

## Здоровье человека



### Применение методов стабильных изотопов для оценки усвоения питательных микроэлементов при поддержке МАГАТЭ

#### РЕЗЮМЕ

1. Правильное питание предусматривает нечто большее, чем потребление углеводов, белков и жиров. Человек может потреблять достаточно калорий для своей жизнедеятельности, но все же его рацион питания может не содержать достаточного количества важнейших витаминов и минеральных веществ, также называемых «питательными микроэлементами», которые позволяют ему быть умственно и физически здоровым.
2. Во многих странах с низким и средним уровнем дохода (СНСД) рацион питания состоит преимущественно из растительной пищи. Помимо питательных веществ, продукты растительного происхождения содержат природные соединения, которые ограничивают степень усвоения питательных микроэлементов.
3. Для определения качества рациона питания и мер по его улучшению необходимо иметь возможность оценивать усвоение минералов и обеспеченность организма витамином А.
4. МАГАТЭ оказывает содействие в применении методов стабильных изотопов для оценки показателей усвоения и удержания незаменимых витаминов и минералов, таких как витамин А, железо и цинк.

#### ВВЕДЕНИЕ

Питательные микроэлементы представляют собой разновидность питательных веществ, регулярное поступление которых в организм в малых количествах необходимо для поддержания здоровья, роста и развития. Они являются важными компонентами в процессе усвоения организмом основных питательных веществ (белков, углеводов и жиров). От доступности питательных микроэлементов зависят такие важные функции организма, как формирование эритроцитов, активность ферментов, развитие костных тканей, иммунитет и зрение. К числу питательных микроэлементов относятся все витамины, а также некоторые минералы, такие как цинк, железо, хром, медь, марганец и йод.



**Ребенок получает дозу витамина А, помеченного стабильным изотопом.**

(Фото: А. Дхансай/ЮАР)

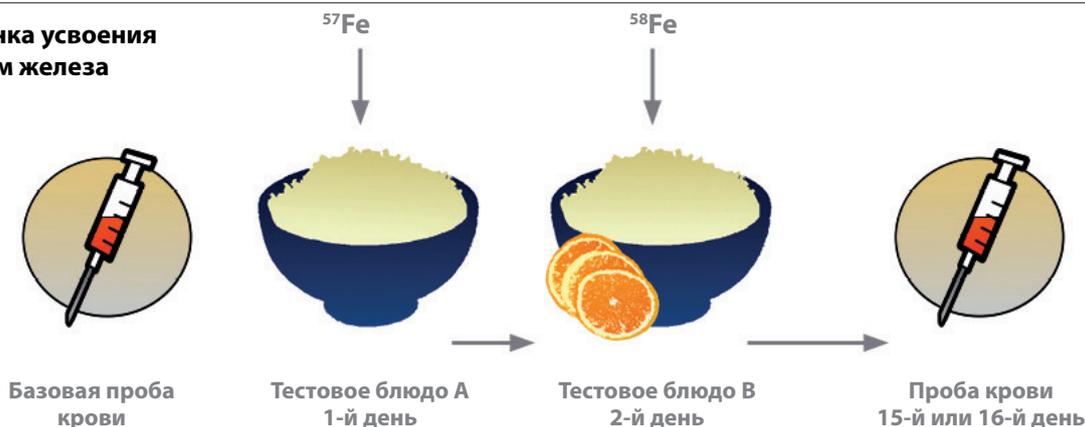
Нехватка незаменимых витаминов и минеральных веществ часто приводит к так называемому «скрытому голоду», когда признаки недостаточного питания менее заметны и люди могут даже не знать об этом. По оценкам, во всем мире скрытому голоду подвержены без малого 2 миллиарда человек<sup>1</sup>.

Скрытый голод может сказываться на умственном и физическом развитии детей и подростков и приводить к снижению коэффициента умственного развития, остановке роста и слепоте; особенно уязвимы женщины и дети в СНСД.

МАГАТЭ оказывает странам содействие в применении методов стабильных изотопов для борьбы с дефицитом микроэлементов. Эти методы могут применяться для оценки качества рациона питания с точки зрения усвоения питательных микроэлементов и микроэлементного статуса населения.

<sup>1</sup> WORLD HEALTH ORGANIZATION, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, Guidelines on food fortification with micronutrients (2006) [apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43412/9241594012\\_eng.pdf](https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/43412/9241594012_eng.pdf)

**Рис. 1: Оценка усвоения организмом железа**



## АКТУАЛЬНЫЕ ЗАДАЧИ

Поддержание качества питания подразумевает разнообразный, сбалансированный и здоровый рацион, предоставляющий человеку достаточно энергии и все незаменимые питательные вещества, необходимые для роста и здоровой, активной жизни. Качество питания связано также с потребляемыми продуктами, как в плане количества содержащихся в них питательных веществ, так и получения определенных питательных веществ для поддержания жизненных функций.

Вместе с тем, имеются существенные пробелы в информации о том, сколько людей сегодня в мире подвержены различным формам дефицита микроэлементов<sup>2</sup>.

Иногда в рационе питания представлен лишь ограниченный набор питательных микроэлементов, в основном из-за потребления преимущественно высококалорийных и бедных питательными веществами основных продуктов питания. Например, в СНСД многие люди или не имеют средств для покупки широкого ассортимента питательных пищевых продуктов, таких как мясо, яйца и рыба, а также фрукты и овощи, которые необходимы для удовлетворения потребности организма в питательных веществах, или же не имеют доступа к таким продуктам, что представляет собой опасность для здоровья.

## МЕРЫ ПО УВЕЛИЧЕНИЮ ПОТРЕБЛЕНИЯ ПИТАТЕЛЬНЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ

- С дефицитом микроэлементов, в особенности витамина А, железа и цинка, можно бороться путем принятия соответствующих мер в области

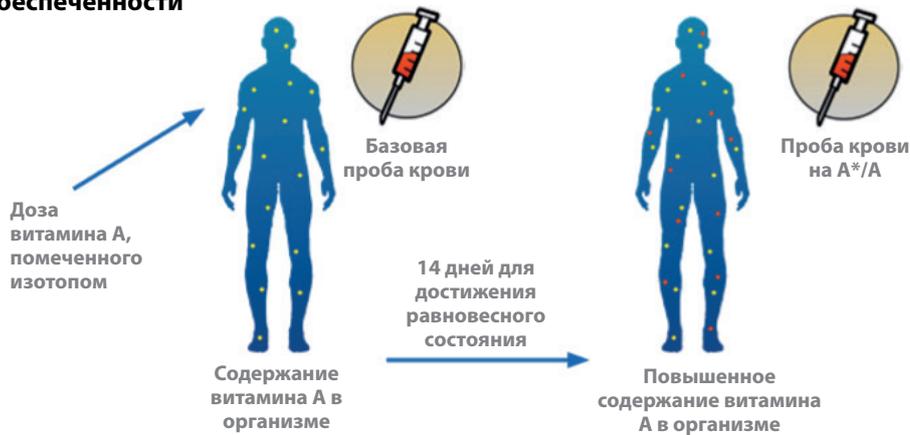
здравоохранения, таких как использование пищевых добавок, обогащение пищевых продуктов, биофортификация, переход на более разнообразное питание.

- Прием добавок микроэлементов в жидком виде, таблетках или капсулах обеспечивает поступление в организм питательных микроэлементов на ежедневной или периодической основе. Например, добавки, содержащие высокие дозы витамина А, назначаются каждые полгода детям в возрасте от 6 до 59 месяцев в целях снижения детской смертности в тех регионах, где население испытывает дефицит витамина А.
- Обогащение пищевых продуктов предусматривает введение питательных микроэлементов в рекомендованных количествах в повседневные продукты питания, такие как зерна хлебных злаков и масло для приготовления пищи, на этапе их переработки.
- Биофортификация — это процесс улучшения питательной ценности основных сельскохозяйственных культур путем селекции. В семенах и корнях биофортифицированных культур в процессе их роста накапливается больше минеральных веществ и витаминов.
- Еще одной эффективной стратегией является пропаганда разнообразного рациона питания или употребления в пищу широкого спектра продуктов из разных с точки зрения пищевого состава групп продуктов.

Очень важно иметь возможность для оценки эффективности таких мер, направленных на повышение качества питания, в особенности с точки зрения усвоения питательных микроэлементов.

<sup>2</sup> DEVELOPMENT INITIATIVES, Global Nutrition Report: Shining a light to spur action on nutrition (2018) [globalnutritionreport.org/reports/global-nutrition-report-2018/](http://globalnutritionreport.org/reports/global-nutrition-report-2018/).

**Рис. 2: Оценка обеспеченности витамином А**



## СТАБИЛЬНЫЕ ИЗОТОПЫ ПОМОГАЮТ ОЦЕНИТЬ СТЕПЕНЬ УСВОЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОБЕСПЕЧЕННОСТЬ ВИТАМИНОМ А

Применение стабильных, т.е. нерадиоактивных изотопов лежит в основе узкоспециализированных и высокоточных эталонных методов, которые могут использоваться для анализа усвоения железа и цинка при потреблении разных пищевых продуктов или смешанном рационе питания в целях изучения процесса преобразования в организме провитамина А в витамин А, а также количественной оценки его общего запаса, отражающего обеспеченность организма витамином А. Кроме того, методы стабильных изотопов могут использоваться для количественного определения объема грудного молока, получаемого младенцами. Сопоставив эту информацию с данными о содержании в грудном молоке питательных микроэлементов (например, витамина А), можно определить поступление питательных микроэлементов в организм младенца.

Например, для оценки усвоения железа может использоваться тестовое блюдо, помеченное стабильным изотопом железа ( $^{57}\text{Fe}$ ). У человека дважды берется образец крови — до и после потребления намеченного тестового блюда (см. рис. 1).

На рис. 1 показана схема возможного исследования для оценки усвоения железа после употребления блюда на основе злаков и того же блюда, но с апельсином, который содержит витамин С, усиливающий усвоение железа.

Соотношение стабильных изотопов железа до и после употребления тестовых блюд используется для определения количества железа, усвоенного организмом из этих блюд и использованного для формирования эритроцитов, что позволяет оценить

воздействие тех или иных присутствующих в блюдах факторов, усиливающих или ингибирующих усвоение железа.

Для оценки общих запасов витамина А после взятия базовой пробы крови в организм человека вводится доза витамина А, меченого стабильным изотопом. Перед взятием повторной пробы крови для анализа методом масс-спектрометрии требуется определенное время для обеспечения равновесного соотношения между введенной дозой и уже содержащимся в организме немеченым витамином А. Исходя из разбавления точно измеренной дозы меченого изотопом витамина А можно рассчитать суммарное количество витамина А, присутствующего в организме. Этот принцип проиллюстрирован на рис. 2.

## ПОДДЕРЖКА СО СТОРОНЫ МАГАТЭ

МАГАТЭ стремится оказывать содействие в совершенствовании и расширении применения методов стабильных изотопов в государствах-членах. МАГАТЭ создает и укрепляет потенциал в области разработки эмпирически обоснованных программ питания с использованием методов стабильных изотопов и родственных методов. Оно поддерживает также исследования по вопросам применения методов стабильных изотопов в рамках проектов координированных исследований. В частности, оно оказывает государствам-членам помощь в применении методов стабильных изотопов для оценки качества питания и его влияния на состояние здоровья.

Данные, которые были накоплены в рамках исследований, проводимых при поддержке МАГАТЭ, используются для обоснования национальных программ по обогащению основных пищевых продуктов и для оценки эффективности и действенности мер по борьбе с дефицитом микроэлементов.

**Рис. 3. Поддержка мер правительства Марокко по борьбе с дефицитом микроэлементов**



## КРАТКО О НЕКОТОРЫХ ДОСТИЖЕНИЯХ

Осуществляемый МАГАТЭ проект в Таиланде продемонстрировал пользу метода стабильных изотопов при оценке запасов витамина А в организме. Общий запас витамина А у детей, которые употребляли в пищу рис, обогащенный железом, цинком и витамином А, существенно увеличился, что было бы невозможно установить с помощью других методов.

Проведенное при поддержке МАГАТЭ в 2016–2017 годах исследование в Марокко подтвердило правильность выбора наиболее усвояемой формы железа для использования в рамках национальной программы по обогащению пшеничной муки в целях эффективной борьбы с дефицитом железа. Эти результаты будут способствовать решению проблемы дефицита железа у населения в Марокко, где в июле 2019 года главой правительства было подписано постановление об изменении типа железосодержащей пищевой добавки для пшеничной муки (см. рис. 3).

## В ЧЕМ МАГАТЭ МОЖЕТ ПОМОЧЬ ГОСУДАРСТВАМ-ЧЛЕНАМ

- Получение более полного представления о применении методов стабильных изотопов в исследованиях, касающихся питательных микроэлементов.
- Создание потенциала путем обучения по вопросам применения этих методов для оценки и совершенствования национальных программ в области питания.
- Участие в исследовательских проектах МАГАТЭ по оценке усвоения микроэлементов и обеспеченности ими.
- Выработка эффективных и устойчивых стратегий и методов воздействия, опирающихся на использование местных, обогащенных и биофортифицированных пищевых продуктов в целях борьбы с дефицитом микроэлементов и его профилактики.

Обозрение МАГАТЭ издается Бюро общественной информации и коммуникации  
Редактор: Аабха Диксит • Дизайн: Риту Кенн

С более подробной информацией о МАГАТЭ и его работе можно ознакомиться на сайте [www.iaea.org](http://www.iaea.org)

или на наших страницах 

или в ведущем издании Агентства «Бюллетень МАГАТЭ» по адресу: [www.iaea.org/bulletin](http://www.iaea.org/bulletin)

МАГАТЭ, Венский международный центр, а/я 100, 1400 Вена, Австрия

Эл. почта: [info@iaea.org](mailto:info@iaea.org) • Телефон: +43 (1) 2600-0 • Факс: +43 (1) 2600-7

