endothelial dysfunction and synthesis of somatotrophic hormone, an important modulator of linear growth, is discussed. It is emphasized that the dose-dependent nature of the effect of arginine consumption on the linear growth in children allows us to consider the monitoring of arginine content as a necessary component of socio-hygienic monitoring.

Conclusions. 1. The total consumption of arginine per day in children aged 7–12 years averaged 5.9 ± 0.2 g.
2. The main sources of arginine in children aged 7–12 years are nuts, sausages, sea fish and cereals.
3. Monitoring of the consumption of arginine and other essential nutrients by school-age children may be carried out at both regional and national levels.

KEY WORDS: arginine; nutrition; children's age; social and hygienic monitoring.

Рукопис надійшов до редакції 08.12.2021 р.

Відомості про авторів:

Бабієнко Володимир Володимирович – доктор медичних наук, професор, заслужений діяч науки і техніки України, завідувач кафедри гігієни та медичної екології Одеського національного медичного університету.

Ватан Майя Миколаївна – асистент кафедри гігієни та медичної екології Одеського національного медичного університету.