# Токсичные и эссенциальные микроэлементы в практике врача-уролога

CHROMOLAB

SCAN ME

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

## 1. Биологическая роль токсических и эссенциальных микроэлементов

Для врача-уролога-андролога оценка баланса микроэлементов важна для понимания патогенеза многих заболеваний мочеполовой системы и нарушений репродуктивной функции у мужчин. Дисбаланс эссенциальных и токсичных элементов лежит в основе нарушения сперматогенеза, дисфункции предстательной железы, развития мочекаменной болезни, почечной недостаточности и эректильной дисфункции.

📌 **Ключевые биологические эффекты в урологии:**

- Нарушение сперматогенеза и стероидогенеза: Цинк, селен и марганец являются критически важными кофакторами ферментов, участвующих в синтезе тестостерона, делении и дифференцировке клеток герминативного эпителия, а также в формировании и защите сперматозоидов.
- Оксидативный стресс и повреждение половых клеток: Токсичные металлы (кадмий, свинец, ртуть) генерируют свободные радикалы, вызывая перекисное окисление липидов мембран сперматозоидов, фрагментацию ДНК и апоптоз половых клеток, что напрямую снижает фертильность.
- Дисфункция предстательной железы: Цинк накапливается в простате и необходим для поддержания ее структурной целостности, антибактериальной активности секрета и метаболизма тестостерона. Дисбаланс цинка и кадмия ассоциирован с развитием хронического простатита и доброкачественной гиперплазии предстательной железы (ДГПЖ).
- Нефротоксичность и риск мочекаменной болезни: Токсичные металлы (кадмий, свинец, ртуть) избирательно накапливаются в почечной ткани, вызывая повреждение канальцев и клубочков, что может привести к хронической болезни почек (ХБП). Нарушение метаболизма кальция, магния и фосфатов на фоне интоксикации способствует литогенезу.
- Эндотелиальная дисфункция: Хроническое воздействие токсичных металлов повреждает эндотелий сосудов, нарушая механизм вазодилатации. Это является одной из ключевых причин сосудистой эректильной дисфункции.

- **Эффекты отдельных микроэлементов:**
    - Алюминий (Al):
        - Уменьшает уровень ФСГ, ЛГ и тестостерона в крови, нарушая созревание сперматоцитов.
    - Кадмий (Cd):
        - Снижает активность и экспрессию белков стероидогенеза, нарушает дифференцировку зависимых от половых гормонов клеток и уменьшает уровень тестостерона в крови.
    - Кобальт (Co):
        - Входит в состав витамина B12, необходимого для делящихся клеток, в том числе половых.
        - Вызывает оксидантный стресс в клетках ткани семенников, снижая качество сперматоцитов и продукцию тестостерона.
    - Магний (Mg):
        - Участвует в регуляции тонуса гладкой мускулатуры сосудов и кавернозных тел. Его дефицит может усугублять сосудистую компоненту эректильной дисфункции.
        - Магний предотвращает образование кальциевых оксалатных камней. Однако и сам может образовывать камни.
    - Марганец (Mn):
        - Необходим для активности ферментов, участвующих в синтезе холестерина – предшественника стероидных гормонов, включая тестостерон.
    - Медь (Cu):
        - Необходима для работы цитохром-с-оксидазы (дыхательная цепь), антиоксидантных ферментов (Cu/Zn-супероксиддисмутаза), дофамин бета-гидроксилазы (при дефиците может нарушаться релиз гормонов гипофиза).
        - Избыток вызывает оксидативный стресс, нарушение гемато-тестикулярного барьера и ухудшение качества сперматоцитов.
    - Молибден (Mo):
        - Является кофактором сульфитоксидазы, альдегид оксидазы и ксантин дегидрогеназы. Дефицит приводит к накоплению токсичных метаболитов, в том числе в половых клетках.
    - Мышьяк (As):
        - Вызывает системную эндотелиальную дисфункцию, что

ухудшает кровенаполнение пещеристых тел и является причиной сосудистой ЭД.
        - Проявляет нефротоксичность, может быть причиной тубулорексиса и индуцировать канцерогенез в уротелии.
    - Никель (Ni):
        - Вызывает оксидативный стресс, дефицит цинка и нарушение баланса гормонов оси гипоталамус-гипофиз-семенники.
    - Ртуть (Hg):
        - Ртуть связывается с сульфогруппами 3β-HSD (3 бета гидроксистероиддегидрогеназы), 17β-HSD (17 бета гидроксистероиддегидрогеназы), 21α-гидролазы и ароматазы. Тем самым нарушает синтез стероидных гормонов.
    - Свинец (Pb):
        - Снижает уровень рецепторов дофамина в гипофизе, активируя выработку пролактина. Уменьшает уровень ФСГ (фолликулостимулирующий гормон) и стероидогенез, тем самым снижая функцию яичек и выработку сперматозиодов.
        - Является нефротоксином, способствующий развитию интерстициального нефрита и гипертензии, которая усугубляет почечную дисфункцию и эректильную дисфункцию.
    - Селен (Se):
        - Входит в состав глутатионпероксидазы – мощного антиоксиданта, защищающего сперматозоиды и клетки Лейдига от оксидативного стресса.
        - Селенопротеины содержатся также в оболочке сперматозоидов. Дефицит селена приводит к нарушению морфологии и подвижности сперматозоидов, а в тяжелых случаях – к бесплодию.
    - Таллий (Tl):
        - Вызывает оксидативный стресс и вакуолизацию в клетках Сертоли, регулирующих сперматогенез. А значит, снижает качество спермы.
    - Хром (Cr):
        - Необходим для поддержания чувствительности к инсулину, его недостаток приводит к инсулинорезистентности. Инсулинорезистентность является звеном патогенеза

метаболического синдрома, увеличивающего сердечно-сосудистый риск.
        - 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):
        - Концентрируется в предстательной железе и семенной жидкости. Необходим для активности более 300 ферментов, включая ДНК- и РНК-полимеразы, критичных для деления клеток при сперматогенезе.
        - Участвует в синтезе тестостерона (кофактор ферментов стероидогенеза) и стабилизации мембран сперматозоидов.
        - Обладает антибактериальными свойствами в секрете простаты. Его дефицит напрямую коррелирует с олигоспермией, снижением подвижности сперматозоидов и гипотрофией половых органов.

## 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.
- Нефрологическая симптоматика:
    - Хроническая болезнь почек (ХБП) неясного генеза, особенно при отсутствии гипертензии и диабета.
    - Подозреваемые элементы: Cd, Pb, Hg, As, Cr, Si.
    - Протеинурия, особенно низкомолекулярная (канальцевая):
    - Подозреваемые элементы: Cd, Hg, Pb.
    - Синдром Фанкони (глюкозурия, аминоацидурия, фосфатурия):
    - Подозреваемые элементы: Cd, Pb, Hg, As, Cr, Si.
    - Почечный канальцевый ацидоз.
    - Гиперурикемия и подагра, особенно при отсутствии типичных

факторов риска:
    - Подозреваемые элементы: Pb.
- Мочекаменная болезнь (МКБ):
    - Рецидивирующее камнеобразование, особенно при наличии камней смешанного или редкого состава.
    - Для выявления метаболических нарушений, ассоциированных с дисбалансом микроэлементов.
- Онкоурологические заболевания:
    - Рак мочевого пузыря, почки, предстательной железы — для оценки роли профессиональных или экологических канцерогенов в патогенезе заболевания.
    - Подозреваемые элементы: As, Cd, Pb, Cr, Ni.
- Нарушения мужской репродуктивной функции:
    - Мужское бесплодие (олиго-, астено-, тератозооспермия):
    - Подозреваемые элементы: Pb, Cd, Hg, As, Al.
    - Эректильная дисфункция.
    - Гипогонадизм.
- Дизурические явления и нарушения мочеиспускания:
    - Хронический цистит, интерстициальный цистит при отсутствии инфекционной причины.
    - Нейрогенная дисфункция мочевого пузыря (при подозрении на токсическую нейропатию).
- 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, инсулинорезистентность: 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: 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 современная андрология и урология требуют углубленного поиска причин репродуктивных нарушений и дисфункции мочеполовой системы. Наша задача — предоставить вам точный инструмент для выявления экзогенных и нутритивных факторов риска, которые часто остаются за рамками стандартного обследования. Комплексное определение микроэлементов методом ИСП-МС — это уверенность в том, что ваше диагностическое решение основано на безупречных данных, позволяющих подтвердить токсическую или дефицитарную природу заболевания.

Для вас это — возможность проведения углубленной дифференциальной диагностики идиопатического бесплодия, эректильной дисфункции и хронического простатита, а для ваших пациентов — шанс выявить и устранить скрытую причину заболевания, восстановить репродуктивную функцию и предотвратить необратимое повреждение почек и половых желез.

👉 Подробнее на сайте: