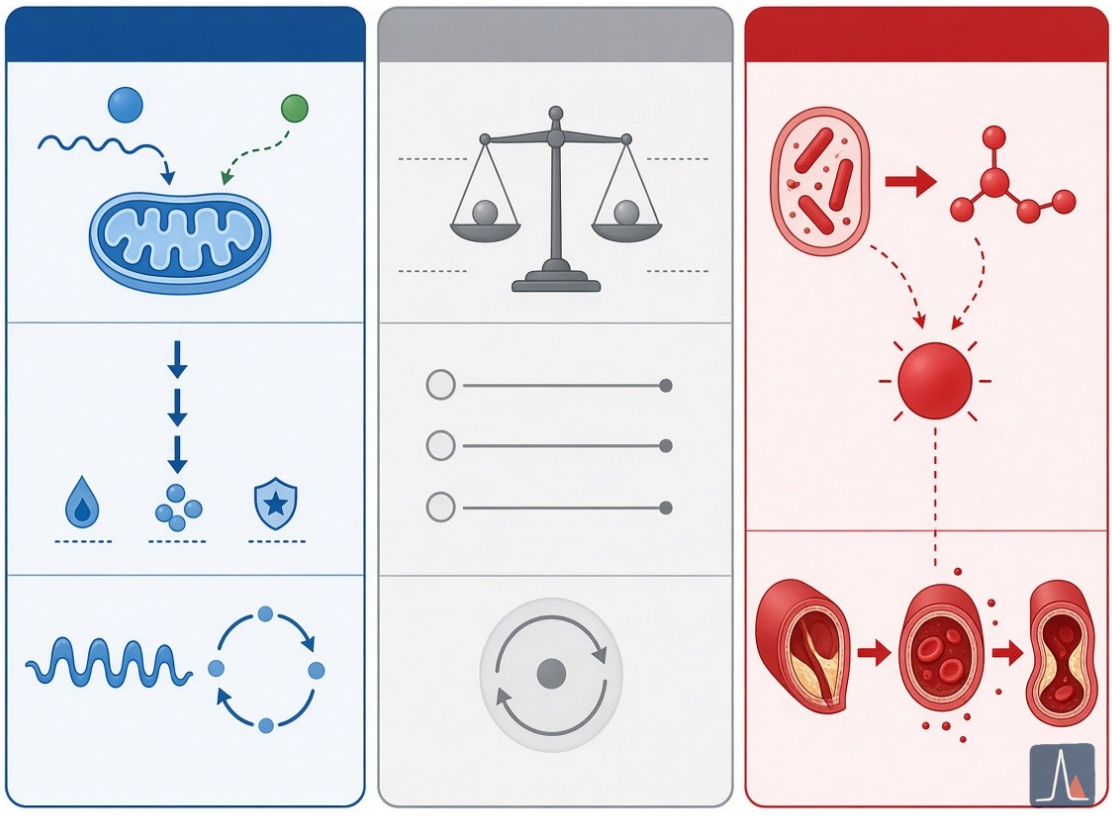
Resultados favoráveis e desfavoráveis sobre a L-carnitina

3 de novembro de 2026

Meta-análises publicadas de ensaios controlados aleatorizados reportam reduções modestas do peso corporal, do IMC, da massa gorda, de lípidos selecionados, de marcadores glicémicos e do lactato pós-exercício com suplementação de L-carnitina

Identidade química e contexto de catálogo

A L-carnitina (C7H15NO3, CAS 541-15-1, (R)-3-hidroxi-4-(trimetilamónio)butanoato) é um composto de amónio quaternário sintetizado endogenamente a partir da lisina e da metionina e obtido de fontes alimentares, em particular da carne vermelha. Serve de transportador de ácidos gordos de cadeia longa através da membrana mitocondrial interna para a β-oxidação e a produção de energia. Na investigação laboratorial, é seguida como um composto único, quimicamente definido, fornecido como material liofilizado de elevada pureza para o estudo da bioenergética mitocondrial, do metabolismo de substratos, do stress oxidativo e de vias relacionadas. Reportar um ensaio em seres humanos não constitui orientação para utilizar o material de investigação dessa forma.



Representação abstrata que separa categorias de resultados reportados na investigação sobre a L-carnitina.

Evidência mecanística fundamental e in vitro

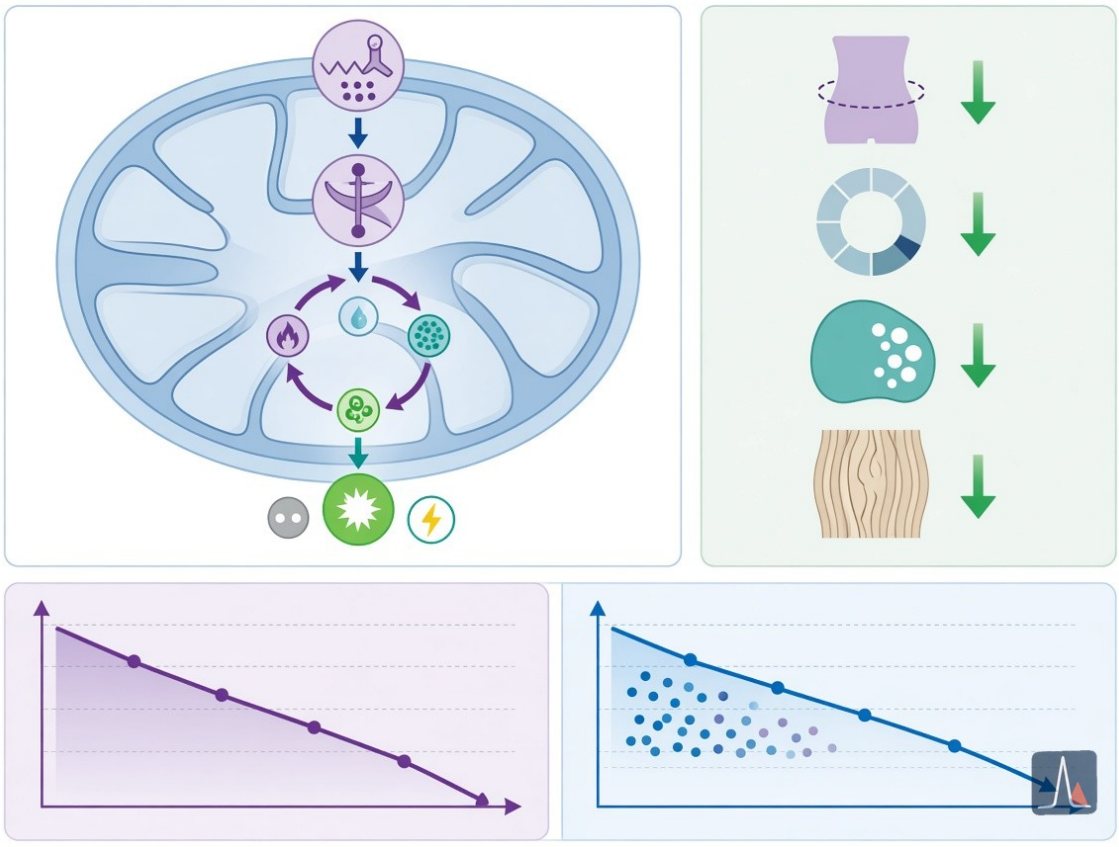
Estudos in vitro demonstram que a L-carnitina facilita o transporte de ácidos gordos para as

Toda a informação e os produtos referidos destinam-se exclusivamente a utilização laboratorial e de investigação. Não se destinam a uso humano ou veterinário. Não se destinam a diagnosticar, tratar, curar ou prevenir qualquer doença.

mitocôndrias mediado pela carnitina palmitoiltransferase (CPT1/CPT2), apoiando a β-oxidação, reduzindo a acumulação de acil-CoA e modulando os rácios acetil-CoA/CoA. Artigos de método descrevem o seu papel no tamponamento de grupos acetilo e na atenuação do stress oxidativo em mitocôndrias isoladas e em linhas celulares. Estes mecanismos sustentam hipóteses de efeitos metabólicos, no exercício e cardioprotetores. Modelos animais de obesidade, isquemia-reperfusão e neurotoxicidade reportaram melhoria do metabolismo energético, redução da peroxidação lipídica e preservação da função mitocondrial, embora a translação para seres humanos seja teórica.

Resultados favoráveis metabólicos, antropométricos e glicémicos

Várias revisões sistemáticas e meta-análises de ensaios controlados aleatorizados reportaram efeitos favoráveis modestos. Uma meta-análise de 2020 de 37 ECA (n=2292) concluiu que a suplementação com L-carnitina reduziu significativamente o peso corporal (DMP −1,21 kg), o IMC (−0,24 kg/m²) e a massa gorda (−2,08 kg), com efeitos mais pronunciados em adultos com excesso de peso ou obesidade; uma resposta não linear à dose sugeriu um benefício máximo próximo de 2000 mg/dia. Meta-análises semelhantes de 2020 e 2024, de 21–43 ECA em participantes com diabetes tipo 2 ou tolerância à glicose diminuída, reportaram reduções dos triglicéridos (−9 a −13,5 mg/dL), do LDL-C (−7,7 a −12,7 mg/dL), da glicemia em jejum (−6,2 mg/dL), da HbA1c (−0,16 a −0,37%), do HOMA-IR (−0,72), da PCR, do TNF-α, do peso, do IMC e da leptina. Uma meta-análise guarda-chuva confirmou melhorias do colesterol total, dos triglicéridos, do LDL-C e do HDL-C, em particular com doses >2 g/dia e durações >12 semanas. Estes artigos clínicos e de revisão (2019–2026) indicam benefícios dependentes do contexto em populações com compromisso metabólico.



Toda a informação e os produtos referidos destinam-se exclusivamente a utilização laboratorial e de investigação. Não se destinam a uso humano ou veterinário. Não se destinam a diagnosticar, tratar, curar ou prevenir qualquer doença.

Esquema de resultados mitocondriais e metabólicos favoráveis.

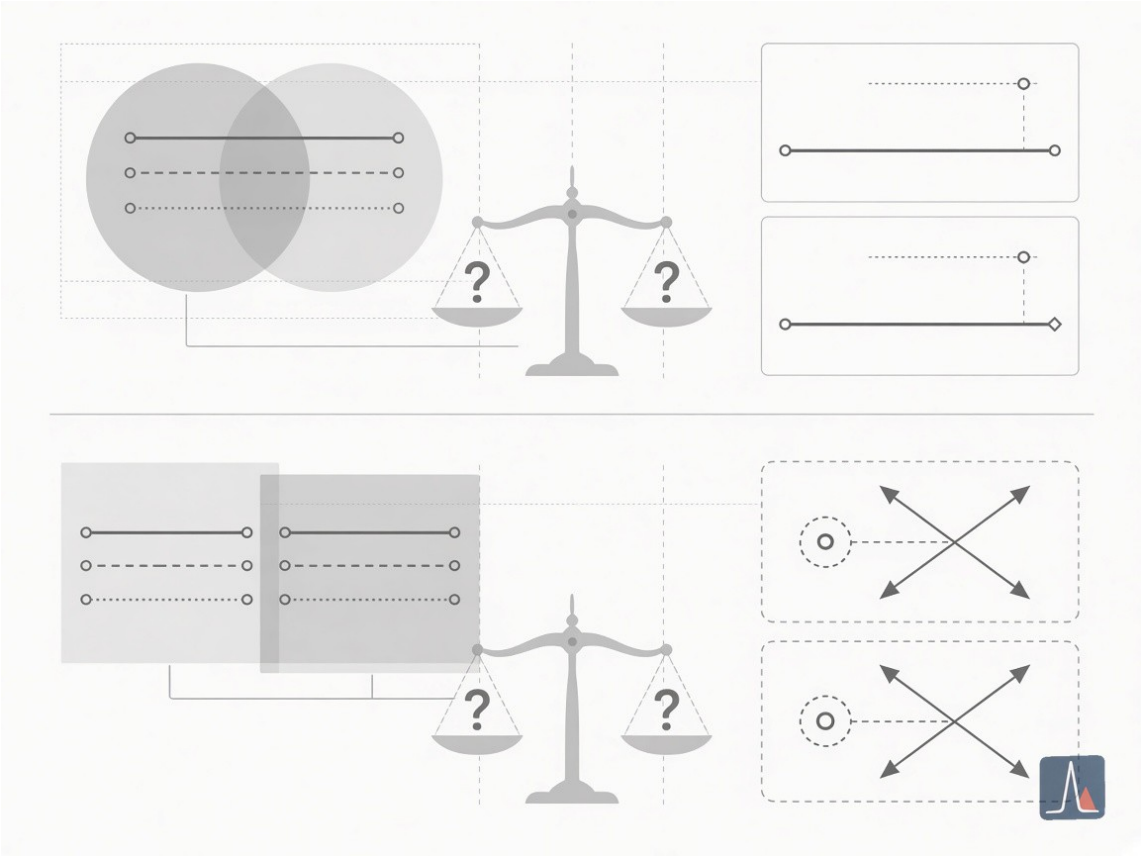
Benefícios reportados no desempenho no exercício e na recuperação

Uma revisão sistemática e meta-análise de 2024 de 14 estudos em atletas treinados reportou que a suplementação crónica com L-carnitina reduziu significativamente o lactato sanguíneo pós-exercício (DMP −0,52 a −0,69) e aumentou o VO2máx (DM +2,16 mL/kg/min). Análises de subgrupos sugeriram efeitos maiores com administração prolongada. Outros artigos de desempenho e clínicos descrevem redução de marcadores de lesão muscular (CK, mioglobina), melhoria da recuperação e ganhos de massa muscular ou de tolerância física em coortes de idosos ou centenários. Estes resultados alinham-se com o papel fundamental no transporte mitocondrial de ácidos gordos e na depuração do lactato sob elevada exigência metabólica, embora os benefícios pareçam mais consistentes em indivíduos treinados ou mais velhos do que em jovens saudáveis que realizam exercício moderado.

Relatos cardiovasculares e outros relatos clínicos

Meta-análises de ensaios aleatorizados em populações com insuficiência cardíaca, pós-enfarte do miocárdio e doença arterial coronária reportaram melhorias da fração de ejeção do ventrículo esquerdo, do volume sistólico, do débito cardíaco, de parâmetros diastólicos (rácio E/A, tempo de relaxamento isovolumétrico), da distância no teste de marcha de seis minutos e reduções do BNP/NT-proBNP e das dimensões do ventrículo esquerdo. Uma síntese de ensaios pós-enfarte do miocárdio referiu reduções da mortalidade por todas as causas, das arritmias ventriculares e dos episódios de angina. Ensaios aleatorizados em crianças com miocardiopatia dilatada e em doentes com insuficiência cardíaca direita induzida por hipertensão arterial pulmonar reportaram melhorias adicionais da fração de ejeção, da classe funcional e da capacidade de exercício quando acrescentados à terapêutica convencional. Meta-análises de ensaios aleatorizados com acetil-L-carnitina reportaram reduções dos sintomas depressivos (DMP −1,10 face a placebo), com efeitos comparáveis aos dos antidepressivos e menos acontecimentos adversos, em particular em adultos mais velhos. Alguns artigos clínicos referem também melhoria da motilidade, da morfologia e da concentração espermáticas na infertilidade masculina idiopática.

Toda a informação e os produtos referidos destinam-se exclusivamente a utilização laboratorial e de investigação. Não se destinam a uso humano ou veterinário. Não se destinam a diagnosticar, tratar, curar ou prevenir qualquer doença.

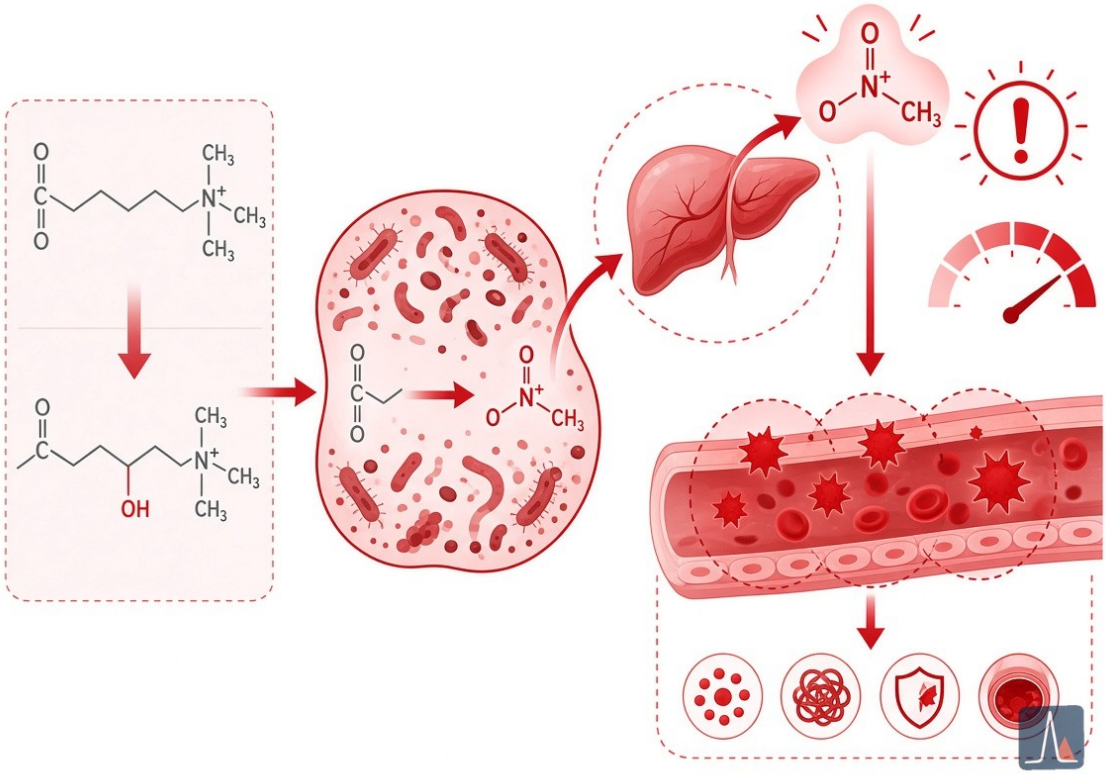


Representação de resultados nulos e heterogéneos dos ensaios.

Resultados nulos, inconsistentes e dependentes do contexto

Muitas das mesmas meta-análises salientam heterogeneidade substancial (I^2 frequentemente 80–98%), magnitudes de efeito modestas e especificidade de subgrupos. Não se observou redução consistente do perímetro da cintura ou da percentagem de gordura corporal entre ensaios. Os efeitos antropométricos estiveram ausentes ou atenuados em doentes em hemodiálise. As meta-análises de desempenho mostram resultados nulos ou inconsistentes para a oxidação de gordura durante o exercício, a resistência de intensidade moderada em indivíduos não treinados e os ganhos de força muscular em mulheres idosas saudáveis. Meta-análises cardiovasculares reportam ausência de impacto significativo na incidência de insuficiência cardíaca, no reenfarte do miocárdio ou na mortalidade por todas as causas em algumas análises agrupadas, em contraste com relatos positivos anteriores. As classificações GRADE são frequentemente baixas a moderadas. Os resultados nulos predominam em populações jovens, magras e saudáveis e para certas apolipoproteínas ou parâmetros da pressão arterial. Estes artigos clínicos, de revisão e de método sublinham que os benefícios não são universais e dependem do estado basal de carnitina, da composição corporal, do estado de doença, da dose, da duração e das cointervenções.

Toda a informação e os produtos referidos destinam-se exclusivamente a utilização laboratorial e de investigação. Não se destinam a uso humano ou veterinário. Não se destinam a diagnosticar, tratar, curar ou prevenir qualquer doença.



Esquema da produção de TMAO e das vias de risco associadas.

Resultados desfavoráveis: via do TMAO, sinais ateroscleróticos e evidência genética

Um tema desfavorável proeminente é a elevação reprodutível do N-óxido de trimetilamina (TMAO) plasmático. Ensaios aleatorizados e estudos mecanísticos demonstram que a L-carnitina oral (1–4 g/dia) aumenta o TMAO circulante 5 a mais de 10 vezes através do metabolismo da carnitina pela microbiota intestinal em trimetilamina (TMA), seguido de oxidação hepática pela mono-oxigenase contendo flavina 3 (FMO3) a TMAO. Estudos de coorte prospetivos, meta-análises de dados observacionais e revisões guarda-chuva associam o TMAO elevado a maiores riscos de acontecimentos cardiovasculares adversos major (HR ~1,4–2,0), mortalidade por todas as causas (HR ~1,55), hipertensão, progressão da diabetes e declínio da taxa de filtração glomerular, independentemente dos fatores de risco tradicionais. Modelos animais alimentados com carnitina exibiram aterosclerose acelerada mediada pelo TMAO. Um ensaio aleatorizado de 2022 em doentes com síndrome metabólica reportou que a L-carnitina aumentou a progressão da estenose da artéria carótida (9,3%, p=0,02) e elevou o colesterol total e o LDL-C em comparação com placebo, apesar de não haver alteração do volume total da placa. Um estudo de aleatorização mendeliana de 2022 concluiu que níveis geneticamente preditos mais elevados de L-carnitina se associavam nominalmente a maior risco de doença arterial coronária (OR 1,07 no conjunto, 1,09 nos homens) e de insuficiência cardíaca, sem evidência de benefício e com sinais de potencial dano. Estes artigos mecanísticos, animais, clínicos, observacionais e genéticos (2013–2026) suscitam preocupações quanto à segurança cardiovascular a longo prazo, em particular com suplementação crónica ou em indivíduos com

Toda a informação e os produtos referidos destinam-se exclusivamente a utilização laboratorial e de investigação. Não se destinam a uso humano ou veterinário. Não se destinam a diagnosticar, tratar, curar ou prevenir qualquer doença.

microbiomas omnívoros que produzem mais TMAO a partir de precursores da carnitina.

Sínteses da evidência, limitações recorrentes e implicações para o catálogo

Revisões sistemáticas e meta-análises guarda-chuva que sintetizam dezenas de ensaios reconhecem melhorias modestas de marcadores substitutos em populações selecionadas com doença ou excesso de peso, sublinhando simultaneamente limitações recorrentes: elevada heterogeneidade estatística, curta duração dos ensaios (frequentemente 8–24 semanas), biodisponibilidade e composição do microbioma variáveis, risco de viés em alguns estudos mais antigos e escassez de dados de longo prazo sobre resultados cardiovasculares duros em indivíduos saudáveis. Os efeitos confinam-se frequentemente a subgrupos com compromisso metabólico ou insuficiência de carnitina; a translação para populações gerais ou para o aumento do desempenho atlético permanece por demonstrar. A elevação do TMAO está consistentemente documentada, mas o seu contributo causal face ao estatuto de epifenómeno continua a ser debatido. A certeza GRADE de muitas associações é baixa a moderada. Para investigadores de laboratório, estes resultados destacam a L-carnitina como instrumento útil para estudar o metabolismo mitocondrial, as interações microbiota intestinal–hospedeiro, a biologia do TMAO e a homeostasia energética específica de tecidos. A literatura polarizada — sinais substitutos favoráveis em estados de doença, resultados nulos em muitos contextos saudáveis e dados mecanísticos e genéticos desfavoráveis relacionados com o TMAO — sublinha a necessidade de estudos pré-clínicos e de método rigorosamente controlados, de maior duração e estratificados pelo microbioma. A entrada de catálogo serve, portanto, de ponto de referência neutro para investigação laboratorial em curso, e não de qualquer implicação de utilidade terapêutica.

Fontes

• Pooyandjoo M et al. (2020). Effects of l-carnitine supplementation on weight loss and body composition: A systematic review and meta-analysis of 37 randomized controlled clinical trials with dose-response analysis. *Clin Nutr ESPEN*. doi:10.1016/j.clnesp.2020.03.008. PMID: 32359762.
• The effects of L-carnitine supplementation on cardiovascular risk factors in participants with impaired glucose tolerance and diabetes: a systematic review and dose–response meta-analysis (2024). *Diabetol Metab Syndr*. doi:10.1186/s13098-024-01415-8. PMID: 39085907.
• The effect of l-carnitine supplementation on lipid profile and glycaemic control in adults with cardiovascular risk factors: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled clinical trials (2020). *Clin Nutr*. doi:10.1016/j.clnu.2019.01.020. PMID: 30850271.
• L-carnitine supplementation decreases post-exercise blood lactate levels and enhances aerobic capacity in trained individuals: systematic review and meta-analysis (2024). *Trends Sport Sci*.
• Acetyl-L-Carnitine Supplementation and the Treatment of Depressive Symptoms: A Systematic Review and Meta-Analysis (2018). *Psychosom Med*. doi:10.1097/PSY.0000000000000537. PMID: 29076953.
• l-carnitine, a friend or foe for cardiovascular disease? A Mendelian randomization study (2022). *BMC Med*. doi:10.1186/s12916-022-02477-z.

Toda a informação e os produtos referidos destinam-se exclusivamente a utilização laboratorial e de investigação. Não se destinam a uso humano ou veterinário. Não se destinam a diagnosticar, tratar, curar ou prevenir qualquer doença.

• Koeth RA et al. (2013). Intestinal microbiota metabolism of L-carnitine, a nutrient in red meat, promotes atherosclerosis. *Nat Med*. doi:10.1038/nm.3145. PMID: 23563705.
• Additional metas and reviews on TMAO, heart failure, and performance outcomes (2013–2026) indexed in PubMed and Europe PMC.

O conjunto da evidência permanece específico do contexto, heterogéneo e polarizado entre benefícios substitutos em populações definidas e preocupações mecanísticas centradas no eixo microbiota–TMAO.

Toda a informação e os produtos referidos destinam-se exclusivamente a utilização laboratorial e de investigação. Não se destinam a uso humano ou veterinário. Não se destinam a diagnosticar, tratar, curar ou prevenir qualquer doença.