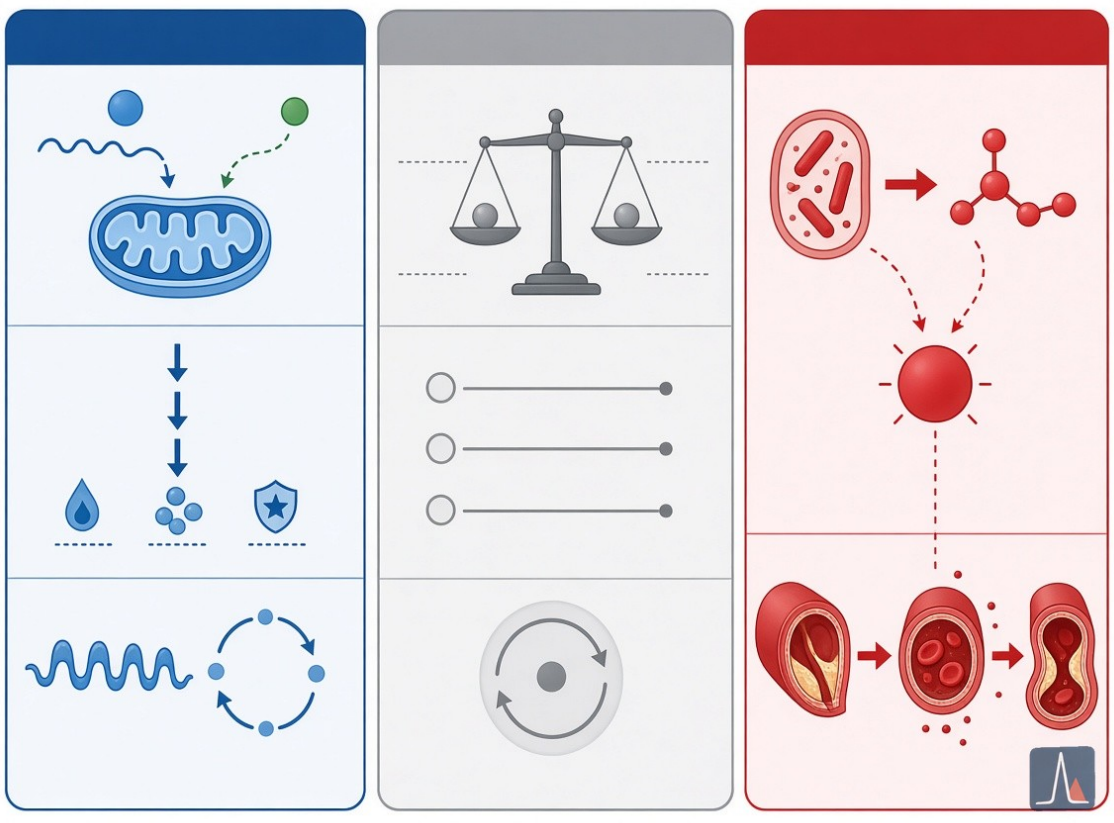
# Gunstige en ongunstige bevindingen over L-carnitine

3 november 2026

Gepubliceerde meta-analyses van gerandomiseerde gecontroleerde trials rapporteren bescheiden verlagingen van lichaamsgewicht, BMI, vetmassa, geselecteerde lipiden, glykemische markers en lactaat na inspanning bij suppletie met L-carnitine b

## Chemische identiteit en cataloguscontext

L-carnitine (C7H15NO3, CAS 541-15-1, (R)-3-hydroxy-4-(trimethylammonio)butanoaat) is een quaternaire ammoniumverbinding die endogeen wordt gesynthetiseerd uit lysine en methionine en uit voeding wordt verkregen, vooral uit rood vlees. Het dient als drager voor langketenige vetzuren over het binnenste mitochondriale membraan voor β-oxidatie en energieproductie. In laboratoriumonderzoek wordt het gevolgd als één chemisch gedefinieerde verbinding, geleverd als hoogzuiver gevriesdroogd materiaal voor onderzoek naar mitochondriale bio-energetica, substraatmetabolisme, oxidatieve stress en verwante routes. Het rapporteren van een humane trial is geen aanwijzing om het onderzoeksmateriaal op die manier te gebruiken.



Abstracte weergave die categorieën van gerapporteerde bevindingen over L-carnitine-onderzoek scheidt.

## Fundamenteel mechanistisch en in-vitrobewijs

In-vitrostudies tonen aan dat L-carnitine het door carnitinepalmitoyltransferase (CPT1/CPT2)

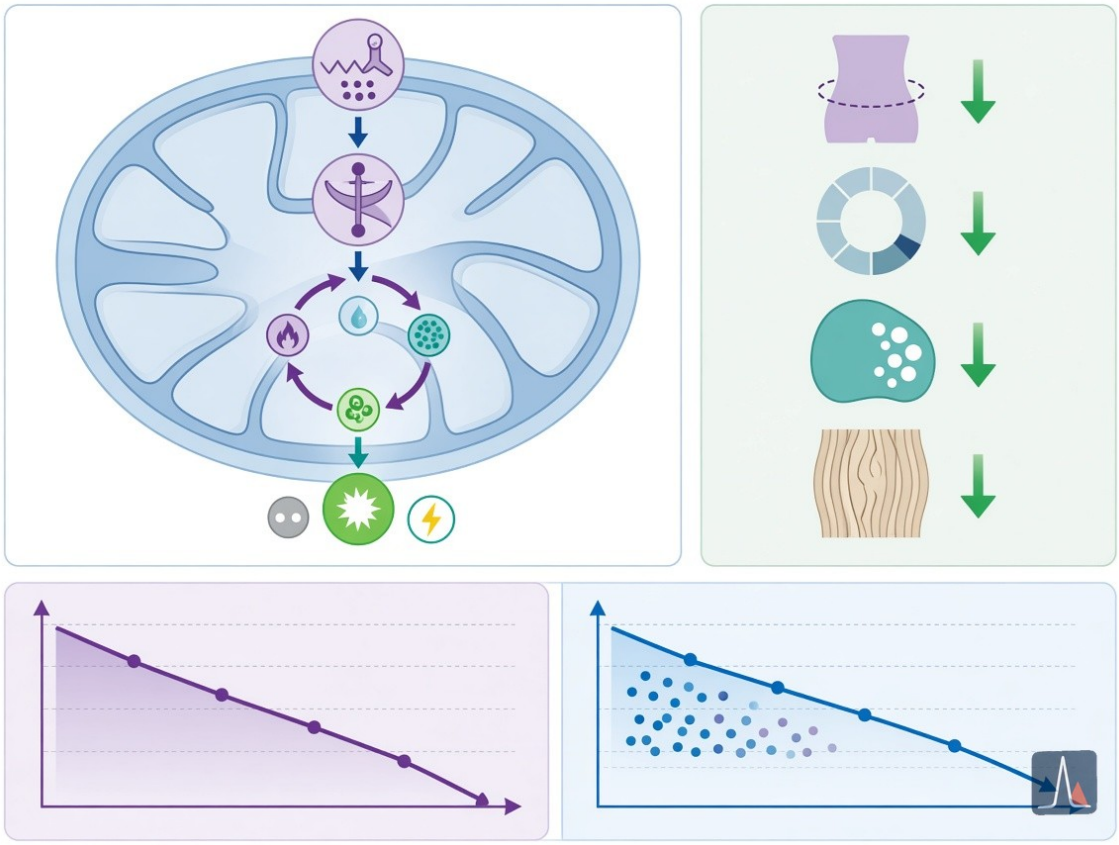
Alle informatie en producten die worden besproken, zijn uitsluitend bedoeld voor laboratorium- en onderzoeksgebruik. Niet voor menselijk of diergeneeskundig gebruik. Niet bedoeld om een ziekte te diagnosticeren, te behandelen, te genezen of te voorkomen.

gemedieerde transport van vetzuren naar mitochondriën faciliteert, de β-oxidatie ondersteunt, ophoping van acyl-CoA vermindert en de verhouding acetyl-CoA/CoA moduleert. Methodartikelen beschrijven de rol bij het bufferen van acetylgroepen en het temperen van oxidatieve stress in geïsoleerde mitochondriën en cellijnen. Deze mechanismen liggen ten grondslag aan hypothesen over metabole, inspannings- en cardioprotectieve effecten. Diermodellen van obesitas, ischemie-reperfusie en neurotoxiciteit hebben verbeterd energiemetabolisme, verminderde lipidenperoxidatie en behouden mitochondriale functie gerapporteerd. Theoretisch is de vertaling daarvan naar mensen.

## Gunstige metabole, antropometrische en glykemische bevindingen

Meerdere systematische reviews en meta-analyses van gerandomiseerde gecontroleerde trials hebben bescheiden gunstige effecten gerapporteerd. Een meta-analyse uit 2020 van 37 RCT's (n=2292) vond dat suppletie met L-carnitine het lichaamsgewicht significant verlaagde (WMD −1,21 kg), evenals de BMI (−0,24 kg/m$^2$) en de vetmassa (−2,08 kg), met de duidelijkste effecten bij volwassenen met overgewicht of obesitas; een niet-lineaire dosis-respons suggereerde een maximaal voordeel rond 2000 mg/dag. Vergelijkbare meta-analyses uit 2020 en 2024 van 21–43 RCT's bij deelnemers met type-2-diabetes of een gestoorde glucosetolerantie rapporteerden verlagingen van triglyceriden (−9 tot −13,5 mg/dL), LDL-C (−7,7 tot −12,7 mg/dL), nuchtere bloedglucose (−6,2 mg/dL), HbA1c (−0,16 tot −0,37%), HOMA-IR (−0,72), CRP, TNF-α, gewicht, BMI en leptine. Een umbrella-meta-analyse bevestigde verbeteringen in totaal cholesterol, triglyceriden, LDL-C en HDL-C, met name bij doses >2 g/dag en een duur >12 weken. Deze klinische artikelen en reviews (2019–2026) wijzen op contextafhankelijke voordelen in metabool gecompromitteerde populaties.

Alle informatie en producten die worden besproken, zijn uitsluitend bedoeld voor laboratorium- en onderzoeksgebruik. Niet voor menselijk of diergeneeskundig gebruik. Niet bedoeld om een ziekte te diagnosticeren, te behandelen, te genezen of te voorkomen.



Schematische weergave van gunstige mitochondriale en metabole bevindingen.

## Gerapporteerde voordelen bij inspanningsprestatie en herstel

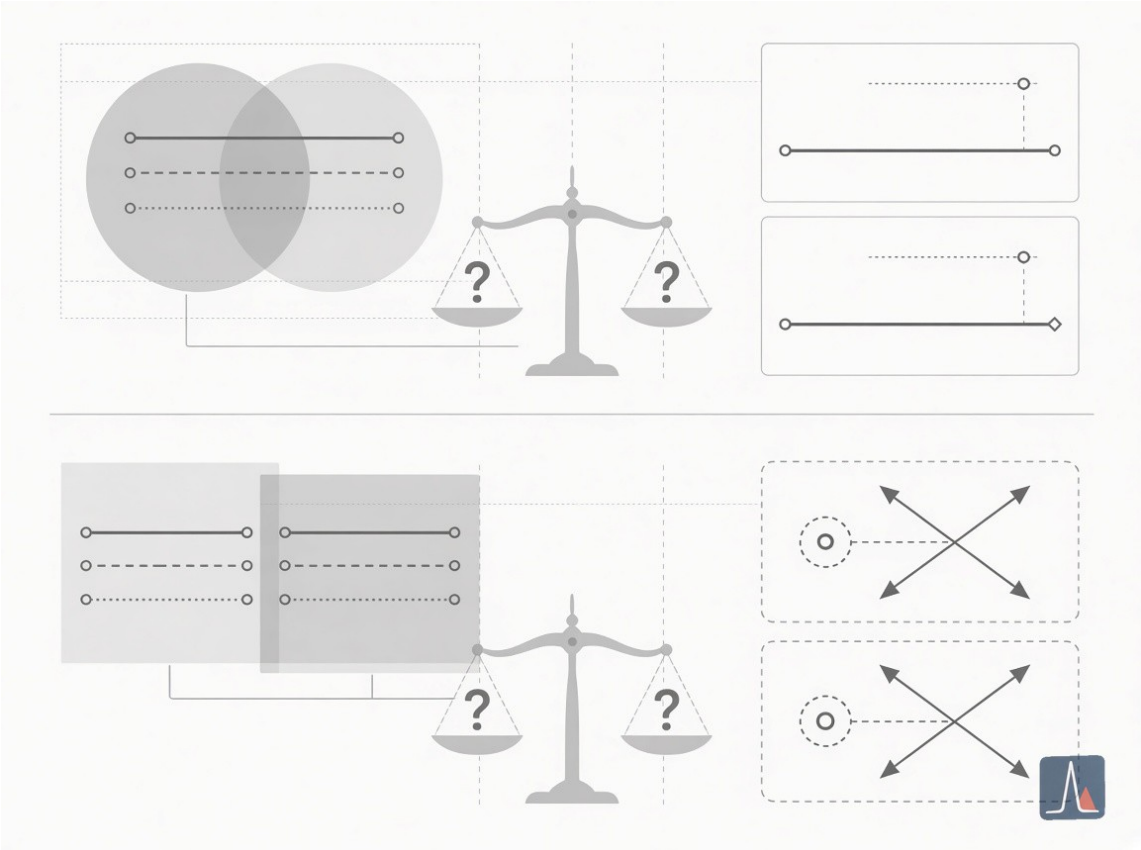
Een systematische review en meta-analyse uit 2024 van 14 studies bij getrainde atleten rapporteerde dat chronische suppletie met L-carnitine het bloedlactaat na inspanning significant verlaagde (SMD −0,52 tot −0,69) en de VO2max verhoogde (MD +2,16 mL/kg/min). Subgroepanalyses suggereerden grotere effecten bij langdurige toediening. Aanvullende prestatie- en klinische artikelen beschrijven verlaagde markers van spierschade (CK, myoglobine), verbeterd herstel en toename van spiermassa of fysieke tolerantie bij oudere of honderdjarige cohorten. Deze bevindingen sluiten aan bij de fundamentele rol in mitochondriaal vetzuurtransport en lactaatklaring bij hoge metabole vraag, hoewel de voordelen consistenter lijken bij getrainde of oudere personen dan bij jonge gezonde proefpersonen die matige inspanning leveren.

## Cardiovasculaire en andere klinische rapporten

Meta-analyses van gerandomiseerde trials in populaties met hartfalen, na een myocardinfarct en met coronairlijden hebben verbeteringen gerapporteerd in de linkerventrikelejectiefractie, het slagvolume, het hartminuutvolume, diastolische parameters (E/A-ratio, isovolumetrische relaxatietijd), de zesminutenloopafstand, en verlagingen van BNP/NT-proBNP en linkerventrikelafmetingen. Eén synthese van trials na een myocardinfarct noteerde verlagingen van sterfte door alle oorzaken, ventriculaire aritmieën en angina-episodes. Gerandomiseerde trials bij kinderen met gedilateerde cardiomyopathie en bij patiënten met rechtszijdig hartfalen door pulmonale arteriële hypertensie rapporteerden aanvullende verbeteringen in ejectiefractie,

Alle informatie en producten die worden besproken, zijn uitsluitend bedoeld voor laboratorium- en onderzoeksgebruik. Niet voor menselijk of diergeneeskundig gebruik. Niet bedoeld om een ziekte te diagnosticeren, te behandelen, te genezen of te voorkomen.

functionele klasse en inspanningscapaciteit wanneer het werd toegevoegd aan conventionele therapie. Meta-analyses van gerandomiseerde trials met acetyl-L-carnitine rapporteerden vermindering van depressieve symptomen (SMD −1,10 versus placebo), met effecten vergelijkbaar met antidepressiva en minder bijwerkingen, met name bij oudere volwassenen. Sommige klinische artikelen noteren ook verbeterde spermmotiliteit, -morfologie en -concentratie bij idiopathische mannelijke onvruchtbaarheid.

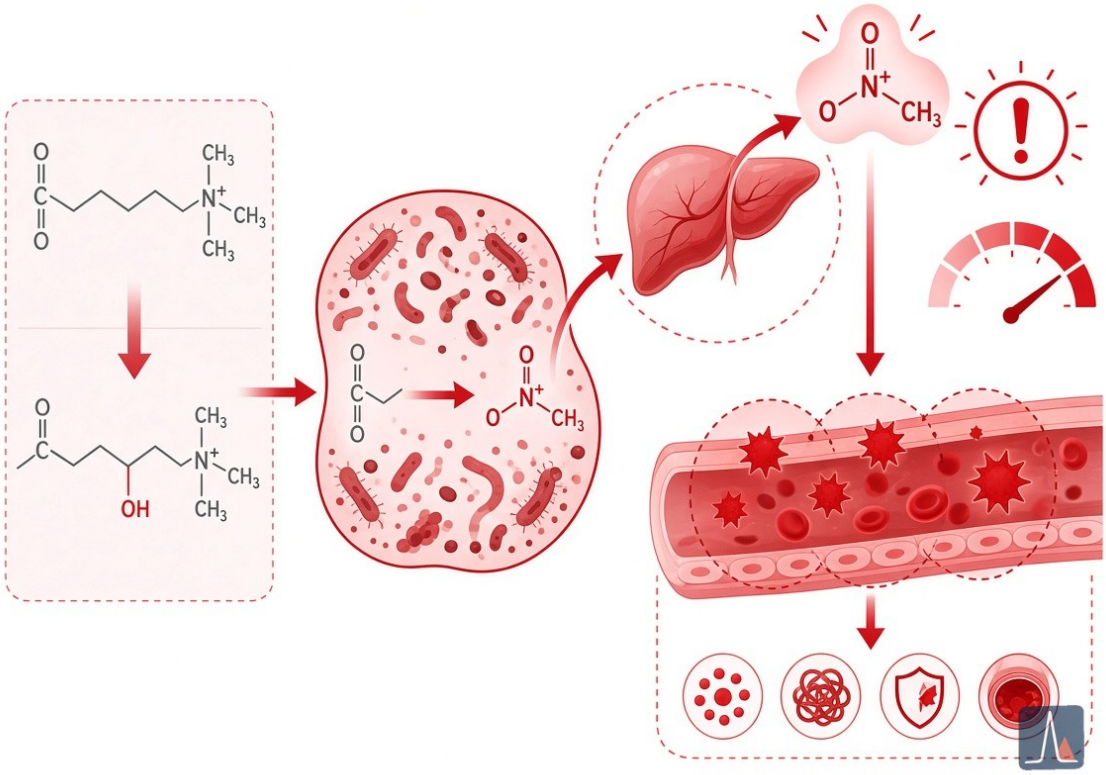



Weergave van nuluitkomsten en heterogene trialuitkomsten.

## Nulresultaten, inconsistente en contextafhankelijke resultaten

Veel van dezelfde meta-analyses benadrukken aanzienlijke heterogeniteit ($I^2$ vaak 80–98%), bescheiden effectgroottes en specificiteit van subgroepen. Over trials heen werd geen consistente verlaging van de middelomtrek of het lichaamsvetpercentage waargenomen. Effecten op antropometrie ontbraken of waren afgezwakt bij patiënten die hemodialyse ondergingen. Prestatiemeta-analyses tonen nulresultaten of inconsistente resultaten voor vetoxidatie tijdens inspanning, duurvermogen bij matige intensiteit bij ongetrainde personen, en toename van spierkracht bij gezonde oudere vrouwen. Cardiovasculaire meta-analyses rapporteren in sommige gepoolde analyses geen significant effect op de incidentie van hartfalen, een nieuw myocardinfarct of sterfte door alle oorzaken, in contrast met eerdere positieve rapporten. GRADE-beoordelingen zijn vaak laag tot matig. Nulresultaten overheersen bij magere, gezonde jonge populaties en voor bepaalde apolipoproteïnen of bloeddrukeindpunten. Deze klinische, review- en methodartikelen onderstrepen dat voordelen niet universeel zijn en afhangen van de uitgangswaarde van carnitine, lichaamssamenstelling, ziekte, dosis, duur en co-interventies.

Alle informatie en producten die worden besproken, zijn uitsluitend bedoeld voor laboratorium- en onderzoeksgebruik. Niet voor menselijk of diergeneeskundig gebruik. Niet bedoeld om een ziekte te diagnosticeren, te behandelen, te genezen of te voorkomen.



Schematische weergave van TMAO-vorming en bijbehorende risicoroutes.

## Ongunstige bevindingen: TMAO-route, atherosclerotische signalen en genetisch bewijs

Een prominent ongunstig thema is de reproduceerbare stijging van plasma-trimethylamine-N-oxide (TMAO). Gerandomiseerde trials en mechanistische studies tonen aan dat oraal L-carnitine (1–4 g/dag) circulerend TMAO 5- tot >10-voudig verhoogt via metabolisme van carnitine door de darmmicrobiota tot trimethylamine (TMA), gevolgd door hepatische oxidatie door flavinebevattend mono-oxygenase 3 (FMO3) tot TMAO. Prospectieve cohortstudies, meta-analyses van observationele gegevens en umbrella-reviews koppelen verhoogd TMAO aan hogere risico's op ernstige ongunstige cardiovasculaire gebeurtenissen (HR ~1,4–2,0), sterfte door alle oorzaken (HR ~1,55), hypertensie, progressie van diabetes en daling van de glomerulaire filtratiesnelheid, onafhankelijk van traditionele risicofactoren. Diermodellen die carnitine kregen, vertoonden versnelde atherosclerose gemedieerd door TMAO. Een gerandomiseerde trial uit 2022 bij patiënten met het metabool syndroom rapporteerde dat L-carnitine de progressie van stenose van de arteria carotis verhoogde (9,3%, p=0,02) en totaal cholesterol en LDL-C deed stijgen vergeleken met placebo, ondanks geen verandering in het totale plaquevolume. Een Mendeliaanse-randomisatiestudie uit 2022 vond dat genetisch voorspelde hogere L-carnitinespiegels nominaal geassocieerd waren met een verhoogd risico op coronairlijden (OR 1,07 overall, 1,09 bij mannen) en hartfalen, zonder bewijs van voordeel en met signalen van mogelijke schade. Deze mechanistische, dier-, klinische, observationele en genetische artikelen (2013–2026) werpen zorgen op over cardiovasculaire veiligheid op lange termijn, met name bij chronische suppletie of bij personen met een omnivoor microbioom dat

Alle informatie en producten die worden besproken, zijn uitsluitend bedoeld voor laboratorium- en onderzoeksgebruik. Niet voor menselijk of diergeneeskundig gebruik. Niet bedoeld om een ziekte te diagnosticeren, te behandelen, te genezen of te voorkomen.

meer TMAO vormt uit carnitineprecursoren.

## Bewijssyntheses, terugkerende beperkingen en catalogusimplicaties

Systematische reviews en umbrella-meta-analyses die tientallen trials samenbrengen, erkennen bescheiden verbeteringen van surrogaatmarkers in geselecteerde zieke of populaties met overgewicht, en benadrukken tegelijk terugkerende beperkingen: hoge statistische heterogeniteit, korte trialduur (vaak 8–24 weken), variabele biologische beschikbaarheid en microbioomsamenstelling, risico op bias in sommige oudere studies, en schaarste aan langetermijngegevens over harde cardiovasculaire uitkomsten bij gezonde personen. Effecten zijn vaak beperkt tot subgroepen met metabole stoornis of carnitinetekort; vertaling naar de algemene bevolking of naar verbetering van sportprestaties blijft onbewezen. Stijging van TMAO is consistent gedocumenteerd, maar of die causaal bijdraagt of een epifenomeen is, blijft onderwerp van debat. De GRADE-zekerheid van veel associaties is laag tot matig. Voor laboratoriumonderzoekers markeren deze bevindingen L-carnitine als een waardevol hulpmiddel voor het bestuderen van mitochondriaal metabolisme, interacties tussen darmmicrobioom en gastheer, TMAO-biologie en weefselspecifieke energiehomeostase. De gepolariseerde literatuur—gunstige surrogaatsignalen bij ziekte, nulresultaten in veel gezonde contexten, en ongunstige mechanistische en genetische gegevens rond TMAO—onderstreept de behoefte aan strikt gecontroleerde, langerdurende, op microbioom gestratificeerde preklinische en methodestudies. Het catalogusitem dient daarom als neutraal referentiepunt voor voortgaand laboratoriumonderzoek en niet als enige implicatie van therapeutisch nut.

## Bronnen

• 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.
• 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.

Alle informatie en producten die worden besproken, zijn uitsluitend bedoeld voor laboratorium- en onderzoeksgebruik. Niet voor menselijk of diergeneeskundig gebruik. Niet bedoeld om een ziekte te diagnosticeren, te behandelen, te genezen of te voorkomen.

- Additional metas and reviews on TMAO, heart failure, and performance outcomes (2013–2026) indexed in PubMed and Europe PMC.

Het geheel van bewijs blijft contextspecifiek, heterogeen en gepolariseerd tussen surrogaatvoordelen in omschreven populaties en mechanistische zorgen rond de as microbiota–TMAO.

Alle informatie en producten die worden besproken, zijn uitsluitend bedoeld voor laboratorium- en onderzoeksgebruik. Niet voor menselijk of diergeneeskundig gebruik. Niet bedoeld om een ziekte te diagnosticeren, te behandelen, te genezen of te voorkomen.