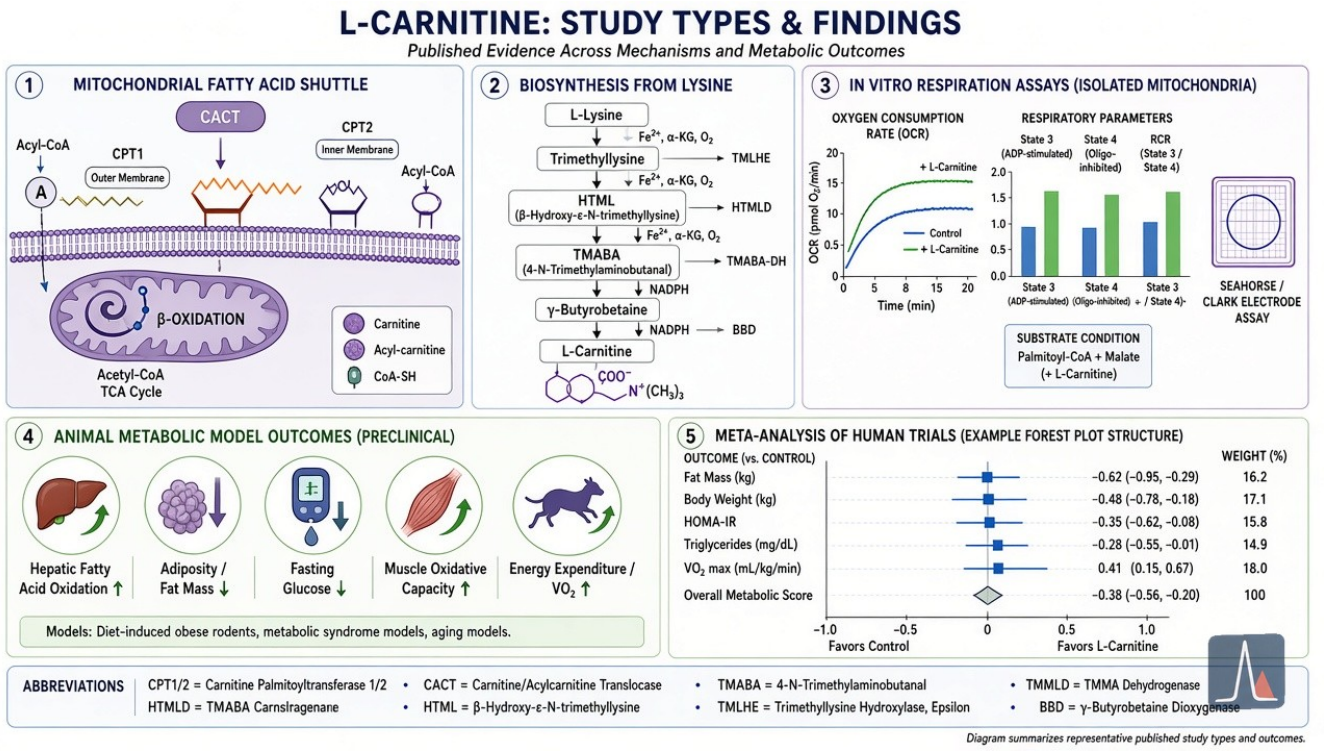
Gepubliceerde rapporten over L-carnitine

27 oktober 2026

Geïndexeerde artikelen karakteriseren L-carnitine als een quaternaire ammoniumverbinding die essentieel is voor het mitochondriale transport van langeketenvetzuren via de carnitineshuttle. Meta-analyses van gerandomiseerde trials rapportere



Geïndexeerde preklinische, biochemische en klinische artikelen beschrijven L-carnitine (levocarnitine; (R)-3-hydroxy-4-(trimethylammonio)butanoaat) als een endogene, voorwaardelijk essentiële quaternaire ammoniumverbinding die uit lysine en methionine wordt gebiosynthetiseerd en fungeert als de verplichte drager van langeketen-vetacylgroepen naar mitochondriën voor β-oxidatie. Laboratoriumverslagen beschrijven de fundamentele biochemie, beschermende effecten in diermodellen van metabole en oxidatieve stress, bescheiden signalen in humane studies naar metabolisme, lipiden, glykemie, ontsteking, inspanning en cardiovasculaire uitkomsten, en terugkerende beperkingen in bewijssyntheses. Deze verslagen stellen gebruik van onderzoeksflesjes niet vast. Materialen op deze site zijn uitsluitend bedoeld voor laboratoriumonderzoek en zijn geen geneesmiddelen. Het rapporteren van gepubliceerde bevindingen is geen aanwijzing om enig materiaal te gebruiken.

Chemische identiteit en cataloguscontext

L-carnitine ($C_7H_{15}NO_3$) is het biologisch actieve L-isomeer van 3-hydroxy-4-N-trimethylaminoboterzuur. Het is bij fysiologische pH zwitterionisch en goed oplosbaar in water. Endogene synthese vertegenwoordigt bij mensen ongeveer een kwart van de lichaamspool; het grootste deel komt uit voedingsbronnen, met name rood vlees. De biosynthese vindt vooral plaats in de lever en de nieren. Weefselconcentraties zijn het hoogst in hart- en skeletspier, die voor energie afhankelijk zijn van vetzuuroxidatie maar niet over het

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.

volledige biosyntheseapparaat beschikken. Transporters zoals OCTN2 (SLC22A5) bemiddelen de cellulaire opname op een natriumafhankelijke manier. De verbinding is voor laboratoriumonderzoek gecatalogiseerd onder het pad /compounds/l-carnitine.

Fundamentele ontdekking, biosynthese en in-vitromechanistische studies (in_vitro- en methodeartikelen, 1905–jaren 2020)

Carnitine werd in 1905 geïsoleerd uit vleeseextracten en de structuur werd in 1927 vastgesteld. De essentiële rol bij vetzuuroxidatie werd begin jaren zestig onafhankelijk vastgesteld. De biosynthese verloopt vanuit peptidegebonden lysine dat posttranslationeel wordt getrimethyleerd tot ε-N-trimethyllysine, vrijkomt door eiwitturnover, vervolgens wordt gehydroxyleerd door trimethyllysinedioxygenase (waarvoor ascorbaat en ijzer nodig zijn), gesplitst, geoxideerd tot γ-butyrobetaïne en ten slotte gehydroxyleerd door γ-butyrobetaïnedioxygenase (BBOX). De route vereist vitamine C, vitamine B6, niacine en ijzer. In-vitrostudies met geïsoleerde mitochondriën, gekweekte cellen (hepatocyten, myocyten, neuronale lijnen) en enzymbepalingen definieerden de carnitineshuttle: carnitinepalmitoyltransferase 1 (CPT1, buitenste mitochondriale membraan, geremd door malonyl-CoA) draagt de acylgroep over van CoA naar carnitine; het acylcarnitine wordt getransloceerd door carnitine-acylcarnitinetranslocase (CACT/SLC25A20); CPT2 aan de binnenzijde regenereert acyl-CoA in de matrix voor β-oxidatie. Aanvullend in-vitrowerk heeft acylbuffering, handhaving van de mitochondriale acetyl-CoA/CoA-verhouding, stimulatie van pyruvaatdehydrogenase in sommige preparaten, vermindering van door lipideperoxidatie geïnduceerde membraanpermeabiliteitstransitie, en modulatie van mitochondriale respiratie en ROS-productie onderzocht. Studies in oöcyt- en embryokweekmodellen hebben een verbeterd mitochondriaal membraanpotentiaal en ATP-gehalte bij blootstelling aan L-carnitine gerapporteerd. Methodeartikelen hebben gevoelige bepalingen voor vrij en acylcarnitines ontwikkeld met tandemmassaspectrometrie. !Schematische weergave van de mitochondriale carnitineshuttle Abstracte weergave van het fundamentele carnitineshuttlemechanisme dat in in-vitro- en methodestudies is onderzocht.

Preklinische diermodellen van metabole disfunctie, oxidatieve stress, cardiovasculair letsel en orgaanbescherming (dierstudies, jaren 1970–2026)

Knaagdier- en konijnenmodellen van obesitas door een vetrijk dieet, streptozotocinediabetes, methionine-choline-deficiënte NAFLD, door isoproterenol geïnduceerd myocardletsel, experimentele auto-immuunmyocarditis, door fructose geïnduceerde oxidatieve stress en ischemie-reperfusie zijn gebruikt om L-carnitine te onderzoeken. Gerapporteerde uitkomsten omvatten verbeterde insulinegevoeligheid, lagere circulerende en ectopische lipiden, afgezwakte hepatische steatose en fibrose, behouden cardiale contractiele functie en energetica, kleinere infarctgrootte of rechterventrikelremodellering, lagere markers van oxidatieve stress (MDA), verhoogd glutathion en activiteit van antioxidante enzymen, verlaagde pro-inflammatoire cytokinen (TNF-α, IL-6, IL-1β), neerwaarts gereguleerde NF-κB- en STAT3-routes, opwaarts gereguleerde expressie van CPT1B, OCTN2 en PGC-1α, en verbeterde mitochondriale respiratie en ATP-productie. In sommige inspannings- of metabole-stressmodellen zijn verminderde lactaataccumulatie en betere

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.

uithoudingsparameters opgemerkt. Neuroprotectiemodellen (cerebrale ischemie, ruggenmergletsel) hebben kleinere laesievolumes, minder apoptose en functionele verbeteringen gerapporteerd. Effecten worden vaak gekoppeld aan herstelde carnitinehomeostase, versterkte β-oxidatie en vermindering van lipotoxiciteit. Beperkingen die in deze studies worden genoemd, zijn modelspecifieke dosering, korte observatieperioden en wisselende vertaling naar de humane fysiologie. !Schematische weergave van een preklinisch diermodel Schematische samenvatting van gerapporteerde uitkomsten in diermodellen van metabole disfunctie en oxidatieve stress.

Humane farmacokinetiek, inspanningsfysiologie en gerandomiseerde trials naar metabole, lipiden-, glykemische, inflammatoire en cardiovasculaire uitkomsten (klinische farmacologie, RCT en meta-analyseartikelen, jaren 1990–2026)

Oraal L-carnitine vertoont dosisafhankelijke biologische beschikbaarheid (doorgaans 5–20% bij supplementdoses), met piekplasmaconcentraties binnen enkele uren en renale uitscheiding van het overschot. Gerandomiseerde placebogecontroleerde trials en latere meta-analyses (vaak 1–4 g/dag gedurende 8–24 weken) bij volwassenen met overgewicht of obesitas, patiënten met type 2-diabetes of verminderde glucosetolerantie en vrouwen met PCOS hebben bescheiden verlagingen gerapporteerd van lichaamsgewicht (ongeveer 1,1–1,3 kg), BMI (ongeveer 0,3–0,4 kg/m^2), middelomtrek, nuchtere plasmaglucose, HbA1c, HOMA-IR, totaalcholesterol, LDL-cholesterol, triglyceriden, CRP, IL-6, TNF-α, malondialdehyde en leptine, met incidentele stijgingen van de totale antioxidantcapaciteit. Effecten lijken sterker bij doses 2g/dag, duur 12weken en in populaties met verhoogde uitgangswaarden voor BMI of metabole markers. In hemodialysecohorten beschrijven sommige rapporten verbeterde voedingsindices (albumine, prealbumine) en minder dialysegerelateerde hypotensie of spierkrampen, hoewel antropometrische veranderingen vaak ontbreken. Inspanningsfysiologische studies (acuut 2–15 g of chronisch 2–3 g/dag gedurende 2–24 weken) bij getrainde personen hebben in gepoolde analyses verbeteringen laten zien in geselecteerde uithoudingsparameters, een hogere VO_2max en lagere bloedlactaatwaarden na inspanning; een consistente toename van vetoxidatie tijdens inspanning wordt echter niet ondersteund. Cardiovasculaire trials en gepoolde analyses hebben in sommige CAD-populaties verlagingen van de anginafrequentie, ventriculaire aritmieën en totale sterfte gerapporteerd, met wisselende bevindingen voor ziekenhuisopname wegens hartfalen of re-infarct. Hoge statistische heterogeniteit (I^2 vaak >80%) en wisselend risico op bias worden herhaaldelijk genoemd. !Schematische weergave van humane RCT's en meta-analyses Weergave van gerapporteerde bevindingen uit gerandomiseerde trials en meta-analyses naar metabole en inspanningsuitkomsten.

Bredere klinische rapporten in reproductieve endocrinologie, dialyse, stemmingsstoornissen (acetyl-L-carnitine) en andere gebieden (RCT's, meta-analyses en gepoolde analyses, 2000–2026)

Bij vrouwen met PCOS hebben meta-analyses van gerandomiseerde trials verbeterde ovulatiepercentages, zwangerschapspercentages, endometriumdikte en insulinegevoeligheid bij L-carnitinesuppletie gerapporteerd. Trials naar mannelijke onvruchtbaarheid hebben in

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.

sommige gepoolde analyses verbeteringen in spermaconcentratie, motiliteit en morfologie beschreven. Studies met acetyl-L-carnitine (verwant maar onderscheiden) zijn onderzocht bij stemmingsstoornissen; meta-analyses rapporteren in sommige subgroepen (oudere volwassenen, therapieresistente depressie) verlagingen van depressieve symptomen die vergelijkbaar zijn met standaardantidepressiva, met een gunstig veiligheidsprofiel. Dialysegerelateerde rapporten omvatten verbeterde anemiecorrectie in combinatie met erytropoëtine en een lagere incidentie van hypotensie bij langdurige orale suppletie (>12 weken, >4,2 g/week). Er bestaan pilotgegevens voor niet-alcoholische leververvetting (verlaagde leverenzymen) en symptomen van artrose. Veel van deze domeinen berusten op kleine tot middelgrote trials met methodologische heterogeniteit. !Schematische weergave van bredere klinische rapporten Abstracte weergave van bevindingen uit bredere klinische domeinen, waaronder reproductieve en dialyserapporten.

Recente systematische reviews, umbrella-reviews, regelgevende context en terugkerende beperkingen (review-, meta-analyse-, umbrella- en scopingartikelen, 2020–2026)

Systematische reviews en meta-analyses uit 2020–2026, waaronder dosis-respons- en umbrella-syntheses, hebben over het algemeen kleine tot matige verbeteringen bevestigd in antropometrische indices, lipidenparameters, glykemische controle en inflammatoire markers, met name bij populaties met overgewicht, obesitas of type 2-diabetes. Een umbrella-meta-analyse uit 2025 ondersteunde verlagingen van gewicht, BMI en middelomtrek. Op inspanning gerichte systematische reviews (waaronder een analyse uit 2026 van 18 studies) rapporteren geselecteerde voordelen voor uithoudingsprestaties en lager lactaat, maar merken consistent het ontbreken van betrouwbare effecten op substraatoxidatie op, wat de historische reputatie als “fat-burner” ter discussie stelt. Meta-analyses naar ontsteking en cardiometabole uitkomsten (2023–2024) rapporteren verlaging van CRP, IL-6, TNF-α en MDA, en verbeteringen in TAC, ALT en AST. Cardiovasculaire syntheses noemen mogelijke voordelen voor symptomen en sterfte bij CAD, maar gemengde of onbesliste resultaten voor hartfalen en langetermijnharde uitkomsten. De regelgevende status omvat registratie op recept voor primaire en secundaire carnitinedeficiëntiesyndromen en voor carnitinedepletie bij langdurige hemodialyse; daarbuiten is het in de meeste rechtsgebieden beschikbaar als voedingssupplement. Terugkerende beperkingen in de literatuur zijn hoge statistische heterogeniteit, wisselend risico op bias (weinig trials met een laag risico beoordeeld), bescheiden absolute effectgroottes met onzekere klinische betekenis, populatie- en dosisspecificiteit van voordelen, korte trialduur ten opzichte van chronische ziekte, mogelijke publicatiebias in geselecteerde domeinen, en de mogelijkheid van door darmmicrobiota gemedieerde omzetting tot trimethylamine-N-oxide (TMAO), waarvan de observationele associatie met cardiovasculair risico mechanistisch omstreden blijft. Grotere, langere en strenger opgezette trials met gestandaardiseerde eindpunten en diverse populaties worden herhaaldelijk gevraagd. !Schematische weergave van recente reviews en beperkingen Schematisch overzicht van terugkerende bevindingen, heterogeniteit en beperkingen in bewijssyntheses uit 2020–2026.

Bewijscontext en terugkerende beperkingen

De gepubliceerde literatuur plaatst L-carnitine als een goed gekarakteriseerde mitochondriale

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.

cofactor met robuuste mechanistische onderbouwing voor vetzuurtransport en acylbuffering, gerepliceerde maar bescheiden signalen in preklinische metabole en cardioprotectieve modellen, en kleine tot matige effecten op surrogaatmarkers voor metabolisme, lipiden, glykemie en ontsteking in geselecteerde humane populaties. Voordelen lijken het meest consistent wanneer de carnitinestatus bij aanvang laag is of de metabole belasting hoog is. Hoge heterogeniteit, risico op bias, contextafhankelijke responsen, bescheiden absolute veranderingen, inconsistente replicatie op harde klinische uitkomsten en hiaten in langetermijngegevens over veiligheid en werkzaamheid beperken echter sterke conclusies. Vorming van TMAO en een wisselende individuele respons compliceren de interpretatie verder. Er bestaan geen brede regelgevende goedkeuringen voor gewichtsbeheersing, verbetering van sportprestaties, cardiometabole preventie of de meeste aanvullende indicaties buiten gedocumenteerde deficiëntietoestanden. De bewijsbasis ondersteunt voortgezet laboratoriumonderzoek naar mitochondriale bio-energetica en metabole regulatie, maar ondersteunt geen extrapolatie naar klinisch gebruik van onderzoeksmaterialen.

Bronnen

• The effects of L-carnitine supplementation on inflammatory and anti-inflammatory markers in adults: a systematic review and dose-response meta-analysis. Inflammopharmacology. 2023. doi:10.1007/s10787-023-01323-9. PMID: 37656233.
• Beneficial effects of l-carnitine supplementation for weight management in overweight and obese adults: An updated systematic review and dose-response meta-analysis of randomized controlled trials. Pharmacol Res. 2020. doi:10.1016/j.phrs.2019.104554.
• The Effects of L-Carnitine Supplementation on Weight Loss, Glycemic Control, and Cardiovascular Risk Factors in Patients With Type 2 Diabetes: A Systematic Review and Dose-response Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. Clin Ther. 2024. doi:10.1016/j.clinthera.2024.02.010 (approximate from search).
• The effect of L-carnitine supplementation on lipid profile in adults: an umbrella meta-analysis on interventional meta-analyses. PubMed. 2023. PMID: 37727632.
• Acute and Chronic L-Carnitine Supplementation Enhances Endurance Performance Without Consistent Effects on Substrate Oxidation in Active Individuals: A Systematic Review. Int J Sport Nutr Exerc Metab. 2026 (ahead of print).
• The Role of l-Carnitine in Mitochondria, Prevention of Metabolic Inflexibility and Disease Initiation. Int J Mol Sci. 2022. doi:10.3390/ijms23052717.
• Carnitines as Mitochondrial Modulators of Oocyte and Embryo Bioenergetics. Antioxidants (Basel). 2022. doi:10.3390/antiox11040745.
• Additional primary literature accessed via PubMed and Europe PMC (DOIs and PMIDs as listed in tool results). All citations reflect indexed papers available as of 2026.

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.