

Селен и селеносодержащие препараты: биологическое и фармакологическое действие на организм человека

Д.В. Дедов

Тверской государственной медицинской университет
Министерства здравоохранения Российской Федерации,
Российская Федерация, 170100, Тверская область, Тверь, ул. Советская, д. 4

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРЕ:

Дедов Дмитрий Васильевич – доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры безопасности жизнедеятельности Тверского государственного медицинского университета Министерства здравоохранения Российской Федерации, врач-кардиолог Тверского областного клинического кардиологического диспансера. Тел.: +7 (952) 067-97-54. E-mail: dedov_d@inbox.ru. ORCID: 0000-0002-3922-3207

РЕЗЮМЕ

Введение. Обеспечение оптимального потребления селена населением – актуальная задача профилактической медицины, решение которой позволит предотвратить развитие множества заболеваний.

Цель исследования – изучить биологическую роль селена и фармакологическое действие селеносодержащих препаратов на организм человека.

Материал и методы. Осуществлены анализ и систематизация данных научной литературы по теме биологической роли селена и фармакологического действия селеносодержащих препаратов на организм человека.

Результаты и обсуждение. Дефицит селена ассоциируется с целым рядом нарушений здоровья и возрастанием риска смерти. Вместе с тем отмечена опасность избыточного поступления селена в организм. Важно обеспечить безопасное возмещение нехватки селена у населения.

Заключение. Перспективным средством для устранения селенодефицита выступает российский комплекс SELENBIO for women. Он содержит органический селен растительного происхождения в виде L-селеноцистина, который отличается эффективностью и безопасностью.

Ключевые слова: селеносодержащие препараты, селен, селеноцистин, селеноцистеин, селенодефицит, компания Парафарм, астрагал шерстистоцветковый, SELENBIO for women.

Для цитирования: Дедов Д.В. Селен и селеносодержащие препараты: биологическое и фармакологическое действие на организм человека. Фармация, 2023; 72 (1): 5–8. <https://doi.org/10/29296/25419218-2023-01-01>

SELENIUM AND SELENIUM-CONTAINING DRUGS: BIOLOGICAL AND PHARMACOLOGICAL EFFECTS ON THE HUMAN BODY
D.V. Dedov

State Medical University, Ministry of Health Care of the Russian Federation, Sovetskaya str. 4, Tver region, Tver, 170100, Russian Federation

INFORMATION ABOUT THE AUTHOR:

Dedov Dmitry Vasilievich – MD, PhD, associate professor, professor of the Department of Life Safety, Tver State Medical University, Ministry of Healthcare of the Russian Federation, cardiologist, Tver Regional Clinical Cardiology Dispensary, Tver, Russian Federation. Tel.: +7 (952) 067-97-54. E-mail: dedov_d@inbox.ru. ORCID: 0000-0002-3922-3207

SUMMARY

Introduction. Ensuring optimal consumption of selenium by the population is an urgent task of preventive medicine, the solution of which will prevent the development of many diseases.

Objective: to study the biological role and pharmacological effect of selenium and selenium-containing drugs on the human body.

Material and methods. The analysis and systematization of scientific literature data on the pharmacological effect of selenium and selenium-containing drugs on the human body has been carried out.

Results and discussion. Selenium deficiency is associated with a number of health disorders and an increased risk of death. At the same time, the danger of excessive intake of selenium into the body was noted. It is important to ensure safe compensation for selenium deficiency in the population.

Conclusion. A promising tool for eliminating selenium deficiency is the Russian "SELENBIO for women" complex. It contains organic selenium of plant origin in the form of L-selenocystine, which is effective and safe.

Keywords: selenium-containing drugs, selenium, selenocysteine, selenocysteine, selenium deficiency, Parapharm company, Astragalus dasyanthus, "SELENBIO for women".

For reference: Dedov D.V. Selenium and selenium-containing drugs: biological and pharmacological and effects on the human body. Farmatsiya, 2023; 72 (1): 5–8. <https://doi.org/10.29296/25419218-2023-01-01>

Введение

Селен (Se) – это микроэлемент (МЭ) с ярко-выраженными каталитическими и антиоксидантными свойствами. Дефицит Se в пище человека вызван низким содержанием данного МЭ в растениях и почве [1–3]. Изучение влияния Se на организм человека [4–6] привело ученых к выводу, что обеспечение оптимального потребления Se населением – актуальная задача профилактической медицины, решение которой позволит предотвратить развитие множества заболеваний [7–9]. При этом отдельные вопросы биологической роли Se и фармакологического действия селенсодержащих препаратов на организм человека нуждаются в детальном обсуждении [10].

Цель исследования – изучить биологическую роль селена и фармакологическое действие селенсодержащих препаратов на организм человека.

Материал и методы

Осуществлены анализ и систематизация данных научной литературы по теме биологической роли селена и фармакологического действия селенсодержащих препаратов на организм человека.

Результаты и обсуждение

На сегодняшний день в научной литературе представлен многосторонний анализ влияния Se на организм человека, а также изучена зависимость широкого ряда биологических процессов от уровня содержания данного микроэлемента в организме, от его поступления с пищей. Доказано, что снижение концентрации Se имеет прямую корреляцию с увеличением возраста и более тяжелым течением хронических заболеваний [11–13].

Дефицит Se ассоциируется со снижением иммунитета, когнитивных способностей, возрастанием риска смерти [14]. Влияние Se на защитные функции организма обусловлено ключевой ролью данного микроэлемента в регуляции иммунной системы [16]. Также выявлена связь между уровнем Se и возникновением заболеваний нервной системы. Доказано, что достаточное ежеднев-

ное потребление Se уменьшает риск острого нарушения мозгового кровообращения [17].

При этом не только дефицит, но и избыточное поступление Se несет опасность для здоровья. Так, дополнительный прием Se в эксперименте на животных сопровождался возрастанием риска развития у них сахарного диабета 2 типа [18–20].

В ряде публикаций анализируется связь между Se и развитием сердечно-сосудистых заболеваний. В частности, оптимальное потребление Se ассоциируется с меньшей частотой их возникновения [21–23]. Однако согласно метаанализу 16 рандомизированных контролируемых исследований (n=43 998) участниками, прямой связи между приемом Se и фатальными исходами от ишемической болезни сердца не наблюдается [24].

В природе Se поступает в клетки микроорганизмов, растений, животных и человека в нескольких неорганических формах, таких как селенат, селенит, элементарный Se и селенид. В ходе биологических процессов они преобразуются в органические формы, преимущественно в две селеноаминокислоты – селеноцистеин (SeCys) и селенометионин (SeMet). Установлено, что, с одной стороны, органические формы Se важны для функционирования иммунной, репродуктивной систем, щитовидной железы, мозга, а с другой, концентрация Se в продуктах питания зависит от наличия доступных форм Se в почве и его поглощения и накопления растениями и травоядными животными [25]. Соответственно, при решении вопроса коррекции нехватки Se у населения особое значение приобретает изучение биогеохимии Se в системе «почва – растение – человек» [26], а также возможности обогащения селенодефицитных почв этим МЭ [27, 28]. Так, согласно исследованию финских ученых, добавление удобрений с повышенным содержанием Se в бедные этим МЭ почвы привело к увеличению его концентрации в растениях в среднем в 15 раз по сравнению с исходным уровнем [27].

Однако значение имеет не только количество поступающего в организм Se, но и его форма. Дело в том, что различные соединения данного МЭ сильно отличаются друг от друга по степени биодоступности, совместимости с человеческой

физиологией, токсичности, антиоксидантными свойствам, и далеко не все они имеют необходимый обменный пул в организме человека.

Так, элементный селен характеризуется труднорегулируемой и недостаточно предсказуемой биодоступностью. Неорганическая форма Se селенит натрия отличается высоким уровнем токсичности из-за образования в ходе метаболизма ядовитого селеноводорода. Также он плохо сочетается с различными веществами, поступающими в организм с пищей, например аскорбиновой кислотой. Диацетофенонилселенид имеет сходие с селенитом пути обмена и также небезопасен. Эбселен в принципе плохо усваивается организмом человека. Пути метаболизма селенопирана не установлены. Селенометионин, хоть и является органической формой Se, характеризуется некорректным включением в белки и ферменты человека, что может стать причиной токсикоза. Метилселеноцистеин, вызывающий апоптоз раковых клеток и успешно применяемый в противоопухолевой терапии, оказывает повреждающее действие на здоровые клетки и ткани.

Согласно ряду исследований, с точки зрения биодоступности, безопасности, физиологической совместимости и эффективности в качестве антиоксиданта L-селеноцистин предстает наиболее перспективным в фармакологическом плане природным соединением селена. Эта протеиновая аминокислота имеет четко установленный ферментативный путь усвоения [1, 28, 29]. В организме человека она способна восстанавливаться до аминокислоты L-селеноцистеина, которой представлено 80 % Se в организме человека и которая входит в состав грудного молока женщины.

Основываясь на приведенных выше данных об особенностях различных соединений Se, российские ученые разработали комплекс SELENBIO for women (ТУ 10.89.19-107-41395157-2020) – источник изучаемого МЭ именно в форме селеноцистина. Этот препарат производства отечественной компании «Парафарм» содержит в своей основе траву астрагала шерстистоцветкового – природного гиперкумулятора Se.

Применяемый производителем метод биофортификации астрагала L-селеноцистином позволил добиться повышенного содержания Se – до 70 мкг на 100 мг сухой массы растения вместо 0,1 мкг у дикорастущего астрагала. В результате 1 таблетка препарата содержит 29 мкг Se – 41% от рекомендуемой суточной нормы [30, 31].

Заключение

Селен – жизненно важный для человека МЭ, необходимый для работы иммунной, антиоксидантной, эндокринной, нервной, репродуктивной и других систем. Однако сложности поддержания его оптимального уровня в организме связаны с его низким содержанием в почве, особенно в северных регионах России. Поэтому дополнительный прием Se в виде добавок рассматривается как один из ведущих способов борьбы с массовым селенодефицитом.

При этом выбор препаратов для нормализации Se статуса человека должен опираться на критерии как эффективности, так и безопасности в связи с токсичностью многих форм селена. Обоим этим требованиям соответствует комплекс SELENBIO for women. Он может без риска интоксикации и передозировки применяться в качестве средства коррекции селенодефицита среди населения и профилактики заболеваний, ассоциируемых с нехваткой этого МЭ.

Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Conflict of interest

The authors declare no conflict of interest

Литература/References

1. Полубояринов П.А., Елистратов Д.Г., Швецов В.И. Метаболизм и механизм токсичности селеносодержащих препаратов, используемых для коррекции дефицита микроэлемента селена. Тонкие химические технологии. 2019; 1 (14): 5–24. [Poluboyarinov P.A., Elistratov D.G., Shvecz V.I. Metabolism and mechanism of toxicity of selenium-containing drugs used to correct the deficiency of the trace element selenium. *Tonkie ximicheskie tehnologii*. 2019; 1 (14): 5–24. DOI: 10.32362/2410-6593-2019-14-1-5-24 (in Russian)].
2. Zhang L., Ning J., Liu G. et al. Mechanisms of changing speciation and bioavailability of selenium in agricultural mollisols of northern cold regions. *Sci Total Environ*. 2023; 858 (2): 159897. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2022.159897
3. Supriatin S., Weng L., Comans R.N. Selenium speciation and extractability in Dutch agricultural soils. *Sci Total Environ*. 2015; 532: 368–82. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2015.06.005
4. Kieliszek M., Bano I., Zare H. A Comprehensive Review on Selenium and Its Effects on Human Health and Distribution in Middle Eastern Countries. *Biol Trace Elem Res*. 2022; 200 (3): 971–87. DOI: 10.1007/s12011-021-02716-z
5. Berger M.M., Shenkin A., Schweinlin A. et al. ESPEN micronutrient guideline. *Clin. Nutr*. 2022; 41 (6): 1357–424. DOI: 10.1016/j.clnu.2022.02.015
6. Dinh Q.T., Cui Z., Huang J. et al. Selenium distribution in the Chinese environment and its relationship with human health: A review. *Environ Int*. 2018; 112: 294–309. DOI: 10.1016/j.envint.2017.12.035

7. Миних В.Б. Базовые аспекты метаболизма селена и биосинтеза селенопротеинов в организме человека. Успехи биологической химии. 2022; 62: 369–90. [Minih V.B. Basic aspects of selenium metabolism and selenoprotein biosynthesis in humans. *Uspehi biologicheskoy himii*. 2022; 62: 369–90. <https://www.fbras.ru/wp-content/uploads/2022/01/12-Minich.pdf> (in Russian)].
8. Alcântara D.B., Dionísio A.P., Artur A.G. et al. Selenium in Brazil nuts: An overview of agronomical aspects, recent trends in analytical chemistry, and health outcomes. *Food Chem.* 2022; 372: 131207. DOI: 10.1016/j.foodchem.2021.131207
9. Zyambo K., Hodges P., Chandwe K. et al. Selenium status in adults and children in Lusaka, Zambia. *Heliyon*. 2022; 8 (6): e09782. DOI: 10.1016/j.heliyon.2022.e09782
10. Poluboyarinov P.A., Elistratov D.G., Moiseeva I.J. Antitumor Activity of Selenium and Search Parameters for Its New Potentially Active Derivatives. *Russian Journal of Bioorganic Chemistry*. 2020; 46 (6): 989–1003. DOI: 10.1134/S1068162020060254
11. Natasha N., Shahid M., Niazi N.K., Khalid S. et al. A critical review of selenium biogeochemical behavior in soil-plant system with an inference to human health. *Environ Pollut.* 2018; 234: 915–34. DOI: 10.1016/j.envpol.2017.12.019
12. Baudry J., Kopp J.F., Boeing H. et al. Changes of trace element status during aging: results of the EPIC-Potsdam cohort study. *Eur. J. Nutr.* 2020; 59 (7): 3045–58. DOI: 10.1007/s00394-019-02143-w
13. Méplan C. Trace elements and ageing, a genomic perspective using selenium as an example. *Journal of Trace Elements in Medicine and Biology*. 2011; 25 (1): 11–6. DOI: 10.1016/j.jtemb.2010.10.002
14. Rayman M.P. Selenium and human health. *Lancet*. 2012; 379 (9822): 1256–68. DOI: 10.1016/S0140-6736(11)61452-9
15. Ma C., Hoffmann P.R. Selenoproteins as regulators of T cell proliferation, differentiation, and metabolism. *Semin. Cell Dev. Biol.* 2021; 115: 54–61. DOI: 10.1016/j.semcdb.2020.11.006
16. Ramos-Inza S., Plano D., Sanmartín C. Metal-based compounds containing selenium: An appealing approach towards novel therapeutic drugs with anticancer and antimicrobial effects. *Eur. J. Med. Chem.* 2022; 244: 114834. DOI: 10.1016/j.ejmech.2022.114834
17. Shi W., Su L., Wang J. et al. Correlation between dietary selenium intake and stroke in the National Health and Nutrition Examination Survey 2003–2018. *Ann. Med.* 2022; 54 (1): 1395–402. DOI: 10.1080/07853890.2022.2058079
18. Zhou J., Huang K., Lei X.G. Selenium and diabetes—evidence from animal studies. *Free Radic. Biol. Med.* 2013; 65: 1548–56. DOI: 10.1016/j.freeradbiomed.2013.07.012
19. Huang Y.C., Combs G.F. Jr., Wu T.L. et al. Selenium status and type 2 diabetes risk. *Arch Biochem Biophys.* 2022; 730: 109400. DOI: 10.1016/j.abb.2022.109400
20. Steinbrenner H., Duntas L.H., Rayman M.P. The role of selenium in type-2 diabetes mellitus and its metabolic comorbidities. *Redox Biol.* 2022; 50: 102236. DOI: 10.1016/j.redox.2022.102236
21. Retondario A., Souza A.M., Fernandes R. et al. Usual intake and dietary sources of Selenium in adolescents: A cross-sectional school-based study. *Clin. Nutr. ESPEN.* 2019; 33: 91–7. DOI: 10.1016/j.clnesp.2019.07.002
22. Gutiérrez-Bedmar M., Gil F., Olmedo P. et al. Serum Selenium and Incident Cardiovascular Disease in the PREvención con Dieta MEDiterránea (PREDIMED) Trial: Nested Case-Control Study. *J. Clin. Med.* 2022; 11 (22): 6664. DOI: 10.3390/jcm11226664
23. Tan Q.H., Huang Y.Q., Liu X.C. et al. A U-Shaped Relationship Between Selenium Concentrations and All-Cause or Cardiovascular Mortality in Patients With Hypertension. *Front. Cardiovasc. Med.* 2021; 8: 671618. DOI: 10.3389/fcvm.2021.671618
24. Ju W., Li X., Li Z. et al. The effect of selenium supplementation on coronary heart disease: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2017; 44: 8–16. DOI: 10.1016/j.jtemb.2017.04.009
25. Hossain A., Skalicky M., Brestic M. et al. Selenium Biofortification: Roles, Mechanisms, Responses and Prospects. *Molecules*. 2021; 26 (4): 881. DOI: 10.3390/molecules26040881
26. Yang H., Yang X., Ning Z. et al. The beneficial and hazardous effects of selenium on the health of the soil-plant-human system: An overview. *J. Hazard. Mater.* 2022; 422: 126876. DOI: 10.1016/j.jhazmat.2021.126876
27. Alfthan G., Euroala M., Ekholm P. et al.; Selenium Working Group. Effects of nationwide addition of selenium to fertilizers on foods, and animal and human health in Finland: From deficiency to optimal selenium status of the population. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 2015; 31: 142–7. DOI: 10.1016/j.jtemb.2014.04.009
28. Моисеева И.Я., Сергеева-Кондраченко М.Ю., Струков В.И. и др. Изучение наиболее востребованных в пищевой и фармацевтической отраслях форм селена на предмет биодоступности и токсичности. *Терапевт.* 2022; 10 (185): 12–7. [Moiseeva I.Ya., Sergeeva-Kondrachenko M.Yu., Strukov V.I. et al. The study of the most popular forms of selenium in the food and pharmaceutical industries for bioavailability and toxicity. *Terapevt.* 2022; 10 (185): 12–7. DOI: 10.33920/MED-12-2210-02 (in Russian)].
29. Полубояринов П.А., Воронин С.П., Егоров И.А., Андрианова Е.Н. Возможность использования селеноцистина в качестве источника селена. *Птицеводство*. 2015; 8: 9–12. [Poluboyarinov P.A., Voronin S.P., Egorov I.A., Andrianova E.N. The possibility of using selenocysteine as a source of selenium. *Pticevodstvo*. 2015; 8: 9–12 (in Russian)].
30. Полубояринов П.А. Елистратов Д.Г. Исследование биофортификации растений астрагала шерстистоцветкового (*Astragalus dasyanthus* Pall.) аминокислотой l-селеноцистином. *Вопросы биологической, медицинской и фармацевтической химии*. 2019; 22 (12): 64. [Poluboyarinov, P.A. Elistratov D.G. Study of biofortification of *Astragalus* woolly-flowered plants (*Astragalus dasyanthus* Pall.) with the amino acid l-selenocystine. *Voprosy biologicheskoi, meditsinskoi i farmatsevticheskoi khimii*. 2019; 22 (12): 64. EDN: THOKEX (in Russian)].
31. Дедов Д.В. Антиоксидантное действие селена и селеносодержащих препаратов: возможность применения в клинической практике. *Врач.* 2022; 33 (11): 74–8. [Dedov D.V. Antioxidant effect of selenium and selenium-containing drugs: possibility of application in clinical practice. *Vrach.* 2022; 33 (11): 74–8. DOI: 10.29296/25877305-2022-11-15 (in Russian)].

Поступила 10 января 2022 г.

Received 10 January 2022

Принята к публикации 16 января 2023 г.

Accepted 16 January 2023