

Исследование ТМА и ТМАО в практике врача-терапевта



CHROMOLAB



SCAN ME

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

1. Биологическая роль ТМА и ТМАО

ТМА (триметиламин) и ТМАО (триметиламин-N-оксид) - метаболиты кишечной микробиоты, одни из наиболее перспективных и информативных лабораторных маркеров, которые не только отражают характер ферментации пищевых субстратов, но и помогают оценить состояние многих метаболических процессов, обеспечивая врачу-терапевту доступ к новым диагностическим возможностям.

Биологическое значение:

ТМА продуцируется кишечной микробиотой при расщеплении пищевых компонентов (холина, фосфатидилхолина, L-карнитина, бетаина), содержащихся преимущественно в продуктах животного происхождения: красном мясе, яйцах, молочных продуктах, рыбе. В печени ТМА превращается в ТМАО с участием фермента FMO3 (флавин-содержащей монооксигеназы-3). Выведение ТМАО осуществляется преимущественно почками. Соотношение ТМА/ТМАО отражает баланс между микробной ферментацией и печёночной конверсией.

ТМА и ТМАО отражают взаимодействие рациона, кишечной микробиоты, печени и почек, а также состояние липидного и углеводного обмена.

- ТМА - продукт активности ферментов кишечной микробиоты, расщепляющих холин, фосфатидилхолин, L-карнитин и бетаин. Его концентрация повышается при дисбиозе, СИБР, нарушениях пищеварения и уменьшается при нормализации микробного состава, являясь индикатором нагрузки на кишечную экосистему.
- Достаточный уровень ТМАО и устойчивое соотношение ТМА/ТМАО отражают сохранную метаболическую функцию печени. Снижение ТМАО при повышенном ТМА может указывать на замедленную конверсию, связанную с генетическими особенностями FMO3, стеатозом, воспалением печени или перегрузкой субстратами.
- ТМАО способен активировать внутриклеточные воспалительные пути, включая NF-κB (универсальный фактор транскрипции), отвечающий за синтез провоспалительных цитокинов, и NLRP3-инфламмасому. Это способствует поддержанию хронического низкоуровневого воспаления и связывает ТМАО с прогрессированием воспалительных и обменных заболеваний, включая стеатогепатит, атеросклероз и хронические метаболические нарушения.
- Участие в формировании инсулинорезистентности (ИР). ТМАО снижает

чувствительность тканей к инсулину за счет активации NF-κB и NLRP3-инфламмасомы, что способствует усилению синтеза провоспалительных цитокинов, которые блокируют передачу сигнала от инсулинового рецептора, угнетают работу инсулиновых рецепторов и способствующих апоптозу β-клеток. ТМАО вызывает повреждение митохондрий и приводит к нарушению утилизации глюкозы клетками, снижению окисления жирных кислот. Рост оксидативного стресса также способствует нарушению клеточного энергетического метаболизма и усилению ИР.

- Влияние на жировой обмен и развитие ожирения. ТМАО участвует в регуляции липидного метаболизма на системном уровне. Основные эффекты: нарушение β-окисления жирных кислот и накопление липидов в печени и висцеральной жировой ткани; усиление липогенеза через влияние на SREBP-1c; дисфункция адипоцитов. Высокий ТМАО ассоциирован с увеличением висцерального жира, что подтверждается данными крупных когортных исследований.
- Участие в патогенезе НАЖБП/НАСГ. Накоплению жиров в печени способствует нарушения транспорта холестерина и липидов, повышение проникновения микробных метаболитов в портальный кровоток (при дисбиозе и нарушении барьера), активация воспалительных путей в печени, усиление оксидативного стресса, который играет важную роль в переходе от стеатоза к стеатогепатиту.
- Усиление тромбообразования. ТМАО влияет на реакцию тромбоцитов, делая их более чувствительными к факторам активации за счет повышения чувствительности рецепторов тромбоцитов к коллагену и тромбину, ускорения внутриклеточного кальциевого ответа, укорочения времени образования тромба, а также повышения устойчивости тромба к фибринолизу.
- Хроническая сердечная недостаточность. ТМАО можно рассматривать как компонент «метаболической нагрузки», увеличивающей стадию и тяжесть ХСН. Снижение СКФ ведёт к накоплению ТМАО, что ухудшает эндотелиальную функцию, усиливает вазоконстрикцию, воспаление и ремоделирование сосудов, влияет на миокардиальную энергетическую эффективность. У пациентов с ХСН повышение ТМАО ассоциировано со снижением сердечного выброса, прогрессированием гиперволемии, повышенной частотой госпитализаций, неблагоприятным отдаленным прогнозом.
- Связь с функцией почек. Почки — основной орган выведения ТМАО. При снижении СКФ ТМАО повышается, что поддерживает порочный круг: усиливает воспаление в почках, стимулирует фиброз, ухудшает

микроциркуляцию и способствует дальнейшему прогрессированию нефропатии.

- ТМА и ТМАО имеют значимую роль в межорганных взаимодействиях. Это типичные представители «микробных сигнальных молекул», которые связывают кишечник и печень через порталый кровоток, воздействуют на состояние сердечно-сосудистой системы, влияют на мозг через системное воспаление и взаимодействуют с иммунной системой.

2. Исследование ТМА, ТМАО и их соотношения

В практике врача-терапевта назначение исследования может быть полезно в ситуациях:

- Инсулинорезистентность (ИР) и предиабет. Повышенный ТМАО участвует в активации провоспалительных путей (NF-κB, NLRP3), которые усиливают инсулинорезистентность. Также ТМАО нарушает функции клеточных митохондрий, ухудшая утилизацию глюкозы, связан с дисбиозом и метаболическим воспалением - ключевыми механизмами ранних эндокринных нарушений. Исследование помогает выявить пациентов с «метаболическим дрейфом», когда стандартные показатели (глюкоза, инсулин, HOMA-IR) изменены минимально, но патогенез активно развивается.
- Ожирение и алиментарно-зависимые нарушения обмена: для оценки роли кишечной микробиоты и диетических факторов. Тест помогает конкретизировать рекомендации по питанию и понимать, какой «метаболический ответ» организм формирует на текущий рацион.
- Неалкогольная жировая болезнь печени (НАЖБП) и НАСГ: с целью определения вклада микробиоты и взаимодействия «кишечник-печень» в прогрессирование заболевания. Исследование помогает выбирать стратегию лечения, ориентированную на питание, снижение массы тела и коррекцию микробиоты.
- Дислипидемия: для оценки необходимости изменения рациона питания и более активного контроля липидов.
- Хроническая болезнь почек у пациентов эндокринологического профиля - для оценки накопления уремических токсинов и усиления сосудистого риска.
- Пациентам на специфических диетах - помогает корректировать рацион и предупреждать негативные метаболические сдвиги.
- Подозрение на триметиламинурию (ТМАУ) для подтверждения нарушения превращения ТМА в ТМАО.

3. Преимущества определения ТМА и ТМАО методом хромато-масс-спектрометрии (ХМС)

Высокоэффективная жидкостная хроматография с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС) обеспечивают точное количественное определение показателей с хорошей воспроизводимостью результатов и возможностью дифференциации изомерных форм. Безусловным преимуществом метода является его высочайшая чувствительность и специфичность.

Результаты определения ТМА и ТМАО помогают точнее оценить индивидуальный метаболический и сердечно-сосудистый риск, позволяют аргументировать необходимость коррекции диеты, обоснованно дополнить терапию назначением пробиотиков, пребиотиков, и нутритивной поддержки. В целом, это способствует выбору более персонализированной тактики наблюдения пациента, профилактики заболеваний и их осложнений.

Кровь или моча: что выбрать?

Большинство крупных исследований по риску ССЗ, диабета, когнитивных нарушений и ХБП выполнены с определением уровней ТМА/ТМАО в плазме/сыворотке крови.

Кровь - предпочтительный биоматериал для исследования, когда поставлена задача:

- оценить системный кардиометаболический риск;
- сравнить результаты пациента с данными опубликованных когорт и мета-анализов;
- включить ТМАО в расширенную программу оценки риска у пациентов с ИБС, СД2, ХБП, НАЖБП, когнитивными нарушениями.

Исследование мочи удобнее назначать, когда:

- анализ проводится в составе расширенного метаболомного профиля (например, при совместном назначении с КЦЖК и профилем органических кислот);
- требуется оценить выведение и «нагрузку» ТМА/ТМАО (например, при триметиламинурии, оценке влияния диеты или лекарственной терапии на продукцию микробных метаболитов);
- показан неинвазивный мониторинг (например, при многократных исследованиях в динамике).

4. Chromolab рядом с вами

Лаборатория CHROMOLAB предоставляет врачам-терапевтам современный инструмент, необходимый для разработки персонализированной тактики ведения пациентов, подбора индивидуальных рекомендаций по питанию и нутритивной поддержке.

Наши специалисты готовы к консультациям по интерпретации сложных случаев, подбору оптимального комплекса лабораторных тестов для динамического наблюдения и обсуждению клинической значимости результатов. Для нас важно быть вашим надежным партнером в достижении целей лечения.

👉 Подробнее на сайте:

[ММ01 ТМА, ТМАО и их соотношение в крови](#)

[ММ02 ТМА, ТМАО и их соотношение в моче](#)