

Токсичные и эссенциальные микроэлементы в практике врача-гастроэнтеролога



CHROMOLAB



SCAN ME

+7(495) 369-33-09 | chromolab.ru

1. Биологическая роль токсических и эссенциальных микроэлементов

Для гастроэнтеролога дисбаланс микроэлементов является как причиной, так и следствием широкого спектра патологий ЖКТ. Кишечник — главные ворота для их поступления, печень — ключевой орган метаболизма и депонирования, а поджелудочная железа — критически важный источник пищеварительных ферментов, чья работа зависит от микроэлементов.

Ключевые биологические эффекты в гастроэнтерологии:

- Оксидативный стресс и повреждение слизистой: Металлы (железо, медь, хром) генерируют свободные радикалы, повреждающие эпителий кишечника, что ведет к повышению проницаемости ("дырявый кишечник"), хроническому воспалению и апоптозу клеток.
- Нарушение ферментативной функции: Многие эссенциальные элементы являются кофакторами пищеварительных ферментов. Их дефицит или замещение токсичными "миметиками" нарушает процессы пищеварения и всасывания.
- Канцерогенез: Прямое повреждение ДНК и эпигенетические изменения, вызываемые мышьяком, кадмием, никелем, делают их значимыми факторами риска развития рака пищевода, желудка, толстой кишки и печени.
- Фиброз печени: Хроническое воспаление и оксидативный стресс, индуцируемые микроэлементами, активируют звездчатые клетки печени, приводя к фиброзу и циррозу.
- Микробиота: Изменение баланса микроэлементов нарушает состав микробиома, приводя к дисбактериозу.
- **Эффекты отдельных микроэлементов:**
 - Алюминий (Al):
 - Содержится в средствах, применяющихся при язвенной болезни, индуцирует выработку простагландинов, необходимых для обновления слизистой желудка.
 - Может вызывать запоры.
 - Барий (Ba):
 - При приеме внутрь (например, с контрастным веществом) в высоких дозах вызывает тошноту, рвоту, спастические боли в

животе, профузную диарею.

- Блокирует калиевые каналы, приводя к гипокалиемии и парезу кишечника.

- Бериллий (Be):

- При проглатывании оказывает раздражающее действие на слизистые ЖКТ.
- Системная токсичность (при ингаляции) может сопровождаться грануломатозным поражением печени.

- Ванадий (V):

- При пероральном поступлении вызывает раздражение ЖКТ: тошноту, рвоту, диарею, спазмы в животе.
- Ингибитирует Na^+/K^+ -АТФазу, может нарушать электролитный баланс.

- Железо (Fe):

- Дефицит: является причиной микроцитарной анемии, слабости, извращения вкуса (*pica chlorotica*).
- Острая передозировка: Некротизирующий гастроэнтерит с рвотой (иногда с кровью), диареей, шоком. Хронический избыток (гемохроматоз) приводит к фиброзу и циррозу печени, является фактором риска гепатоцеллюлярной карциномы.

- Йод (I):

- Острое отравление вызывает металлический привкус во рту, жжение в слизистой рта и глотки, боль в животе, рвоту, кровавую диарею.

- Кадмий (Cd):

- Накопление в почках нарушает синтез витамина D, что опосредованно влияет на кальциевый обмен и здоровье костей.
- Вызывает стресс эндоплазматического ретикулума, нарушая синтез и фолдинг белков в гепатоцитах.

- Кобальт (Co):

- Входит в состав витамина B12, дефицит которого приводит к мегалобластной анемии и неврологическим нарушениям, а также может проявляться глосситом.

- Магний (Mg):

- Эссенциальный микроэлемент, необходимый для множества

ферментов. Необходим для уменьшения активности кальциевых каналов и расслабления гладкой мускулатуры, поэтому при его дефиците могут наблюдаться спазмы кишечника.

- Марганец (Mn):
 - Аргиназа — ключевой Mn-зависимый фермент цикла мочевины в печени. Также Mn зависимыми являются агматиназа и глутамин-синтетаза.
 - Основной путь выведения — желчь. При холестазе и билиарном циррозе происходит накопление марганца в организме, что может усугублять течение болезни.
- Медь (Cu):
 - Критически важна и токсична. При болезни Вильсона-Коновалова нарушение экскреции меди в желчь приводит к ее накоплению в печени, вызывая гепатит, жировую дистрофию, фиброз и в итоге — цирроз.
 - Участвует в синтезе факторов свертывания крови в печени.
- Молибден (Mo):
 - Является кофактором ксантиноксидазы, отвечающей за обмен пуринов, альдегид оксидазы и сульфит оксидазы, необходимой для метаболизма серосодержащих аминокислот.
 - Формирует тиомолибденовые соединения, связывающие медь. Высокие дозы вызывают дефицит меди и вторичную анемию.
- Мышьяк (As):
 - Замещает фосфор в биохимических реакциях, образуя нестабильные соединения, что нарушает энергетический обмен (ингибиование окислительного фосфорилирования).
 - Ингибирует пируватдегидрогеназу, нарушая цикл Кребса.
 - Выраженный канцероген, вызывающий повреждение ДНК и эпигенетические изменения.
- Никель (Ni):
 - Канцероген, механизмы включают эпигенетическое редактирование (гипометилирование ДНК), генерацию оксидативного стресса и нарушение репарации ДНК.
- Олово (Sn):

- Токсичность неорганического олова относительно низка, но может вызывать тошноту, рвоту и диарею.
- Основная опасность — органические соединения (трибутилолово), высокотоксичные для нервной и иммунной систем.
- Палладий (Pd) и Платина (Pt):
 - Препараты платины (цисплатин) используются в химиотерапии и обладают выраженной нефротоксичностью, а также вызывают тяжелую тошноту и рвоту.
- Ртуть (Hg):
 - Высокоаффинно связывается с тиольными (-SH) группами ферментов, инактивируя их.
 - Замещает селен в сelenопротеинах (глутатионпероксидаза, тиреопероксидаза), приводя к функциональному дефициту селена и нарушению антиоксидантной защиты в клетках печени и кишечника.
- Свинец (Pb):
 - Вызывает нарушение гомеостаза кальция в нейронах вегетативной нервной системы кишечника. Это приводит к болезненным спазмам - свинцовой колике.
- Селен (Se):
 - Мощный антиоксидант. Дефицит может усугублять течение воспалительных заболеваний кишечника (ВЗК) и процессов фиброзирования в печени.
 - Избыток сам вызывает токсический гепатит.
- Сурьма (Sb):
 - По механизму действия и симптомам напоминает мышьяк, но менее токсична. Вызывает гастроэнтерит, гепатит.
- Таллий (Tl):
 - Нарушает функцию рибофлавин-зависимых белков (использующих FAD), тем самым нарушая энергообеспечение клеток кишечника и печени.
- Хром (Cr):
 - Необходим для поддержания чувствительности к инсулину, его недостаток приводит к инсулинорезистентности.
 - Токсичность в основном связана с гексавалентной формой (CrO_4^{2-}), которая легко проникает в клетки и,

восстанавливаясь до Cr(III), генерирует массивный оксидативный стресс, повреждая ДНК (канцероген).

- Цинк (Zn):

- Нужен для множества ферментов, в том числе отвечающих за антиоксидантную защиту и за связывание транскрипционных факторов с ДНК (домен “цинковых пальцев”).
- Избыток цинка конкурирует с медью за всасывание, приводя к ее дефициту.
- Индуцирует синтез металлотионеинов в кишечнике, которые связывают медь и препятствуют ее абсорбции.
- Цинк необходим для синтеза инсулина.

2. Исследование уровня токсичных и эссенциальных микроэлементов показано:

Определение уровня токсичных и эссенциальных микроэлементов показано в следующих клинических ситуациях:

- Наличие клинических симптомов, позволяющих заподозрить дефицит эссенциальных или интоксикацию токсичными элементами.
- Рецидивирующие абдоминальные боли, колики: Подозреваемые элементы: Pb (свинцовая колика), Tl, As, Ba.
- Нарушения моторики:
 - Хронические запоры: Подозреваемые элементы: Pb, Tl, Al.
 - Необъяснимая диарея: Подозреваемые элементы: Mg (избыток), As, Hg, Cd, Zn (избыток).
- Дисфагия, нарушение вкуса (дисгевзия), металлический привкус во рту: Подозреваемые элементы: Zn (дефицит), Hg, As, Cu (избыток при болезни Вильсона), Se (избыток - чесночный привкус).
- Необъяснимая тошнота и рвота: Подозреваемые элементы: Cu (болезнь Вильсона), Mg (избыток), As, Hg, Pb, Tl, Fe (острая передозировка).
- Синдром мальабсорбции, стеаторея: Подозреваемые элементы: Zn (дефицит), Cu (дефицит), токсичные металлы (Cd, Pb), нарушающие функцию энтероцитов.
- Необъяснимые поражения печени:
 - Повышение печеночных трансаминаз, гепатомегалия:

Подозреваемые элементы: Cu (болезнь Вильсона), Fe (гемохроматоз), As, Cd, Hg, Mn (при холестазе), Se (дефицит или избыток), токсичные грибы.

- Фиброз и цирроз печени у пациентов без вирусных, алкогольных причин: Подозреваемые элементы: Cu, Fe, As.
- Острая печеночная недостаточность: Подозреваемые элементы: Cu (болезнь Вильсона), Fe, токсичные грибы, препараты.
- Оценка нутритивного статуса и метаболических нарушений:
 - Состояния мальабсорбции (болезнь Крона, целиакия, состояние после бариатрических операций): для оценки и коррекции дефицита цинка (Zn), меди (Cu), селена (Se), хрома (Cr), железа (Fe), йода (I) и др.
 - Парентеральное питание: для регулярного мониторинга и предупреждения как дефицита, так и перегрузки микроэлементами (напр., марганца (Mn), который выводится через желчь; алюминия (Al), который может загрязнять растворы).
 - Несбалансированные диеты, веганство, длительное голодание: для выявления дефицита цинка (Zn), селена (Se), железа (Fe), йода (I).
 - Синдром хронической усталости, астения неясного генеза.
 - Нарушения толерантности к глюкозе, инсулинерезистентность: для оценки статуса хрома (Cr), магния (Mg), цинка (Zn), ванадия (V).
 - Нарушения функции щитовидной железы: для оценки статуса йода (I), селена (Se).
- Профессиональный анамнез:
 - Работники металлургических, гальванических, аккумуляторных производств (Pb, Cd, Ni, Sb).
 - Горнодобывающая промышленность, шахтеры (Be, Al).
 - Стоматологи и зубные техники (Hg, Pd, Pt).
 - Сварщики, литейщики (Mn, Cr, Ni, Fe, V).
 - Сельское хозяйство (использование пестицидов, содержащих As, Cu).
 - Производство стекла и керамики (Ba, Sn).
 - Авиа- и машиностроение (Be).
- Экологический анамнез:
 - Проживание в промышленных регионах.
 - Потребление воды из непроверенных источников (риск высокого содержания As, Al, Ba).

- Употребление в пищу дичи, рыбы из загрязненных водоемов (источники Hg, Cd, Pb).
- Использование традиционной или народной медицины с неконтролируемым составом.
- Проживание в старых домах с свинцовой краской или свинцовыми трубами.
- Мониторинг терапии и специфических состояний:
 - Контроль эффективности хелатной терапии при подтвержденных отравлениях тяжелыми металлами.
 - Длительный гемодиализ: для контроля статуса цинка (Zn), селена (Se), алюминия (Al).
 - Профилактический скрининг риска развития онкологических, нейродегенеративных (болезнь Альцгеймера, Паркинсона) и сердечно-сосудистых заболеваний, в патогенезе которых участвует дисбаланс микроэлементов.

3. Преимущества определения токсичных и эссенциальных микроэлементов методом ИСП-МС

Мультиэлементный анализ: Ключевое преимущество. Метод ИСП-МС позволяет одновременно определить десятки эссенциальных и токсичных элементов в одном образце, что экономит время и биоматериал пациента, обеспечивая комплексную оценку.

Высокая точность и специфичность: Прямое и селективное определение элементов исключает интерференцию и обеспечивает максимально достоверные результаты даже в сложных биологических матрицах.

Чувствительность: Технология позволяет точно измерять следовые концентрации, что критически важно для выявления хронической интоксикации на доклинической стадии и для мониторинга профессиональных рисков.

Измерение эссенциальных и токсичных микроэлементов в моче - отражает скорость выведения элемента из организма. Позволяет оценить как недавнее воздействие, так и общую нагрузку на организм.

- Высокий уровень экскреции элемента даже при нормальном уровне в

крови может указывать на его избыток и активное выведение.

- Эффективность хелатотерапии при отравлении тяжелыми металлами оценивается именно по резкому увеличению их экскреции с мочой после введения хелатора.
- При почечной недостаточности экскреция нарушается, и уровень в моче не отражает реальную нагрузку.
- Концентрация в разовой порции мочи сильно зависит от диуреза. Предпочтительнее использовать суточную мочу, но ее сбор не всегда удобен для пациента.
- Не подходит для всех элементов, например, для алюминия или марганца уровень в моче менее информативен.

4. Chromolab рядом с вами

Мы в **Chromolab** понимаем, что поиск причин хронических гастроэнтерологических заболеваний часто требует выхода за рамки стандартных диагностических алгоритмов. Наша задача — предоставить вам точный инструмент для выявления нутритивного дефицита и токсических воздействий, которые лежат в основе дисфункции ЖКТ и печени. Комплексное определение микроэлементов методом ИСП-МС — это уверенность в том, что ваше диагностическое решение основано на данных, позволяющих подтвердить или исключить "металлический" след в патологии пищеварительной системы.

Для вас это — возможность проведения углубленной дифференциальной диагностики гепатопатий, абдоминальных болевых синдромов и мальабсорбции, а для ваших пациентов — шанс выявить и устраниить скрытую причину хронического недомогания, будь то дефицит жизненно важного цинка или хроническое отравление свинцом.

👉 [Подробнее на сайте:](#)

