

Токсичные и эссенциальные микроэлементы в практике врача акушера-гинеколога



CHROMOLAB



SCAN ME

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

1. Биологическая роль токсических и эссенциальных микроэлементов

Для врача акушера-гинеколога понимание баланса микроэлементов является критически важным компонентом патогенеза широкого спектра заболеваний: от нарушений менструальной функции и бесплодия до осложнений беременности и гинекологической онкологии. Дисбаланс эссенциальных и токсичных элементов лежит в основе дисфункции яичников, патологии эндометрия, невынашивания беременности, аномалий развития плода и канцерогенеза.

Ключевые биологические эффекты в гинекологии:

- Нарушение овариальной функции и стероидогенеза: Цинк, селен и марганец являются кофакторами ключевых ферментов, участвующих в синтезе и метаболизме половых гормонов (эстрогенов, прогестерона), процессах фолликулогенеза и овуляции. Их дефицит нарушает регулярность цикла и снижает овариальный резерв.
- Оксидативный стресс и повреждение ооцитов: Токсичные металлы (кадмий, свинец, ртуть) индуцируют генерацию свободных радикалов, вызывая повреждение мембран ооцитов, фрагментацию ДНК и апоптоз клеток гранулемы. Это напрямую снижает качество ооцитов, fertильность и повышает риск ранних потерь беременности.
- Дисфункция эндометрия и рецептивность: Цинк и селен критически важны для процессов имплантации, децидуализации и формирования плаценты. Токсичные металлы (например, кадмий) накапливаются в эндометрии, нарушая его рецептивность и увеличивая риск неудач ЭКО.
- Эндокринные нарушения: Токсичные элементы (свинец, кадмий, ртуть) нарушают работу оси гипоталамус-гипофиз-яичники, модулируя секрецию гонадотропинов и прямо угнетая синтез стероидных гормонов в яичниках.
- Эндотелиальная дисфункция и гестационные осложнения: Хроническое воздействие токсичных металлов повреждает сосудистый эндотелий. Это лежит в основе патогенеза преэклампсии, задержки роста плода (ЗРП) и преждевременных родов.
- Эффекты отдельных микроэлементов:
 - Алюминий (Al):

- Снижает экспрессию рецепторов к эстрогенам, уменьшает уровень 17-гидроксипрогестерона и кортизола в крови.
- Ингибитирует кальмодулин зависимую $\text{Ca}^{2+}/\text{Mg}^{2+}$ АТФазу и задерживает закрытие Ca потенциалзависимых каналов. Это вызывает повышение кальция в миоцитах и повышение тонуса миометрия.

- Йод (I):

- Жизненно необходим для синтеза тиреоидных гормонов, которые регулируют метаболизм всех клеток, включая клетки репродуктивной системы.
- Дефицит у беременной приводит к необратимому нарушению нейропсихологического развития плода (кетотинизму), повышает риск выкидыша, мертворождения.
- Даже легкий дефицит у матери может снизить интеллектуальный потенциал ребенка.

- Железо (Fe):

- Дефицит приводит к анемии, которая является частой причиной хронической ановуляции, бесплодия, а также повышает риск материнской и перинатальной смертности, преждевременных родов, рождения детей с низкой массой тела.

- Кадмий (Cd):

- Нарушает баланс половых гормонов, вызывает дислипидемию и инсулинерезистентность, приводя к СПКЯ.
- Имеет эстроген-подобные эффекты, увеличивает толщину эндометрия. Однако в высоких дозах вызывает, наоборот, атрофию.

- Кобальт (Co):

- Входит в состав витамина B12, необходимого для делящихся клеток, в том числе половых и клеток плода. Дефицит также вызывает мегалобластную анемию, негативно сказывающуюся на течении беременности.
- Вызывает оксидантный стресс в клетках ооцитов и эндотелиальную дисфункцию.

- Магний (Mg):

- Участвует в регуляции тонуса гладкой мускулатуры матки. Его дефицит ассоциирован с повышенным риском гипертонуса и

преждевременных родов. Необходим для контроля гестационной гипертензии.

- Марганец (Mn):
 - Необходим для активности ферментов, участвующих в синтезе холестерина – предшественника стероидных гормонов, включая эстрогены и гестагены.
- 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 фолликулогенеза и овуляции.
- Молибден (Mo):
 - Является кофактором сульфитоксидазы, альдегид оксидазы и ксантина дегидрогеназы. Дефицит приводит к накоплению токсичных метаболитов, в том числе в половых клетках.
 - Избыток активирует матриксные металлопротеиназы и уменьшает количество их тканевых ингибиторов, ухудшая рецептивность эндометрия.
- Мышьяк (As):
 - Вызывает системную эндотелиальную дисфункцию, ассоциирован с риском выкидышей, мертворождений и гестационного диабета. Проявляет тератогенный эффект.
- Никель (Ni):
 - Может индуцировать оксидативный стресс в ткани эндокринных органов, также стимулировать TLR (Toll-подобные рецепторы), вызывая выработку провоспалительных цитокинов. Нарушает баланс гормонов оси гипоталамус - гипофиз - яичники.
- Ртуть (Hg):
 - Ртуть связывается с сульфогруппами 3β -HSD (3 бета гидрокистероиддегидрогеназы), 17β -HSD (17 бета гидрокистероиддегидрогеназы), 21α -гидролазы и ароматазы. Тем самым нарушает синтез стероидных гормонов и приводит к нарушениям менструального цикла и бесплодию.
 - Ртуть нарушает метаболизм кальция в клетках миометрия и

провоцирует более сильное сокращение и больший тонус.

○ Свинец (Pb):

- Снижает уровень рецепторов дофамина в гипофизе, активируя выработку пролактина. Уменьшает уровень ФСГ (фолликулостимулирующий гормон) и нарушает стероидогенез. Вследствие этого развиваются нарушения менструального цикла.
- Активирует GSK-3β (киназу гликогенсинтазы), тем самым индуцируя инсулинерезистентность и усугубляя состояние здоровья женщин при СПКЯ.

○ Селен (Se):

- Входит в состав глутатионпероксидазы – мощного антиоксиданта, защищающего ооциты и клетки гранулезы. Критически важен для функции щитовидной железы во время беременности. Дефицит ассоциирован с синдромом поликистозных яичников (СПКЯ), невынашиванием и преэклампсией.

○ Таллий (Tl):

- Вызывает оксидативный стресс в ооцитах матери и клетках плода. Ассоциирован с осложненным течением беременности и пороками развития.

○ Серебро (Ag):

- Связывается с сульфидильными группами, нарушая функцию ферментов и транспортных белков (в том числе гемоглобина).
- Основное проявление – аргирия – сине-серая пигментация кожи и слизистых.

○ Хром (Cr):

- Необходим для поддержания чувствительности к инсулину. Его недостаток усугубляет инсулинерезистентность, являющуюся ключевым звеном патогенеза СПКЯ.
- 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):

- Участвует в процессе мейоза и созревания ооцитов, делении

зиготы и эмбриогенезе. Регулирует тысячи генов через цинк-зависимые транскрипционные факторы. Дефицит цинка – причина ановуляции, невынашивания беременности и пороков развития нервной трубы у плода.

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.
- Нарушения репродуктивной функции и менструального цикла:
 - Бесплодие неясного генеза (особенно при неудачных попытках ВРТ). Подозреваемые элементы: Se, Zn, I (дефицит); Cd, Pb, Hg, As (избыток).
 - Синдром поликистозных яичников (СПКЯ), резистентный к стандартной терапии. Подозреваемые элементы: Mg, Zn, Cr (дефицит); Cd (избыток).
 - Эндометриоз. Подозреваемые элементы: Cd (избыток).
 - Нарушения менструального цикла (олиго-, аменорея, дисфункциональные маточные кровотечения).
 - Преждевременная яичниковая недостаточность.
- Невынашивание беременности и осложнения гестации:
 - Привычное невынашивание беременности (два и более выкидыша в анамнезе).
 - Подозреваемые элементы: Se, Zn, I (дефицит); Pb, Cd, Hg, As (избыток).
 - Подготовка к беременности (прегравидарная подготовка), особенно у женщин из групп риска.
 - Презклампсия, задержка роста плода (ЗРП) в анамнезе или при текущей беременности.
 - Подозреваемые элементы: Se, Zn, Mg (дефицит); Pb, Cd (избыток).
 - Преждевременные роды в анамнезе.
- Патология щитовидной железы и аутоиммунные процессы:
 - Аутоиммунный тиреоидит (АИТ), гипотиреоз – для оценки статуса

селена (Se) и йода (I).

- Аутоиммунные заболевания (например, антифосфолипидный синдром) в сочетании с акушерской патологией.
- Онкогинекологические заболевания:
 - Рак эндометрия, яичников, шейки матки – для оценки возможной роли хронической интоксикации как фактора риска.
 - Подозреваемые элементы: As, Cd, Ni, Cr.
- Оценка нутритивного статуса и метаболических нарушений:
 - Состояния мальабсорбции (болезнь Крона, целиакия, состояние после бariatрических 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 современная гинекология и репродуктология требуют углубленного поиска причин нарушений, которые часто остаются за рамками стандартного обследования. Наша задача — предоставить вам точный инструмент для выявления экзогенных и нутритивных факторов риска. 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, невынашивания беременности, СПКЯ и эндометриоза. А для ваших пациенток — шанс выявить и устраниить скрытую причину заболевания, повысить шансы на рождение здорового ребенка и сохранить долгосрочное репродуктивное здоровье.

 [Подробнее на сайте:](#)

