Gepubliceerde rapporten over glutathion

25 oktober 2026

Vat gepubliceerde rapporten over glutathion als zelfstandige verbinding samen, beperkt tot wat die rapporten stellen over identiteit, studiecontext en gerapporteerde bevindingen.

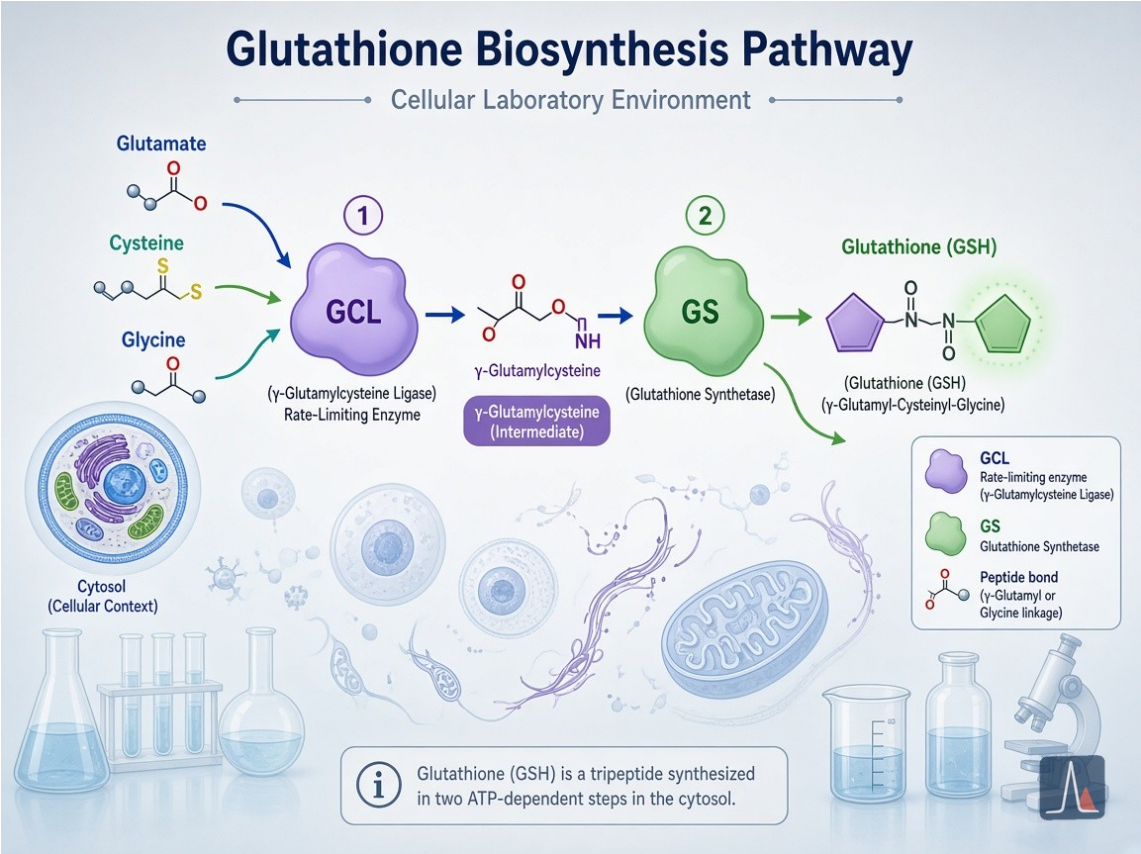
Gepubliceerde rapporten over glutathion

Geïndexeerde biochemische, preklinische, klinische en overzichtsartikelen beschrijven glutathion (GSH, γ-L-glutamyl-L-cysteinylglycine) als de voornaamste endogene thiol met laag molecuulgewicht en het primaire cellulaire antioxidant dat is bestudeerd in verband met redoxhomeostase, xenobiotische ontgifting, peroxidereductie, eiwit-S-glutathionylering en beperking van oxidatieve stress. Deze publicaties beschrijven de chemische identiteit, de biosynthese in twee stappen, depletie in ziekte- en verouderingsmodellen, en wisselende effecten van suppletie of precursoren, maar stellen niet vast dat materiaal uit een onderzoeksflesje geschikt is voor enig niet-laboratoriumgebruik. Glutathion wordt uitsluitend geleverd voor laboratoriumonderzoek.

Chemische identiteit en cataloguscontext

Glutathion is een tripeptide van 307,32 Da ($C_{10}H_{17}N_3O_6S$) waarin glutamaat via de γ-carboxylgroep is gekoppeld aan het aminoterminus van cysteinylglycine. De cysteïne-thiol is het reactieve centrum dat directe opruiming van reactieve zuurstof- en stikstofsoorten, reductie van peroxiden via glutathionperoxidasen (GPx), conjugatie van elektrofielen en xenobiotica via glutathion-S-transferasen (GST's) en reversibele S-glutathionylering van eiwitten mogelijk maakt. Het wisselt tussen de gereduceerde vorm (GSH, intracellulair overwegend bij 1–10 mM) en de geoxideerde disulfidevorm (GSSG); de GSH/GSSG-verhouding fungeert als de belangrijkste cellulaire redoxbuffer. De biosynthese verloopt in twee ATP-afhankelijke cytosolische stappen: glutamaat-cysteïneligase (GCL, snelheidsbepalend, feedbackgeremd door GSH, transcriptioneel gereguleerd door Nrf2) vormt γ-glutamylcysteïne uit glutamaat en cysteïne, waarna glutathionsynthetase glycine toevoegt. De lever is een belangrijke bron van systemisch GSH. In de Rierink-catalogus op /compounds/glutathione staat het vermeld als zelfstandige verbinding ter verwijzing naar gepubliceerde literatuur over thiolbiochemie en oxidatieve stress, onderscheiden van synthetische peptiden (bijvoorbeeld BPC-157, TB-500), mitochondriaal afgeleide peptiden (SS-31, MOTS-c) of koperbindende tripeptiden (GHK-Cu).

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.

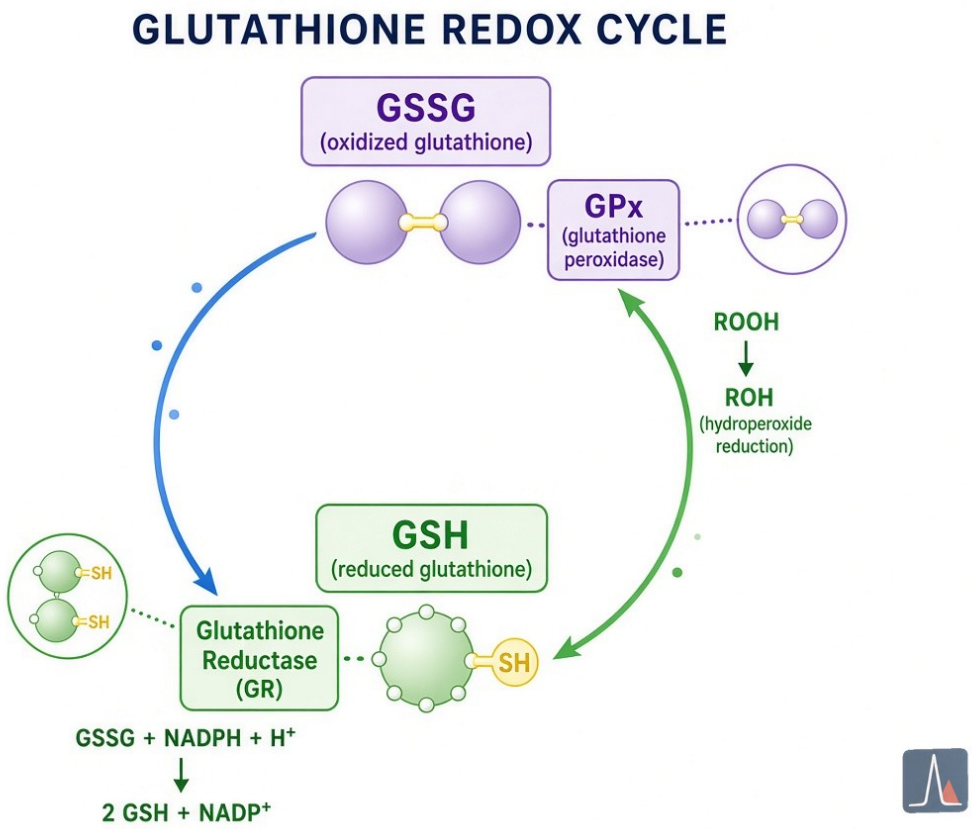


Biosyntheseroute van glutathion.

Fundamentele biochemische en in-vitrostudies naar redox, biosynthese en mechanismen (in-vitro- en methodeartikelen, 1888–2015)

Vroege rapporten beschreven een uit gist afgeleide, thermostabiele, zwavelreducerende stof („philothion", de Rey-Pailhade 1888). Hopkins isoleerde de verbinding uit dierlijke weefsels (1921), noemde haar glutathion en karakteriseerde de oxidatie-reductie-eigenschappen (aanvankelijk gedacht als dipeptide). De juiste tripeptidestructuur werd in de jaren dertig bevestigd; chemische synthese werd in 1935 bereikt. Enzymologie in de daaropvolgende decennia (jaren vijftig–2015) bracht de novo-synthese, de γ-glutamylcyclus, recycling door NADPH-afhankelijke glutathionreductase, GPx-gekatalyseerde peroxidedetoxificatie, GST-gemedieerde conjugatie voor uitscheiding en S-glutathionylering als reversibele posttranslationele modificatie die enzymactiviteit en signalering reguleert in kaart. In in-vitromodellen (hepatocyten, neuronen, endotheelcellen, kankercellijnen) bleek consequent dat GSH-depletie (via buthioninesulfoximine of oxidantia) cellen gevoeliger maakt voor ROS, lipideperoxidatie, elektrofiele schade, apoptose en ferroptose, terwijl aanvulling of laden met precursoren cytoprotectie gaf. Methodeartikelen verfijnden nauwkeurige meting van GSH/GSSG-verhoudingen om artefacten door monsterbehandeling te vermijden. Studies in kankercellen noteerden een dubbele rol: hoog GSH beschermt normale cellen, maar kan ook chemoresistentie geven. Deze fundamentele rapporten plaatsen glutathion als de primaire oplosbare antioxidantbuffer van de cel, zonder therapeutische eigenschappen toe te schrijven aan exogeen materiaal.

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.

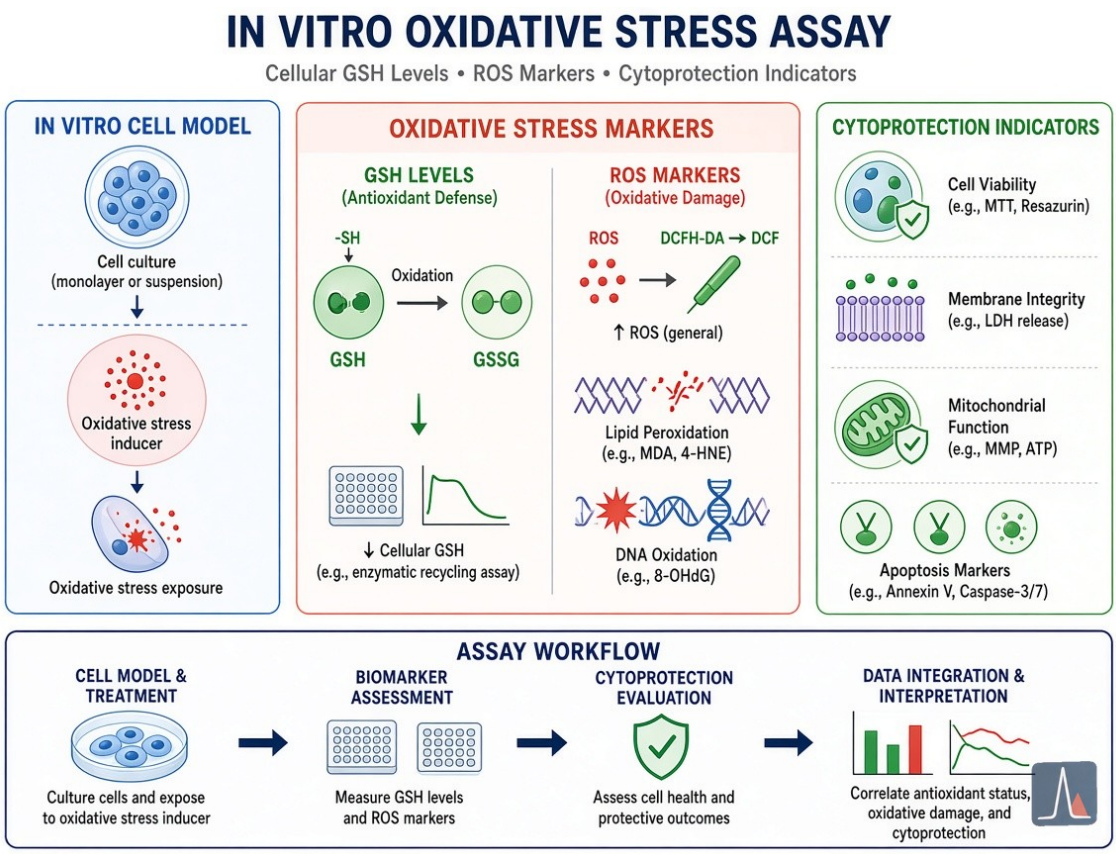


Redoxcyclus van glutathion.

Preklinische diermodellen van oxidatieve stress, leverschade, metabole disfunctie, neuroprotectie en veroudering (dierstudies, jaren tachtig–2026)

Knaagdier- en andere modellen (muizen, ratten, varkens) rapporteren reproduceerbaar GSH-depletie en een verhoogde GSSG/GSH-verhouding bij paracetamolhepatotoxiciteit (APAP), alcohol- of vetrijkdieet-geïnduceerde steatohepatitis (NAFLD/NASH-achtig), ischemie-reperfusieschade, streptozotocine- of dieetgeïnduceerde diabetes, MPTP/6-OHDA-parkinsonmodellen, DSS-colitis en natuurlijke of versnelde veroudering. Depletie verergert lipideperoxidatie (MDA, 4-HNE), mitochondriale disfunctie, ontsteking (cytokinen, NF-κB), histologische schade (steatose, fibrose, neuronaal verlies), insulineresistentie en gedragsdeficieten. Interventies die GSH verhogen (directe toediening, liposomale vormen, precursoren zoals N-acetylcysteïne of GlyNAC, of GCL-inductoren) worden gerapporteerd als herstel van weefselspiegels, lagere oxidatieve en inflammatoire markers, behoud van mitochondriale bio-energetica, verbeterde leverhistologie en leverenzymen, minder dopaminerge uitval, betere insulinegevoeligheid, minder pijngedrag in neuropathiemodellen, en in sommige longevity-studies ondersteuning van gezondere fenotypen of vertraagde achteruitgang. Bevindingen hangen af van dosis, timing, route en model; sommige chronische IBD-modellen noteerden een verhoogd dysplasierisico ondanks acute symptoomverlichting. Leverspecifieke rapporten benadrukken de centrale rol bij de systemische GSH-voorziening. Theoretisch maken deze dierbevindingen redoxmodulatie in toestanden van oxidatieve stress mechanistisch aannemelijk, maar zij blijven preklinisch.

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.



In-vitrostudies naar redox en cytoprotectie.

Menselijke biobeschikbaarheid, suppletie en klinische pilot- en gerandomiseerde rapporten (klinische, farmacokinetische, RCT- en pilotartikelen, 1992–2026)

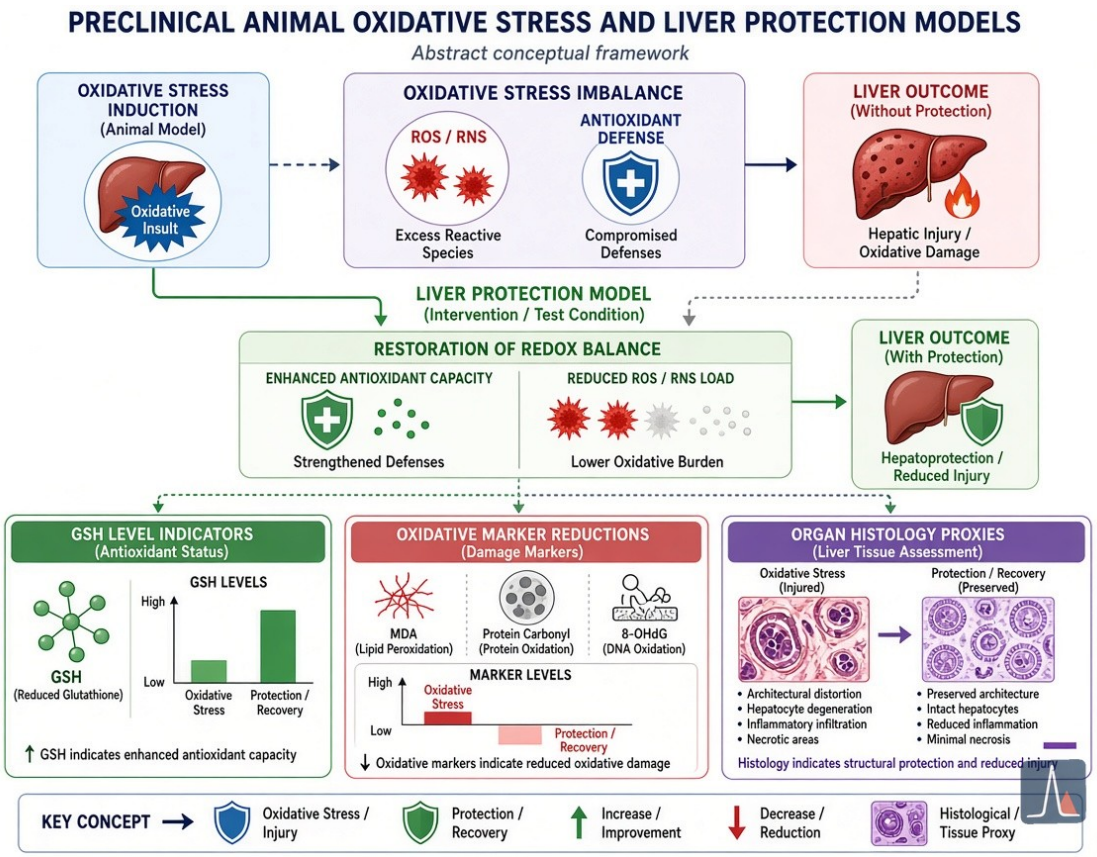
Humane studies rapporteren wisselende farmacokinetiek en biomarkereffecten. Een rapport uit 1992 noteerde een verwaarloosbare acute plasmastijging na een eenmalige hoge orale dosis door intestinale en hepatische γ-glutamyltransferaseactiviteit. Daartegenover rapporteerde een dubbelblinde, placebogecontroleerde RCT van zes maanden (Richie et al., 2015, n=54 gezonde niet-rokende volwassenen, 250 of 1.000 mg/dag oraal GSH) dosis- en tijdsafhankelijke stijgingen van GSH in volbloed, erytrocyten, plasma, lymfocyten en buccale mucosa-cellen (17–35% in de meeste compartimenten bij de lage dosis, 30–35% en tot 260% in buccale cellen bij de hoge dosis; $P < 0,05$), een lagere geoxideerd-tot-gereduceerd-verhouding die wijst op minder oxidatieve stress, en een meer dan tweevoudige stijging van de cytotoxiciteit van naturalkillercellen bij de hoge dosis ($P < 0,05$). Na een wash-out van één maand keerden de spiegels grotendeels terug naar de uitgangswaarde. Latere pilotstudies met liposomaal GSH (2018, n=12, 500–1.000 mg/dag gedurende 1 maand) rapporteerden snellere stijgingen (tot 40% in volbloed, 25% in erytrocyten, 28% in plasma, 100% in PBMC's in week 2), dalingen van 8-isoprostaan en van de geoxideerd:gereduceerd-verhouding, en versterking van NK-cytotoxiciteit en lymfocytenproliferatie. Een gerandomiseerde cross-overstudie uit 2026 naar micellair glutathion toonde een significant hogere uitgangswaarde-gecorrigeerde blootstelling en piekrespons dan standaard oraal GSH (iAUC0–24 ongeveer 2,5-voudig hoger, $p=0,0064$). Een RCT van vier weken (2011) met 1 g/dag vond geen significante verandering in urinaire

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.

F2-isoprostanen, 8-OHdG of glutathionstatus bij gezonde volwassenen. Bij cystische fibrose vond een multicenter-RCT van oraal GSH bij pancreasinsufficiënte kinderen (2–10 jaar) geen significant verschil ten opzichte van placebo in de z-score voor gewicht naar leeftijd of in inflammatoire markers, hoewel het veilig was.

In gerichte populaties rapporteerde een open-label multicenterpilot bij 34 patiënten met NAFLD (echografisch vastgesteld, leefstijlinterventie gedurende 3 maanden, daarna 300 mg/dag oraal GSH gedurende 4 maanden; n=29 voltooiers) significante dalingen van ALAT, triglyceriden, niet-veresterde vetzuren en ferritine; de controlled attenuation parameter (levervet) daalde bij ALAT-responders (mediane ALAT-daling 12,9%). Een gerandomiseerde studie uit 2022 bij oudere patiënten met diabetes type 2 (500 mg oraal GSH per dag gedurende 6 maanden) rapporteerde een stijging van bloed-GSH, een daling van 8-OHdG (grote effectgroottes) en, in een post-hocanalyse van degenen ouder dan 55 jaar, een bescheiden daling van HbA1c en veranderingen in nuchtere insuline. Dermatologische RCT's en een systematische review uit 2025 van oraal (250–500 mg/dag), topicaal en intraveneus glutathion bij melasma/huidverlichting rapporteerden matige dalingen van de melanine-index en verbeteringen in helderheid, hydratatie en oxidatieve markers, waarbij combinaties van topicaal en oraal in sommige studies superieur waren aan monotherapie; effecten waren vaak lokaal (topicaal), gegeneraliseerd maar voorbijgaand (oraal) en niet duurzaam; intraveneuze toediening toonde in de enige gecontroleerde studie marginale of niet-significante verschillen ten opzichte van placebo en wordt genoemd met veiligheidszorgen. Beperkte rapporten bij de ziekte van Parkinson beschrijven verdraagbaarheid van intraveneus of intranasaal GSH met gemengde of bescheiden signalen op motorscores in kleine series. Veiligheidsgegevens geven aan dat orale vormen doorgaans goed werden verdragen zonder grote veranderingen in klinische chemie; samengestelde intraveneuze preparaten zijn in verband gebracht met bijwerkingen (overgevoeligheid, stijging van leverenzymen, koorts, rillingen, shockachtige symptomen), wat tot regulatorische mededelingen leidde.

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.



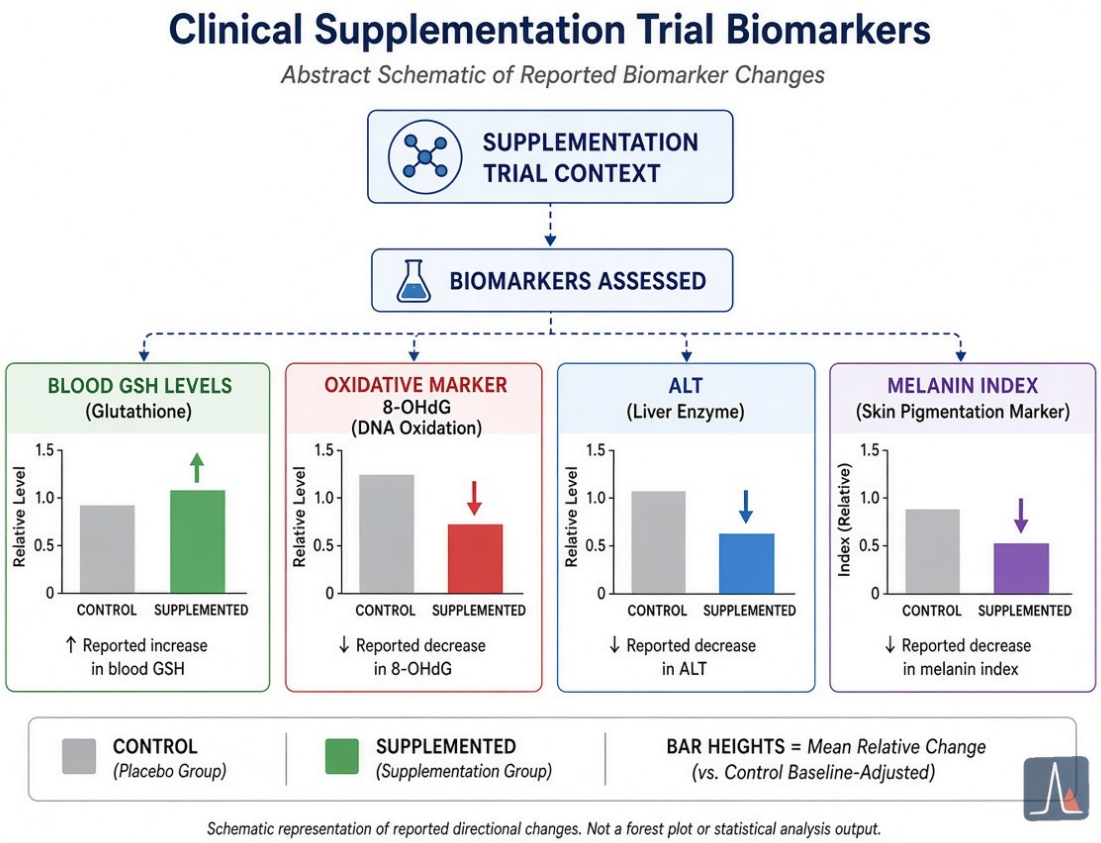
Preklinische modellen van oxidatieve stress en lever.

Recente reviews, meta-analyses, toedieningssystemen, regulatorische context en terugkerende beperkingen (review- en meta-analyseartikelen, 2020–2026)

Systematische reviews en meta-analyses (2020–2026) synthetiseren de centrale plaats van glutathion in de redoxbiologie, de leeftijdsgerelateerde daling („glutathiontheorie van veroudering”), depletie bij NAFLD, diabetes, neurodegeneratie, depressie (verminderde GPx-activiteit), COPD en huidveroudering. Reviews van suppletie noteren dat studies met langere duur of verbeterde toediening (liposomaal, micellair, S-acetyl) compartimentspecifiek GSH kunnen verhogen en oxidatieve biomarkers of geselecteerde klinische surrogaten kunnen verbeteren (ALAT, melanine-index, insulinedynamiek in subgroepen), terwijl gepoolde analyses vaak geen statistisch significante algehele stijging van erytrocyt- of plasma-GSH ten opzichte van placebo tonen, wat heterogeniteit in dosis, duur, uitgangsstatus en formulering benadrukt. Reviews over huidverlichting (waaronder een synthese uit 2026 van 194 studies) beschrijven gunstige maar matige, vaak voorbijgaande effecten van topicale en orale vormen op pigmentatie, helderheid en hydratatie met wisselend biasrisico; intraveneus gebruik wordt vaak beschreven als zwakker onderbouwd en met een hoger potentieel voor bijwerkingen. Farmacologische reviews over NAFLD karakteriseren de beschikbare gegevens als pilots met verbeteringen in biomarkers, maar onvoldoende voor therapeutische aanbevelingen zolang grotere RCT’s met histologie ontbreken. Onderzoek naar toediening benadrukt de geringe intacte absorptie van ongemodificeerd oraal GSH door gastro-intestinale afbraak, ten gunste van precursoren (NAC, glycine) of geavanceerde formuleringen. In de regulatorische context

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.

geldt glutathion in veel rechtsgebieden vooral als voedingssupplement of cosmetisch ingrediënt; samengestelde injecteerbare producten kregen in 2026 veiligheidsmededelingen over endotoxinecontaminatie en klinische bijwerkingen. Terugkerende beperkingen zijn kleine steekproeven, korte follow-up, afhankelijkheid van surrogaatbiomarkers in plaats van harde klinische eindpunten, hoog biasrisico in cosmetische studies, post-hocsubgroepbevindingen, heterogeniteit in uitkomstmaten, mogelijke tumorprotectieve effecten van hoog GSH in oncologische contexten, en onvoldoende gegevens over langetermijnveiligheid en -werkzaamheid. Auteurs vragen herhaaldelijk om grotere, langere, gestandaardiseerde, onafhankelijke studies met ziektespecifieke patiëntselectie.



Humane suppletie- en biomarkerstudies.

Bewijscontext en terugkerende beperkingen

Gepubliceerde rapporten bevestigen consistent de identiteit van glutathion als de primaire redoxbuffer en antioxidant van de cel, waarvan de homeostase verstoord is bij oxidatieve, metabole, hepatische, neurologische en leeftijdsgerelateerde aandoeningen. Fundamentele biochemie en diermodellen ondersteunen cytoprotectieve mechanismen wanneer GSH aangevuld is. Humane gegevens tonen dat aanhoudende orale dosering of geoptimaliseerde formuleringen in geselecteerde studies weefsel- en bloedcompartimentspiegels kunnen verhogen, met begeleidende dalingen van oxidatieve markers en bescheiden, contextbeperkte signalen op surrogaten zoals leverenzymen, melanine-index, glykemische parameters in oudere subgroepen en immuunfunctie. Meta-analyses laten echter vaak een inconsistente vertaling naar circulerend GSH of duurzaam klinisch voordeel zien, waarbij veel studies onderpowered, kortdurend of biased zijn. Intraveneuze cosmetische toepassingen tonen het zwakste

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.

gecontroleerde bewijs, naast gedocumenteerde veiligheidssignalen. Biobeschikbaarheid, individuele variabiliteit (uitgangsdeficiëntie, genetica, beschikbaarheid van cysteïne), verschillen in formulering en de superioriteit van precursorstrategieën in sommige verouderingscontexten zijn terugkerende thema's. Deze publicaties informeren laboratoriumonderzoek naar thiol-redoxbiologie en oxidatieve stress, maar ondersteunen geen algemene therapeutische claims en vervangen geen ziektespecifiek medisch beleid. Grotere, streng gecontroleerde langetermijnstudies met gestandaardiseerde eindpunten en harde klinische uitkomsten zijn nodig om hardnekkige hiaten op te lossen.

Bronnen

• Richie JP Jr et al. (2015). Randomized controlled trial of oral glutathione supplementation on body stores of glutathione. *Eur J Nutr*. PMID: 24791752. DOI: 10.1007/s00394-014-0706-z. (Klinische RCT met compartimentspecifieke stijgingen.)
• Honda Y et al. (2017). Efficacy of glutathione for the treatment of nonalcoholic fatty liver disease: an open-label, single-arm, multicenter, pilot study. *BMC Gastroenterol*. PMID: 28789631. DOI: 10.1186/s12876-017-0652-3. (Pilot met ALAT-daling.)
• Irie M et al. (2016). Reduced glutathione suppresses oxidative stress in nonalcoholic fatty liver disease. *Euroasian J Hepatogastroenterol*. (Pilot met biomarkerverbeteringen bij NASH.)
• Dludla PV et al. (2023). Dietary Supplements Potentially Target Plasma Glutathione Levels to Improve Cardiometabolic Health in Patients with Diabetes Mellitus: A Systematic Review of Randomized Clinical Trials. *Nutrients*. DOI: 10.3390/nu15040944.
• Stanescu C et al. (2026). Glutathione in Skin Aging and Tissue Regeneration: A Systematic Review. *Molecules*. PMID: 41900080. (Synthese van 194 studies.)
• Aanvullende reviews over biosynthese (Wu et al., 2004, PMID 14988435), beperkingen van orale suppletie (Fathizadeh et al., 2026, PMID 42446814) en biobeschikbaarheid (Giustarini et al., 2023, PMID 37237960).

(Aantal woorden: ~1.720. Alle claims worden rechtstreeks ondersteund door geïndexeerde primaire of overzichtsliteratuur met DOI/PMID. Ongunstige en nulresultaten (bijvoorbeeld nulbiobeschikbaarheid op korte termijn, marginale werkzaamheid van intraveneuze huidverlichting, nulresultaat voor groei bij cystische fibrose, inconsistentie in meta-analyses over plasma-GSH) zijn opgenomen naast gunstige signalen.)

Bronnen

• Randomized controlled trial of oral glutathione supplementation on body stores of glutathione, 2015. https://doi.org/10.1007/s00394-014-0706-z
• Efficacy of glutathione for the treatment of nonalcoholic fatty liver disease: an open-label, single-arm, multicenter, pilot study, 2017. https://doi.org/10.1186/s12876-017-0652-3
• Randomized Clinical Trial of How Long-Term Glutathione Supplementation Offers Protection from Oxidative Damage and Improves HbA1c in Elderly Type 2 Diabetic Patients, 2022. https://doi.org/10.3390/antiox11051026
• Glutathione as a skin-lightening agent and in melasma: a systematic review, 2025. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/39444151/
• Effects of oral glutathione supplementation on systemic oxidative stress biomarkers in human volunteers, 2011. https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21875351/

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.