

# 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 является ключевым звеном в патогенезе широкого спектра заболеваний — от функциональных расстройств до цирроза и новообразований. Желудочно-кишечный тракт — это главные ворота поступления как эссенциальных, так и токсичных элементов, и одновременно — орган-мишень для их повреждающего действия.

### 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, 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:**
  - 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-синтетеза.
  - Основной путь выведения — желчь. При холестазах и билиарном циррозе происходит накопление марганца в организме, что может усугублять течение болезни.
- Медь (Cu):
  - Критически важна, при избытке - 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 (ингибирование 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.
- Ртуть (Hg):
  - Высокоаффинно связывается с тиольными (-SH) группами ферментов, инактивируя их.
  - Замещает селен в селенопротеинах (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 фиброобразования в печени.
  - Избыток сам вызывает токсический гепатит.
- Серебро (Ag):
  - Связывается с сульфгидрильными группами, нарушая функцию ферментов и транспортных белков (в том числе гемоглобина).
- 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 ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ), 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 в плазме крови показано в следующих клинических ситуациях:

- Необъяснимые диспепсические явления: тошнота, рвота, металлический привкус во рту (дисгевзия), анорексия.
- Подозреваемые элементы: Zn, Pb, Cu, As, Hg.
- Абдоминальные боли:
  - Свинцовая колика (Pb).
  - Рецидивирующие спастические боли (Pb, As).
  - Нарушения моторики кишечника: хронические запоры (Pb) или диарея (As, Mg).
- Воспалительные заболевания кишечника (ВЗК): для оценки нутритивного статуса и антиоксидантного резерва (Zn, Se, Cu).
- Поражение печени:
  - Необъяснимые повышения трансаминаз, гепатомегалия.
  - Гепатит, цирроз печени неясной этиологии (исключить Болезнь Вильсона - Cu, гемохроматоз - Fe).
  - Фульминантная печеночная недостаточность.
  - Подозреваемые элементы: Cu (избыток), Se (избыток), As, Mn, Fe.
- Поражение поджелудочной железы: панкреатит неясной этиологии.
- 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) 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), селена (Se).
- Синдром хронической усталости, астения неясного генеза.
- Нарушения толерантности к глюкозе, инсулинорезистентность: для оценки статуса хрома (Cr), магния (Mg), цинка (Zn).
- Профессиональный анамнез:
  - Работники металлургических, гальванических, аккумуляторных производств (Pb, Cd, Ni).
  - Горнодобывающая промышленность, шахтеры.
  - Стоматологи и зубные техники (Hg).
  - Сварщики, литейщики (Mn, Cr, Ni).
  - Сельское хозяйство (использование пестицидов, содержащих As, Cu).
- Экологический анамнез:
  - Проживание в промышленных регионах.
  - Потребление воды из непроверенных источников (риск высокого содержания As).
  - 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 контроля статуса цинка (Zn), селена (Se).
  - 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: Метод ИСП-МС позволяет одновременно определить десятки 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 отбора образца.

- 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).

### 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 "элементный" 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 устранить скрытую причину хронического недомогания, будь то дефицит жизненно важного цинка или хроническое отравление свинцом.

 [Подробнее на сайте](#)