

# Токсичные и эссенциальные микроэлементы в практике врача-гастроэнтеролога



**CHROMOLAB**



SCAN ME

+7(495) 369-33-09 | [chromolab.ru](https://chromolab.ru)

## 1. Биологическая роль токсических и эссенциальных микроэлементов

Для врача-гастроэнтеролога понимание баланса микроэлементов критически важно. Желудочно-кишечный тракт является основным путем поступления, всасывания и выведения как эссенциальных, так и токсичных элементов. Нарушение этого хрупкого равновесия лежит в основе многих хронических заболеваний органов пищеварения, а патология ЖКТ, в свою очередь, является частой причиной дефицита жизненно важных нутриентов.

### Ключевые биологические эффекты в гастроэнтерологии:

- Оксидативный стресс и повреждение слизистой: Многие токсичные элементы (Cd, Hg, Pb, As) провоцируют образование свободных радикалов в клетках слизистой оболочки кишечника (энтероцитах), повреждая липиды мембран, белки и ДНК. Это универсальный механизм повреждения, ведущий к апоптозу энтероцитов, повышению проницаемости кишечного барьера ("дырявый кишечник"), хроническому воспалению и канцерогенезу. Также оксидативный стресс способствует прогрессированию фиброза и цирроза печени.
- Мутагенез и канцерогенез: Прямое повреждение ДНК (разрывы, окисление нуклеотидов) и эпигенетические изменения, вызванные токсичными металлами (As, Cd, Cr), предрасполагают к мутациям в клетках слизистой ЖКТ и активации онкогенов, повышая риск колоректального рака, рака пищевода и желудка.
- "Мимикрия" и дефицит: Токсичные элементы часто имитируют эссенциальные (Cd → Zn, As → P). Они занимают их место в активных центрах ферментов, критически важных для пищеварения и метаболизма, нарушая их функцию и вызывая функциональный дефицит жизненно важных нутриентов даже при их адекватном поступлении.
- Нарушение микрофлоры кишечника (микробиоты): Дисбаланс микроэлементов может оказывать селективное давление на микробиоту, подавляя рост полезных бактерий и способствуя размножению патогенных штаммов, что усугубляет воспаление и дисфункцию кишечника.
- **Эссенциальные микроэлементы (краткий обзор):**
  - Цинк (Zn): Кофактор сотен ферментов. Критически важен для

синтеза белка, деления клеток и заживления слизистых оболочек (язвы желудка, эрозии). Недостаток цинка приводит к нарушению барьерной функции кишечника, диарее, потере аппетита (дисгевзия) и синдрому мальабсорбции.

- Железо (Fe): Кислородный транспорт (гемоглобин), клеточное дыхание (цитохромы). Хронические кровопотери при язвенной болезни, ГЭРБ, ВЗК приводят к дефициту. Перегрузка железом (гемохроматоз) напрямую повреждает печень (фиброз, цирроз).
- Селен (Se): Центральный элемент антиоксидантной системы (глутатионпероксидаза). Защищает гепатоциты и клетки кишечника от оксидативного стресса. Дефицит ассоциирован с риском гепатоцеллюлярной карциномы.
- Медь (Cu): Участие в антиоксидантной защите (церулоплазмин, супероксиддисмутаза), синтез коллагена (важен для прочности соединительной ткани, в т.ч. в ЖКТ), метаболизм железа. Нарушение обмена меди (болезнь Вильсона-Коновалова) приводит к ее накоплению в печени и тяжелому поражению (гепатит, цирроз).
- Марганец (Mn): Кофактор ферментов антиоксидантной защиты (Mn-СОД), важен для метаболизма соединительной ткани. Основной путь выведения — с желчью, поэтому при холестазах возможна кумуляция и риск токсичности.
- Молибден (Mo): Участвует в метаболизме пуринов и мочевой кислоты (ксантиноксидаза).
- Кобальт (Co): Входит в состав витамина B12, всасывание которого нарушается при заболеваниях желудка (атрофический гастрит) и тонкой кишки.
- Магний (Mg): Дефицит часто развивается при хронической диарее, синдроме мальабсорбции, приеме ингибиторов протонной помпы (ИПП). Проявляется запорами, мышечными спазмами.

● **Токсичные микроэлементы и их мишени:**

- Свинец (Pb): Классически вызывает "свинцовую колику" — резкие спастические боли в животе, запоры. Ингибирует синтез гема, способствуя анемии.
- Ртуть (Hg): Вызывает тяжелые гастроэнтериты с тошнотой, рвотой, болями в животе. Повреждает слизистую оболочку кишечника.
- Кадмий (Cd): Мимикрия под цинк, что ведет к нарушению функции цинк-зависимых ферментов в ЖКТ. Накопление в почках усугубляет

электролитные нарушения.

- Алюминий (Al): При приеме антацидов, содержащих алюминий, может усугублять запоры. При почечной недостаточности накапливается, оказывая системное токсическое действие.
- Мышьяк (As): Замещает фосфор в биохимических реакциях. Острое отравление вызывает профузную диарею, рвоту, боли в животе (картина напоминает холеру). Хроническое отравление приводит к гастроэнтериту, поражению печени (портальный фиброз, цирроз) и кожи (гиперкератоз, гипер- или гипопигментация).
- Никель (Ni): Частый причинный аллерген при контактном дерматите. Может обострять течение атопического дерматита и, возможно, воспалительных заболеваний кишечника у сенсibilизированных лиц.
- Висмут (Bi): Нейротоксичен, может вызывать тяжелые гастроэнтериты. Препараты висмута используются в гастроэнтерологии (например, для эрадикации *H. pylori*), но при передозировке токсичны.
- Олово (Sn): Неорганическое олово при высоких дозах вызывает желудочно-кишечные расстройства (тошнота, рвота, диарея).

## **2. Исследование уровня токсичных и эссенциальных микроэлементов показано:**

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

- Наличие клинических симптомов, позволяющих заподозрить дефицит эссенциальных или интоксикацию токсичными элементами
- Желудочно-кишечные расстройства неясного генеза:
  - Рецидивирующие колики, необъяснимые боли в животе, запоры: классический симптом хронической свинцовой (Pb) колики.
  - Тошнота, рвота, диарея: острые симптомы отравления мышьяком (As), ртутью (Hg), селеном (Se) (диарея с запахом чеснока).
  - Синдром мальабсорбции, хроническая диарея: требуют оценки статуса цинка (Zn), меди (Cu), селена (Se), магния (Mg).
  - Нарушения вкуса (дисгевзия) и аппетита: частый признак дефицита цинка (Zn).
- Гепатобилиарная патология:

- Повышение печеночных трансаминаз, гепатомегалия, гепатит или цирроз неясной этиологии: для исключения перегрузки железом (Fe) (гемохроматоз), медью (Cu) (болезнь Вильсона), а также токсического действия мышьяка (As), ртути (Hg), винилхлорида.
- Фиброз печени: хроническое воздействие мышьяка (As) является установленной причиной портального фиброза и портальной гипертензии.
- Желчнокаменная болезнь: нарушения метаболизма холестерина и билирубина могут быть связаны с дисбалансом микроэлементов.
- Патология поджелудочной железы:
  - Сахарный диабет, нарушения толерантности к глюкозе: для оценки статуса хрома (Cr), ванадия (V), цинка (Zn), магния (Mg).
- Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК) и целиакия:
  - Для оценки нутритивного статуса и выявления дефицита цинка (Zn), железа (Fe), селена (Se), меди (Cu), вызванного мальабсорбцией и хроническим воспалением.
  - Для мониторинга эффективности нутритивной поддержки.
- Оценка нутритивного статуса и метаболических нарушений
  - Пациенты на длительном приеме диуретиков (особенно петлевых): для мониторинга и коррекции дефицита калия (K), магния (Mg), цинка (Zn).
  - Состояния мальабсорбции (болезнь Крона, целиакия, состояние после бариатрических операций): для оценки и коррекции дефицита цинка (Zn), меди (Cu), селена (Se), хрома (Cr) и др.
  - Парентеральное питание: для регулярного мониторинга и предупреждения как дефицита, так и перегрузки микроэлементами (напр., марганца (Mn), который выводится через желчь).
  - Несбалансированные диеты, веганство, длительное голодание: для выявления дефицита цинка (Zn), железа (Fe), селена (Se), йода (I).
  - Нарушения толерантности к глюкозе, инсулинорезистентность: для оценки статуса хрома (Cr), ванадия (V), магния (Mg), цинка (Zn).
- Профессиональный анамнез:
  - Работники металлургических, гальванических, аккумуляторных производств (Pb, Cd, Ni).
  - Горнодобывающая промышленность, шахтеры.
  - Стоматологи и зубные техники (Hg, Pd).

- Сварщики, литейщики (Mn, Cr, Ni).
- Производство электроники (Ga, Ge, Be, Sb).
- Сельское хозяйство (использование пестицидов, содержащих As, Cu).
- Экологический анамнез:
  - Проживание в промышленных регионах.
  - Потребление воды из непроверенных источников (риск высокого содержания As, Al).
  - 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 терапии препаратами лития для поддержания его уровня в терапевтическом окне и профилактики нефротоксичности.
  - Контроль эффективности хелатной терапии при подтвержденных отравлениях тяжелыми металлами.
  - Длительный гемодиализ: для предупреждения накопления алюминия (Al) и контроля статуса цинка (Zn), селена (Se).
  - Профилактический скрининг риска развития сердечно-сосудистых заболеваний, в патогенезе которых участвует дисбаланс микроэлементов.

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

Мультиэлементный анализ: Метод ИСП-МС позволяет одновременно определить несколько десятков 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 крови** - отражает текущий уровень воздействия или статуса элемента. Показывает концентрацию элемента, циркулирующую в системном кровотоке на момент забора.

- Наиболее информативен при подозрении на острое отравление (например, свинцом, ртутью, мышьяком). Уровень в крови напрямую коррелирует с острой токсичностью.
- Наиболее стандартизированный метод с хорошо установленными референсными значениями.
- Незаменим для контроля концентрации лекарственных препаратов на основе микроэлементов в крови, где необходимо соблюдение узкого терапевтического окна.
- Не подходит для оценки хронического воздействия, так как многие элементы быстро выводятся из крови и депонируются в тканях (например, кадмий в почках).

**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.

**Измерение эссенциальных и токсичных микроэлементов в волосах** -

отражает долгосрочное, хроническое воздействие (от 1 до 3 месяцев и более). Элементы инкорпорируются в растущий волос из крови в процессе кератинизации.

- Волосы предоставляют уникальную информацию о среднесрочном воздействии, действуя как пассивный накопитель. Позволяют ретроспективно оценить воздействие токсичных металлов.
- Забор образца прост, не требует медицинского персонала и не вызывает дискомфорта у пациента. Образец легко хранить и транспортировать.
- Концентрация элементов в волосах стабильна и не меняется в течение дня, в отличие от крови и мочи.
- Полезен для оценки долгосрочного статуса таких элементов, как цинк, селен, медь.
- Волосы могут загрязняться от шампуней, краски для волос, пыли, воды в бассейне (медь), средств от перхоти (селен). Требуется строгий протокол мытья перед анализом.
- Скорость роста, цвет, текстура волос могут влиять на накопление элементов.

#### 4. Chromolab рядом с вами

В современной гастроэнтерологической практике все чаще встречаются случаи, где причина хронической диспепсии, синдрома мальабсорбции, гепатопатии или энтеропатии кроется в дисбалансе микроэлементов. Наша задача в **Chromolab** — предоставить вам надежный диагностический инструмент, который позволит за одним исследованием оценить как риски интоксикации, так и статус жизненно важных нутриентов, дефицит которых часто сопровождает патологию ЖКТ.

Комплексный анализ микроэлементов методом ИСП-МС — это уверенность в том, что ваше диагностическое решение основано на безупречных данных. Это возможность провести углубленную дифференциальную диагностику между алиментарным дефицитом, мальабсорбцией и хронической интоксикацией, выявить скрытые причины заболеваний и предотвратить их прогрессирование. Мы всегда готовы к оперативному сотрудничеству и консультациям по интерпретации результатов. Для вас — это расширение диагностических возможностей и путь к персонализированной коррекции нутритивного статуса, а для ваших пациентов — шанс вернуть здоровье и улучшить качество жизни.

👉 [Подробнее на сайте](#)

👉 [Подробнее на сайте](#)

👉 [Подробнее на сайте](#)