

Исследование ТМА и ТМАО в практике врача-кардиолога



CHROMOLAB



+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 кардиологу 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.

За последние годы ТМА и ТМАО стали важными биомаркерами кардиориска благодаря высокой воспроизводимости научных данных об их влиянии на сосудистую стенку, липидный обмен, воспаление и тромбообразование.

- **Влияние на липидный обмен и атерогенез.** Одним из наиболее изученных процессов, связанных с ТМАО, является его способность вмешиваться в обратный транспорт холестерина и способствовать формированию атеросклеротических повреждений. Молекулярные механизмы: снижение экспрессии транспортеров холестерина (ABCA1, ABCG1) способствует ухудшению выведения холестерина из макрофагов и приводит к ускоренному образованию «пенистых клеток». Нарушение функции ЛПВП ведет к ослаблению антиатерогенного потенциала липопroteинов высокой плотности. Кроме того, усиливается аккумуляция холестерина в печени и синтез липопroteинов. Клинический итог: пациенты с повышенным ТМАО имеют более высокий риск прогрессирования атеросклероза независимо от уровня традиционных липидных показателей. Это делает ТМАО маркером «скрытого» атерогенного воздействия.
- **Влияние на эндотелий и его функциональность.** Высокий уровень ТМАО вызывает снижение биодоступности оксида азота (NO)

способствует ухудшению вазодилатации, повышению сосудистого тонуса. Посредством активации NF-кВ происходит усиление синтеза провоспалительных цитокинов (IL-6, TNF- α). Повышение экспрессии молекул адгезии (VCAM-1, ICAM-1) упрощает «прилипание» лейкоцитов к эндотелию. Кроме того, усиление окислительного стресса также поддерживает повреждение эндотелиального слоя и ускорение старения сосудов. Благодаря комплексному эффекту ТМАО вносит существенный вклад в развитие эндотелиальной дисфункции.

- **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.
- **Хроническое субклиническое воспаление.** ТМАО действует как метаболический триггер для повышения системного воспаления низкой интенсивности - ключевого механизма прогрессирования атеросклероза и сердечно-сосудистых заболеваний. Механизмы: активация NLRP3-инфламмасомы и рост IL-1 β , стимуляция синтеза провоспалительных медиаторов печенью, усиление проатерогенной активности иммунных клеток. Использование ТМАО для оценки воспалительного компонента сердечно-сосудистого риска особенно актуально у пациентов с метаболическим синдромом, ожирением, НАЖБП, сахарным диабетом 2 типа.
- **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.
- **Регуляция энергетического метаболизма сердца.** Получены данные о влиянии ТМАО на функциональную активность митохондрий, нарушая окислительное фосфорилирование, баланс между углеводным и липидным энергообеспечением миокарда, энергетическую адаптацию при нагрузке.

2. Исследование ТМА, ТМАО и их соотношения

В практике врача-кардиолога назначение исследования может быть полезно:

- Пациентам с подтвержденным атеросклерозом (ИБС, стенокардия, атеросклероз периферических артерий) для уточнения индивидуального атеротромбогенного риска.
- После перенесённого инфаркт миокарда и у пациентов с высокой вероятностью повторных событий с целью определения риска повторных тромбозов и сосудистых осложнений.
- Пациентам с хронической сердечной недостаточностью (ХСН) для оценки прогностического риска и степени воздействия кардиоренальных механизмов.
- У коморбидных пациентов с метаболическим синдромом, сахарным диабетом 2 типа, инсулинерезистентностью для уточнения микробиом-ассоциированной компоненты сердечно-сосудистого риска.
- Ожирение и сопутствующие метаболические нарушения. Высокий ТМАО подтверждает активную микробную ферментацию животных белков и нарушение липидно-углеводного обмена. Это помогает врачу аргументированно корректировать питание, рацион белков, долю продуктов животного происхождения и клетчатки.
- Хроническая болезнь почек у пациентов кардиологического профиля - для оценки накопления уремических токсинов и усиления сосудистого риска.
- Пациентам с «необъяснимым» высоким СС-риском при нормальных стандартных показателях для выявления дополнительных механизмов риска, не отраженных липидограммой и маркерами воспаления. В ряде случаев стандартные маркеры выглядят удовлетворительно, но риск инфаркта/инфаркта остается высоким — ТМАО помогает выявить «скрытый» вклад микробиоты и рациона.

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-кардиологам современный инструмент, необходимый для разработки персонализированной тактики ведения пациентов с заболеваниями органов сердечно-сосудистой системы, 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](#)