

# Исследование ТМА и ТМАО в практике врача-эндокринолога



**CHROMOLAB**



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

- **Участие в формировании инсулинерезистентности (ИР).** ТМАО снижает чувствительность тканей к инсулину за счет активации NF-кВ и NLRP3-инфламмасомы, что способствует усилиению синтеза провоспалительных цитокинов, которые блокируют передачу сигнала от инсулинового рецептора, угнетают работу инсулиновых рецепторов и способствующих апоптозу  $\beta$ -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 усиление ИР.
- **Влияние на жировой обмен и развитие ожирения.** ТМАО участвует в регуляции липидного метаболизма на системном уровне. Основные эффекты: нарушение  $\beta$ -окисления жирных кислот и накопление липидов в печени и висцеральной жировой ткани; усиление липогенеза через влияние на SREBP-1c; дисфункция адипоцитов. Высокий ТМАО ссociирован 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.

- **Связь с метаболическим синдромом.** ТМАО действует одновременно на липидный, углеводный и энергетический обмен, что делает его одним из наиболее информативных маркеров системного метаболического неблагополучия. ТМАО объединяет все ключевые компоненты метаболического синдрома: висцеральное ожирение, инсулинерезистентность, дислипидемию, хроническое воспаление, нарушение функции эндотелия, стеатоз печени.
- **Регуляция системного воспаления** - важный компонент эндокринной патологии. ТМАО усиливает воспалительный фон, стимулирует продукцию IL-6, TNF- $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , активирует макрофаги в печеночной и жировой ткани, поддерживает эндотелиальную дисфункцию.
- **Влияние на эндотелий и сосуды.** У пациентов с сахарным диабетом 2 типа, длительной инсулинерезистентностью и метаболическим синдромом ТМАО снижает продукцию NO, ухудшая вазодилатацию, усиливает сосудистое воспаление, способствует тромбообразованию и ускоряет развитие атеросклероза.
- **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.

## 2. Исследование ТМА, ТМАО и их соотношения

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

- Инсулинерезистентность (ИР) и предиабет. Повышенный ТМАО участвует в активации провоспалительных путей (NF- $\kappa$ B, NLRP3), которые усиливают инсулинерезистентность. 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.

- Сахарный диабет 2 типа (СД2): для уточнения метаболического риска и воспалительной нагрузки. Результаты исследования позволяют выбирать индивидуальные цели терапии, корректировать питание, оценивать риски осложнений.
- 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 у пациентов эндокринологического профиля: для оценки необходимости изменения рациона питания и более активного контроля липидов.
- Синдром поликистозных яичников (СПКЯ) - при наличии ИР и метаболического синдрома - для исследования метаболической и микробиом-зависимой нагрузки.
- 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-эндокринологам 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](#)