

# Токсичные и эссенциальные микроэлементы в практике врача-уролога



**CHROMOLAB**



SCAN ME

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

## 1. Биологическая роль токсических и эссенциальных микроэлементов

Для врача-уролога понимание баланса микроэлементов критически важно. Репродуктивная и мочевыделительная системы чрезвычайно чувствительны как к дефициту эссенциальных элементов, так и к токсическому воздействию тяжелых металлов. Нарушение этого хрупкого равновесия лежит в основе широкого спектра заболеваний.

### Ключевые биологические эффекты в урологии:

- Оксидативный стресс и дисфункция эндокринных клеток: Многие токсичные элементы (Cd, Hg, Pb, As) провоцируют образование свободных радикалов, повреждающих мембраны бета-клеток поджелудочной железы, тироцитов, клеток Лейдига и стероидогенные ткани. Это универсальный механизм повреждения, ведущий к апоптозу клеток, нарушению синтеза гормонов и периферической гормональной резистентности.
- Эндокринные нарушения: Токсичные элементы способны имитировать или блокировать действие естественных гормонов, взаимодействуя с их рецепторами (например, с рецепторами эстрогенов, андрогенов, тиреоидных гормонов). Они нарушают работу гипоталамо-гипофизарной оси, синтез, транспорт и метаболизм гормонов.
- "Мимикрия" и дефицит: Токсичные элементы часто имитируют эссенциальные (Cd → Zn, As → Se, Cr → Fe). Они занимают их место в активных центрах ферментов, участвующих в гормоногенезе (например, дейодиназ щитовидной железы), нарушая метаболизм и вызывая функциональный дефицит жизненно важных нутриентов даже при их нормальном поступлении.
- Нарушение метаболизма глюкозы и липидов: Дисбаланс таких элементов, как хром, ванадий, цинк и магний, напрямую влияет на чувствительность тканей к инсулину, утилизацию глюкозы и липогенез, играя ключевую роль в патогенезе сахарного диабета 2-го типа и метаболического синдрома.
- Эссенциальные микроэлементы (краткий обзор):
  - Цинк (Zn): Ключевой элемент мужской репродукции. Концентрируется в предстательной железе и сперматозоидах.

Участвует в синтезе тестостерона (кофактор ферментов стероидогенеза), стабилизации мембран сперматозоидов, процессе акросомальной реакции. Дефицит цинка приводит к олигоспермии, снижению подвижности сперматозоидов, гипогонадизму и повышает риск заболеваний простаты.

- Селен (Se): Центральный элемент антиоксидантной защиты (глутатионпероксидазы). Входит в состав специфического белка сперматозоидов — фосфолиппротеина глутатионпероксидазы, который стабилизирует митохондриальную оболочку в средней части сперматозоида. Дефицит селена приводит к нарушению подвижности сперматозоидов и их морфологии.
- Марганец (Mn): Кофактор ферментов антиоксидантной защиты (Mn-СОД). Участвует в процессах энергетического обмена, важных для подвижности сперматозоидов.
- Медь (Cu): Участие в антиоксидантной защите (Cu/Zn-супероксиддисмутаза). Избыток меди ассоциирован со снижением подвижности сперматозоидов и окислительным повреждением.
- Магний (Mg): Участвует в сотнях ферментативных реакций, включая синтез белка и нуклеиновых кислот. Необходим для подвижности сперматозоидов.
- Кобальт (Co): Входит в состав витамина В12, дефицит которого может влиять на сперматогенез.
- Токсичные микроэлементы и их мишени:
  - Кадмий (Cd): Мощный эндокринный дизраптор и тестикулярный токсин. Накапливается в яичках и предстательной железе. Вызывает некроз клеток Лейдига, подавляет синтез тестостерона, повреждает гемато-тестикулярный барьер. Ассоциирован с олигоспермией, снижением подвижности сперматозоидов, эректильной дисфункцией и является фактором риска рака предстательной железы.
  - Свинец (Pb): Нарушает гормональный баланс, снижая уровень ЛГ, ФСГ и тестостерона. Прямо повреждает семенные каналцы, нарушает сперматогенез, приводит к астенозооспермии и тератозооспермии. Свинец легко проникает через гемато-тестикулярный барьер и накапливается в сперматозоидах, вызывая фрагментацию ДНК.

- Ртуть (Hg): Обладает выраженным апоптотическим действием на герминативные клетки. Нарушает синтез тестостерона, повреждает ДНК сперматозоидов, снижает их концентрацию и подвижность.
- Мышьяк (As): Индуцирует оксидативный стресс в тестикулярной ткани, подавляет стероидогенез, приводит к нарушению сперматогенеза и снижению фертильности.
- Алюминий (Al): Может накапливаться в яичках, оказывая токсическое действие на сперматогенный эпителий.
- Другие микроэлементы:
  - Бор (B): Участвует в метаболизме костной ткани и стероидных гормонов (влияет на уровни эстрадиола и тестостерона).
  - Ванадий (V): Участвует в метаболизме липидов и углеводов, имитирует действие инсулина, активируя инсулиновые рецепторы и нижележащие сигнальные каскады.

## **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
- Нарушения репродуктивной функции (мужское бесплодие):
  - Идиопатическое бесплодие: При отсутствии явных причин (варикоцеле, обструкция, генетические аномалии) для исключения токсической нагрузки.
  - Олигоспермия, астенозооспермия, тератозооспермия: Стойкие нарушения параметров спермограммы, особенно резистентные к терапии.
  - Повышенный уровень фрагментации ДНК сперматозоидов: Прямое показание для исключения оксидативного стресса, вызванного тяжелыми металлами (Pb, Hg, Cd)
  - Неудачи программ ВРТ (ЭКО/ИКСИ): Для выявления скрытых факторов, снижающих качество эмбрионов.
- Эндокринные нарушения:
  - Мужской гипогонадизм (особенно нормогонадотропный): Снижение либидо, эректильная дисфункция, мышечная слабость

для исключения ингибирующего действия кадмия (Cd) и свинца (Pb) на синтез тестостерона.

- Задержка полового развития у подростков.
- Заболевания предстательной железы:
  - Хронический простатит / синдром хронической тазовой боли: Для оценки статуса цинка (Zn) и исключения хронической интоксикации кадмием (Cd).
  - Доброкачественная гиперплазия предстательной железы (ДГПЖ) и рак простаты: Для оценки роли кадмия (Cd) как эндокринного дизраптора и канцерогена, особенно у пациентов с профессиональными рисками.
- 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: Ключевое преимущество. 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.
- Волосы могут загрязняться от шампуней, краски для волос, пыли, воды в бассейне (медь), средств от перхоти (селен). Требуется строгого протокола мытья перед анализом.
- Скорость роста, цвет, текстура волос могут влиять на накопление элементов.

## 4. Chromolab рядом с вами

В современной урологической практике все чаще встречаются случаи идиопатического бесплодия, где причина кроется в хроническом дисбалансе микроэлементов. Наша задача в **Chromolab** — предоставить вам надежный диагностический инструмент, который позволит за одним исследованием оценить как риски репродуктивной токсичности, так и статус жизненно важных для фертильности нутриентов.

Комплексный анализ микроэлементов в сперме и крови методом ИСП-МС — это уверенность в том, что ваше диагностическое решение основано на безупречных данных. Это возможность перейти от диагноза "идиопатическое бесплодие" к выявлению конкретной, поддающейся коррекции причины. Мы всегда готовы к оперативному сотрудничеству и консультациям по интерпретации результатов. Для вас — это расширение диагностических возможностей и путь к патогенетической терапии, а для ваших пациентов — реальный шанс восстановить репродуктивное здоровье.

 [Подробнее на сайте](#)

 [Подробнее на сайте](#)

 [Подробнее на сайте](#)



