

А.А. Тозик, Е.А. Лисовенко
**СЕЛЕН В ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ: ПОТРЕБЛЕНИЕ
И РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ДЕФИЦИТА МИКРОЭЛЕМЕНТА
СРЕДИ СТУДЕНТОВ БГМУ**

Научный руководитель: ассист. А.В. Сосновский
Кафедра радиационной медицины и экологии
Белорусский государственный медицинский университет, г. Минск

A.A. Tozik, E.A. Lisovenko
**TRACE ELEMENT SELENIUM: BIOTRANSFORMATION, CONTENT
IN FOOD, PREVALENCE OF ALIMENTARY DEFICIENCY**
Tutor: assistant A.V. Sosnovsky
Department of Radiation Medicine and Ecology
Belarusian state medical University, Minsk

Резюме. Селен – сильнейший антиоксидант, усиливающий иммунную защиту организма. Микроэлемент имеет важное значение в поддержании работы сердца и щитовидной железы. Естественным источником селена для человека являются пищевые продукты. Территория Республики Беларусь относится к биогеохимической провинции с низким содержанием селена в почве, что способствует распространенности алиментарного дефицита.

Ключевые слова: селен, алиментарный дефицит, селенопротеины, механизмы биотрансформации.

Resume. Selenium is the strongest antioxidant that enhances the immune defense of the body. The trace element is significant in maintaining the functioning of the heart and thyroid gland. The natural source of selenium for humans is food. The territory of the Republic of Belarus belongs to a biogeochemical province with a low content of selenium in the soil, which contributes to the prevalence of alimentary deficiency.

Keywords: selenium, alimentary deficiency, selenoproteins, biotransformation mechanisms.

Актуальность. Селен является микроэлементом, который выполняет жизненно важные функции в организме человека. Белки, в состав которых входит селен, считаются идеальными катализаторами для многих биологических окислительно-восстановительных реакций благодаря расположению селена в таблице Менделеева между металлами и неметаллами. Селен – мощнейший антиоксидант, снижающий уровень окислительного стресса. Микроэлемент имеет важное значение в поддержании иммунной защиты, обладает противовоспалительным действием, участвует в работе сердца, обезвреживает и выводит тяжелые металлы (ртуть, свинец, мышьяк), является геропротектором – веществом, замедляющим старение. Йод и селен – вещества, которые непосредственно связаны с процессами, происходящими в щитовидной железе. Селен в составе селенопротеинов принимает участие в усвоении йода щитовидной железой и в превращении ее гормонов в активную форму [1, 2].

Селен существует в неорганических и органических формах. Неорганические формы (селенат, селенит, элементарный селен и селенид) легко всасываются через кишечник, но быстро отфильтровываются почками и выводятся с мочой, поэтому они преобразуются в более доступные: аминокислоты селеноцистеин (Sec) и селенометионин (SeMet) [2, 3]. Повреждения ДНК восстанавливаются более

эффективно в присутствии селена в форме селенометионина. Аналогично было доказано, что SeMet может индуцировать реакцию репарации ДНК в нормальных фибробластах человека *in vitro*, защищая клетки от нарушения структуры ДНК.

Селеноцистеин в настоящее время признан 21-й аминокислотой в генетическом коде, но «стандартное» кодирование предполагает только 20 аминокислот. Для кодирования Sec используется кодон UGA, являющийся стоп-кодоном. Однако если после UGA идёт определённая последовательность нуклеотидов, называемая SECIS (selenocysteine insertion sequence), то аппарат синтеза белка рассматривает UGA как кодон для селеноцистеина. В ходе транскрипции последовательность SECIS включается в состав матричной РНК, синтезируемой на основе селенопротеинового гена. SECIS внедряется в матричную РНК, его вторичная структура становится похожа на «шпильку», форма которой обусловлена водородными связями между комплементарными азотистыми основаниями. Примечательно то, что в структуре SECIS есть редкие неоднозначные пары оснований А-Г, благодаря ним осуществляется функционирование SECIS-элемента. Изменение структуры до «шпильки» и служит своего рода сигналом, заставляющим белоксинтезирующий аппарат присоединить к кодону UGA тРНК, несущую селеноцистеин [3, 4, 5].

Фермент, синтезирующий Sec, называется Sec-синтазой (SelA у эубактерий и SecS у архей и эукариот). Биосинтез селеноцистеина у эубактерий начинается со взаимодействия Sec-синтазы с серил-тРНК^{[Ser]^{Sec}}. Происходит удаление гидроксильной группы с серина, при этом образуется промежуточный продукт дегидроаланил-тРНК^{[Ser]^{Sec}}. Затем эта тРНК принимает активного донора селена (моноселенофосфат), при взаимодействии с которым образуется селеноцистеил-тРНК^{[Ser]^{Sec}}. Аналогично синтезируется селеноцистеин у эукариот и архей, однако есть несколько различий: происходит дополнительный этап биосинтеза О-фосфосерил-тРНК^{[Ser]^{Sec}} в присутствии фосфосерил-тРНК^{[Ser]^{Sec}}-киназы (PSTK), а также донором селена в данных реакциях служит белок SPS2 [6, 7, 8].

Естественным источником поступления селена в организм являются продукты питания. Большое количество микроэлемента содержится в бразильских орехах, рыбе и морепродуктах. Богаты селеном мясо, печень животных, семена подсолнечника, творог и яйца. Однако количество селена в пище может варьироваться в зависимости от его содержания в почве, на которой продукты выращивались. Согласно нормам Министерства здравоохранения Республики Беларусь, взрослым рекомендовано потреблять 50 мкг селена в сутки, у беременных женщин это количество увеличивается до 60 мкг/сутки, а у кормящих - до 70 мкг/сутки. Дефицит селена в организме развивается при поступлении этого микроэлемента в количестве 5 мкг/сутки и менее. К симптомам дефицита селена относятся мышечная слабость и боли в мышцах, снижение иммунитета, выпадение волос, нарушения функций репродуктивной системы (чаще у мужчин), значительно возрастает риск развития кардиомиопатии и инфаркта миокарда. Республика Беларусь относится к биогеохимической провинции с низким содержанием селена в почве, следовательно, в организм с пищей может поступать недостаточное количество данного микроэлемента, что приведет к функциональным нарушениям в организме [9, 10].

Цель: изучить биологическую роль селена и его соединений, исследовать наличие связи между кратностью потребления продуктов, содержащих природный селен, и гипоселенозом среди студентов БГМУ.

Задачи:

1. Изучить биологическую роль селена и его соединений в организме человека и механизмы биотрансформации селена.
2. Изучить содержание природного селена в продуктах питания.
3. Оценить кратность потребления продуктов, содержащих природный селен, среди студентов БГМУ.
4. Исследовать возможную связь между кратностью потребления продуктов, содержащих природный селен, и гипоселенозом среди студентов.
5. Изучить возможные методы профилактики дефицита селена.

Материалы и методы. Объектом исследования стали 295 студентов Белорусского государственного медицинского университета. Результаты онлайн-анкетирования на платформе Google Forms служат материалами для исследования. Данные были статистически обработаны в программе Microsoft Excel. Анкета содержала перечень вопросов об информированности обучающихся о микроэлементе, а также о частоте употребления селенсодержащих продуктов. Коэффициент надежности опроса - Альфа Кронбаха = 0.75, что является приемлемым результатом. Для определения распространенности алиментарного дефицита микроэлемента методом исследования был перекисный тест. [3] Объектом исследования был кожный покров дистальных фаланг пальцев рук. Испытуемому на кожу наносили 3% водный раствор перекиси водорода, экспозиция от 5 до 7 минут. При нормальном содержании селена в организме на коже испытуемых не было изменений, при дефиците селена – обработанная поверхность белела, точечные белые пятна свидетельствовали о снижении обеспеченности до нижней границы нормы.

Результаты и обсуждение. При анализе анкетирования было выявлено, что 49.8% опрошенных не знают о роли селена в организме человека, также 71.5% не знакомы с симптомами гипоселеноза. При этом большинство студентов ознакомлены с симптоматикой дефицитов других микроэлементов, таких как железо, йод, магний, кальций, фтор и др. Только 31.9% анкетированных знают, в каких продуктах содержится селен. Значительное количество опрошенных редко употребляют или вовсе не имеют в своем рационе рыбу и морепродукты, а также практически половина не употребляют печень животных, а именно эти продукты богаты селеном. Однако студенты часто употребляют такие продукты, как яйца, крупы, макароны и мясо. Относительно редко в рационе присутствуют орехи, творог, семена подсолнечника. Для определения дефицита селена 40 студентам был сделан перекисный тест. При анализе результатов у 8 испытуемых была выявлена нижняя граница нормы, а у 2 студентов можно отметить дефицит селена в организме. Соответственно распространенность дефицита не выражена.

Выводы:

1. Селен является жизненно необходимым микроэлементом. Недостаточное поступление селена в организм человека может вызвать гипоселеноз и привести к

нарушениям в организме, поэтому важно обеспечить поступление необходимого количества микроэлемента с пищей.

2. Так как Республика Беларусь относится к биогеохимическому региону с низким содержанием селена в почве, особое внимание нужно уделять массовой профилактике. Массовая профилактика осуществляется путем внесения селена в наиболее распространенные продукты питания. Обогащение селеном яиц направлено на уменьшение распространенности алиментарных дефицитов среди населения страны.

3. В ходе исследования было выявлено, что распространенность дефицита селена не выражена, на основании чего можно сделать вывод, что потребность в микроэlemente закрывается за счет употребления самых доступных продуктов – яиц, круп, макарон и мяса, которые из-за добавления селена в почву и корма животных, обогащены им.

4. Выяснилось, что информированность студентов о роли селена в организме низкая, поэтому необходимо повышать осведомленность населения о значении микроэлемента для предупреждения возникновения гипоселеноза.

Литература

1. Скальный А.В. Биозлементы в медицине / А.В. Скальный, И.А. Рудаков. – М.: Издательский дом «ОНИКС 21 век»: Мир, 2004. - 119-123 с.
2. Назаренко И.И., Ермаков А.Н. Аналитическая химия селена и теллура. – М.: Наука, 1971. – 12 с.
3. Способ диагностики обеспеченности селеном тела человека: пат. RU2412654C2 Рос. Федерация. / О. А. Сенькевич, З. В. Сиротина, Ю. Г. Ковальский, Н. А. Голубкина ; заявитель и патентообладатель Дальневосточный государственный медицинский университет Федерального агентства по здравоохранению и социальному развитию, 2009.
4. Александр Марков. Генетический код допускает разночтения. 2009. [Электронный ресурс] Режим доступа: https://elementy.ru/novosti_nauki/430968/ (Дата обращения 21.03.23)
5. Варламова Е.Г. Микроэлемент селен: уникальные свойства, встречаемость в природе, ключевые функции селен-содержащих соединений, роль в здоровье [Электронный ресурс] Режим доступа: https://bstudy.net/776959/estestvoznanie/biosintez_selenoproteinov#aftercont (Дата обращения 25.03.2023)
6. Elias Mazokopakis. Differentiated thyroid cancer and selenium supplements for protection of salivary glands from 131I treatment. 2018. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/> (Дата обращения: 11.03.23)
7. Selenium. 2023. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.hsph.harvard.edu/nutritionsource/selenium/> (Дата обращения: 11.03.23)
8. Laffon, B.; Valdiglesias, V.; Pasaro, E.; Mendez, J. The organic selenium compound selenomethionine modulates bleomycin-induced DNA damage and repair in human leukocytes. Biol. Trace Elem. Res., 2010, 133(1), 12-19. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19468696/> (Дата обращения 28.03.23)
9. Seo, Y.R.; Sweeney, C.; Smith, M.L. Selenomethionine induction of DNA repair response in human fibroblasts. 2002 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://www.nature.com/articles/1205468> (Дата обращения 28.03.23)
10. Martin G.W. III, Harney J.W., Berry M.J. Selenocysteine incorporation in eukaryotes: insights into mechanism and efficiency from sequence, structure, and spacing proximity studies of the type 1 deiodinase SECIS element. RNA. 1996. [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/8601283/> (Дата обращения 25.03.2023)