Gepubliceerde rapporten over GHK-Cu

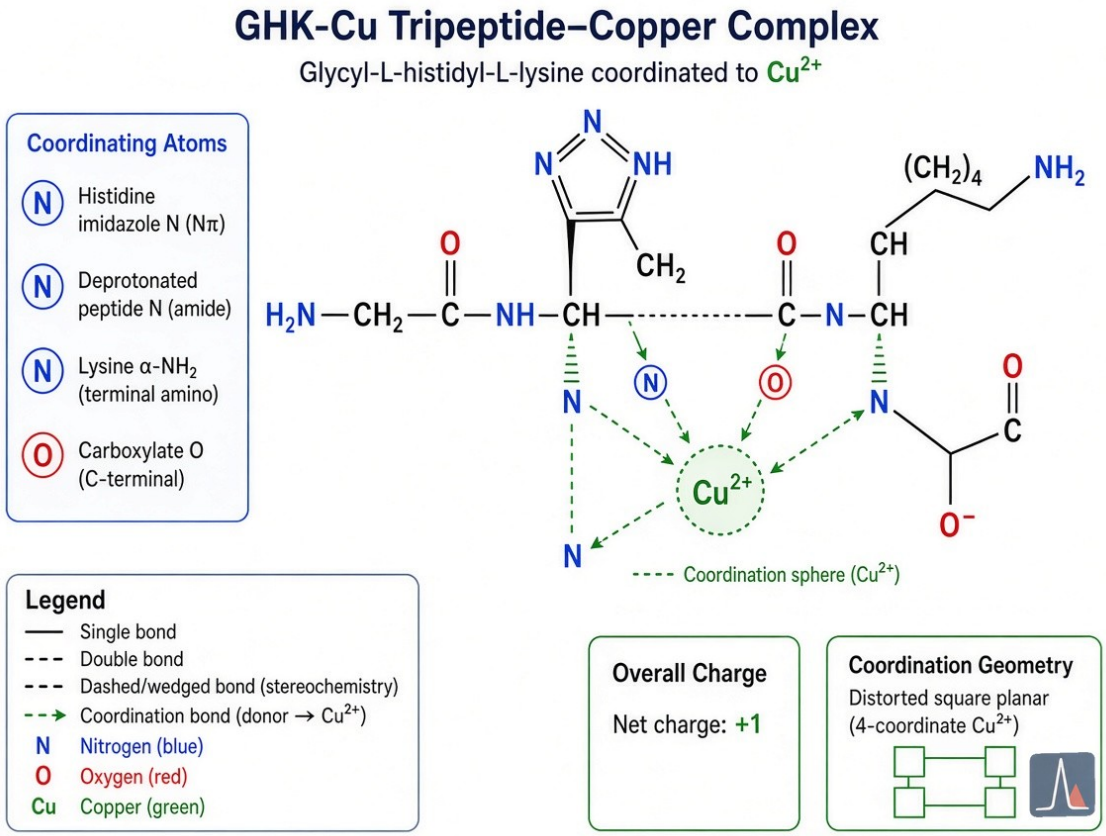
23 oktober 2026

Geïndexeerde cel-, dier- en cosmeticawetenschappelijke artikelen beschrijven GHK-Cu als een koperbindend tripeptide dat is bestudeerd op genexpressie- en matrixuitkomsten, onderscheiden van het op SNARE gerichte cosmetische octapeptide en d

Gepubliceerde rapporten over GHK-Cu

Geïndexeerde cel-, dier- en cosmeticawetenschappelijke artikelen beschrijven GHK-Cu als een koperbindend tripeptide dat is bestudeerd op genexpressie- en matrixuitkomsten, onderscheiden van het op SNARE gerichte cosmetische octapeptide en de al kort besproken peptides uit letselmodellen, en die gegevens stellen gebruik van het onderzoeksflesje niet vast. GHK-Cu is uitsluitend voor laboratoriumonderzoek.

Deze gegevens stellen niet vast dat enig onderzoeksmateriaal van Rierink een geneesmiddel is, een aandoening behandelt, of veilig of werkzaam is voor gebruik bij mensen of dieren.



Chemische structuur van het glycyl-L-histidyl-L-lysine-kopercomplex.

Chemische identiteit en cataloguscontext

GHK-Cu is het koper(II)-complex van het tripeptide glycyl-L-histidyl-L-lysine. Het apo-peptide GHK komt van nature voor in menselijk plasma, speeksel en urine als een fragment van grotere eiwitten zoals collageen Iα2 en het matricellulaire eiwit SPARC; het functioneert als een matricryptine. GHK bindt Cu^{2+} met hoge affiniteit, vergelijkbaar met de kopertransportplaats op

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.

albumine, en vormt een stabiel GHK-Cu-complex dat zowel als koperafgiftevehikel als als signaalmolecuul kan werken. Plasmaconcentraties van GHK nemen af met de leeftijd, van ongeveer 200 ng/ml bij jongvolwassenen tot ruwweg 80 ng/ml op 60-jarige leeftijd. In de catalogus van Rierink wordt GHK-Cu geleverd als onderzoekskwaliteitsmateriaal voor laboratoriumonderzoek naar effecten op genexpressie, dynamiek van de extracellulaire matrix (ECM) en uitkomsten van cellulaire hermodellering.

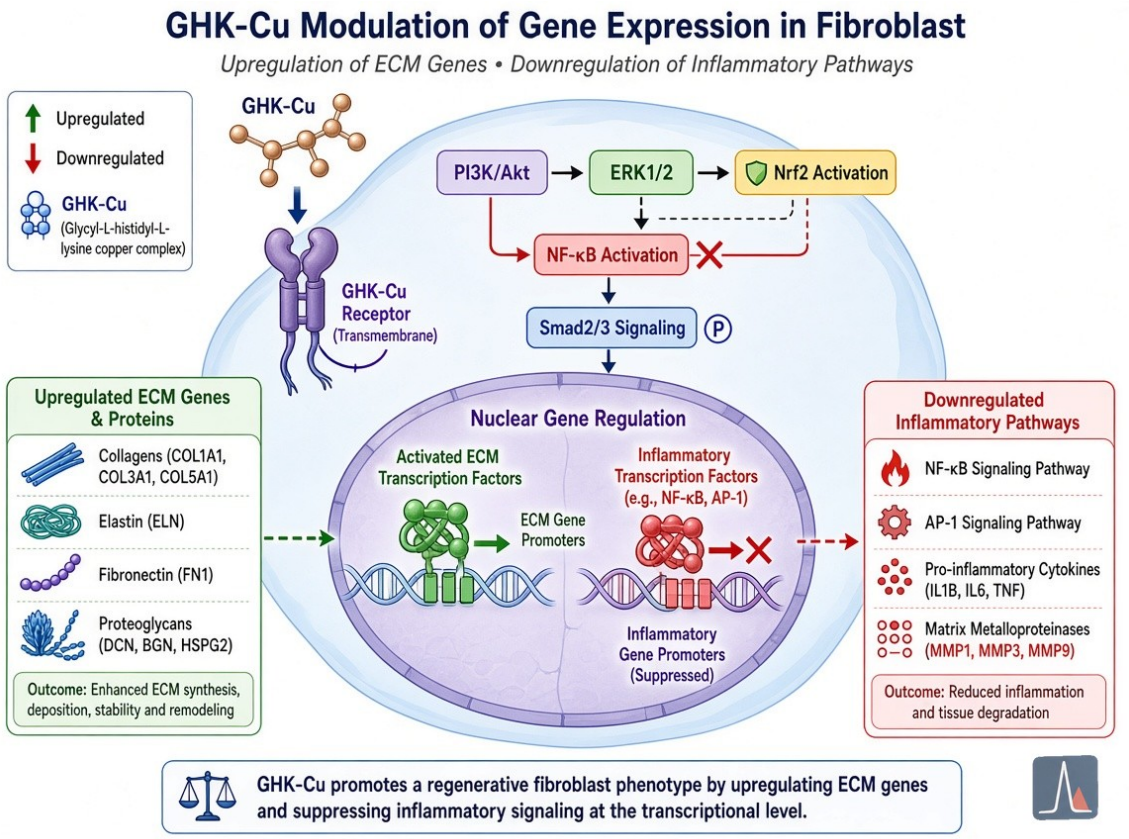
De literatuur over GHK-Cu is onderscheiden van die over SNAP-8 (acetyl-octapeptide-3), dat zich richt op SNARE-eiwitten om de afgifte van neurotransmitters te verminderen in cosmetische rimpelassays, en van synthetische peptides uit letselmodellen zoals BPC-157 of TB-500-fragmenten die vooral zijn onderzocht in contexten van cytoprotectie of actinebinding. Geïndexeerde rapporten over GHK-Cu richten zich daarentegen op rollen in brede transcriptionele hermodellering en evenwichtige matrixsynthese en -afbraak.

Fundamentele in-vitrostudies naar matrixhermodellering en fibroblasten (in_vitro-artikelen, 1988–2010)

Vroeg celkweekonderzoek stelde GHK-Cu vast als een modulator van fibroblastgedrag en ECM-productie. Een in-vitrostudie uit 1988 van Maquart en collega's toonde aan dat nanomolaire concentraties GHK-Cu de collageensynthese in gekweekte menselijke fibroblasten stimuleerden zonder de celproliferatiesnelheden te veranderen. Vervolgwerk in de jaren negentig onderzocht effecten op glycosaminoglycanen (GAG's) en kleine proteoglycanen. Een in-vitro- en ex-vivostudie uit 1999 rapporteerde dat GHK-Cu de expressie en activering van matrixmetalloproteïnase-2 (MMP-2) in fibroblastkweken verhoogde en tegelijk weefselremmers van metalloproteïnasen (TIMP's) verhoogde, wat wijst op een rol in evenwichtige ECM-omzet in plaats van eenvoudige ophoping.

Aanvullende in-vitro-experimenten toonden chemoattractie door GHK-Cu van macrofagen, mestcellen en capillaire endotheelcellen; onderdrukking van schade door vrije radicalen; en verhoogde productie van decorine, dat nieuw afgezet collageenfibrillen organiseert. Deze uitkomsten werden waargenomen bij picomolaire tot laag-nanomolaire concentraties, consistent met een signaalmechanisme in plaats van alleen een nutritioneel koperafgiftemechanisme. Beperkingen van deze fundamentele artikelen zijn de afhankelijkheid van primaire of geïmmortaliseerde fibroblastlijnen, het ontbreken van volledige dosis-responscurven in sommige experimenten, en beperkte verkenning van koperspeciatie (intact GHK-Cu versus vrij Cu^{2+} of apo-GHK).

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.



Overzicht van transcriptionele hermodellering gerapporteerd in CMap-analyses van GHK-Cu.

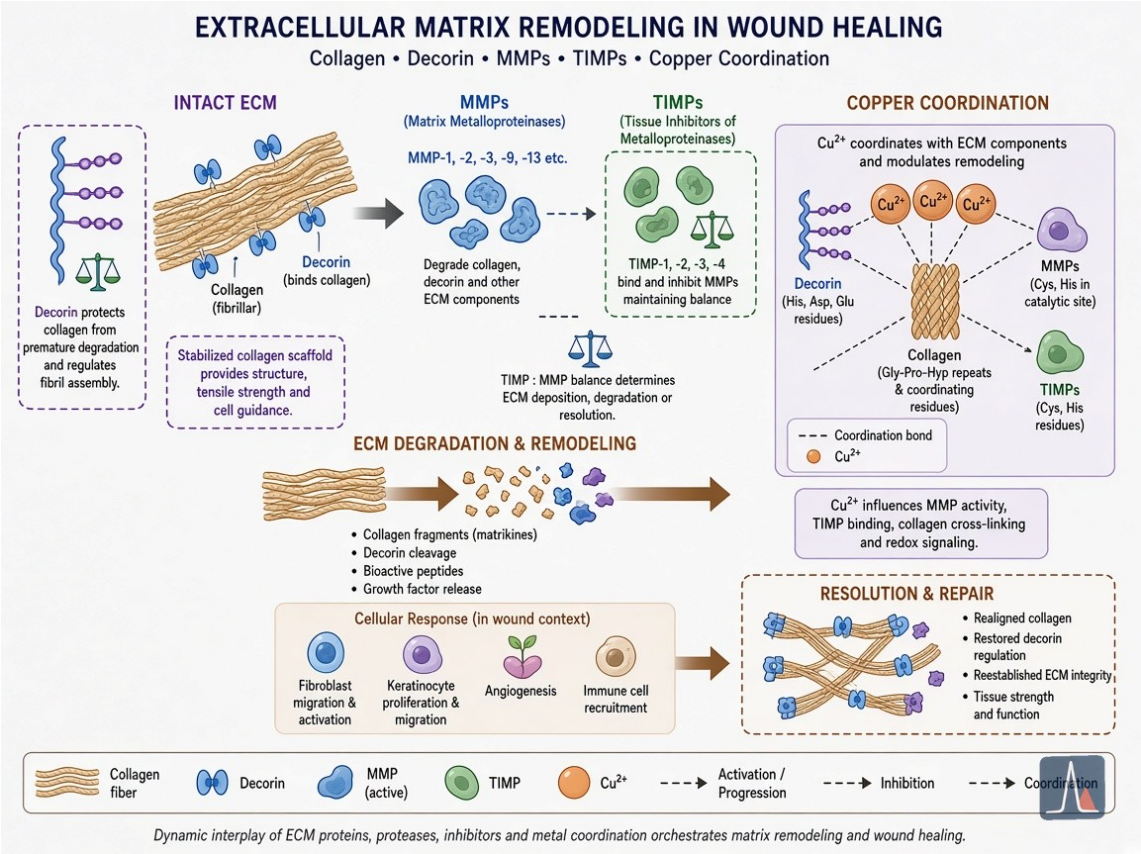
Rapporten over genexpressie en transcriptionele hermodellering (in_vitro- en methodeartikelen, 2010–2018)

Een reeks transcriptoomanalyses met de Connectivity Map (CMap)-database van het Broad Institute liet zien dat GHK-Cu de expressie van een verrassend groot deel van het menselijk genoom moduleert. In 2014 rapporteerden Pickart, Vasquez-Soltero en Margolina dat GHK de expressie van meer dan 4.000 genen met ten minste 50% veranderde, waarbij ongeveer 31% van de gemeten transcripten werd beïnvloed. In zieke celmodellen (COPD-longfibroblasten en metastatische kankercellijnen) neigde GHK pathologische genhandtekeningen te resetten naar die van gezondere of jongere cellen. Opwaarts gereguleerde categorieën omvatten ECM-genen (collageen I, III, elastine, decorine, meerdere GAG-biosynthetische enzymen), antioxidantenzymen (SOD1, catalase), DNA-herstelroutes (47 genen omhoog, 5 omlaag) en onderdelen van het ubiquitine-proteasoomsysteem. Neerwaarts gereguleerde transcripten omvatten vaak pro-inflammatoire mediatoren (leden van de NF-κB-route, TGF-β1 in bepaalde contexten), fibrinogeen en geselecteerde proteasen of metastase-geassocieerde genen.

Een artikel uit 2017 breidde deze waarnemingen uit naar genen die relevant zijn voor het zenuwstelsel, en toonde mogelijke modulatie van routes die verband houden met oxidatieve stress, ontsteking en neurotrofe ondersteuning in neuronale en gliale modellen. De review uit 2018 van Pickart en Margolina bracht deze CMap-bevindingen samen met eerdere matrixgegevens en stelde voor dat de diverse beschermende werkingen van GHK-Cu (ontstekingsremmend, antioxidant, pro-regeneratief) verklaard zouden kunnen worden door gecoördineerde transcriptionele herprogrammering. Deze rapporten gebruikten microarray- of

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.

RNA-seq-gegevens van gekweekte cellen die waren blootgesteld aan GHK of GHK-Cu; zij vormen correlatief in plaats van causaal bewijs van in-vivofunctie. Beperkingen zijn een sterke overlap in auteurschap met de oorspronkelijke ontdekker, het gebruik van cellijnen die de weefselcontext mogelijk niet volledig weergeven, en het feit dat genexpressieveranderingen op afzonderlijke tijdstippen werden gemeten zonder in alle gevallen uitgebreide proteomische validatie.



Matrixsynthese, evenwicht in afbraak en koperafhankelijke processen die in de GHK-Cu-literatuur zijn bestudeerd.

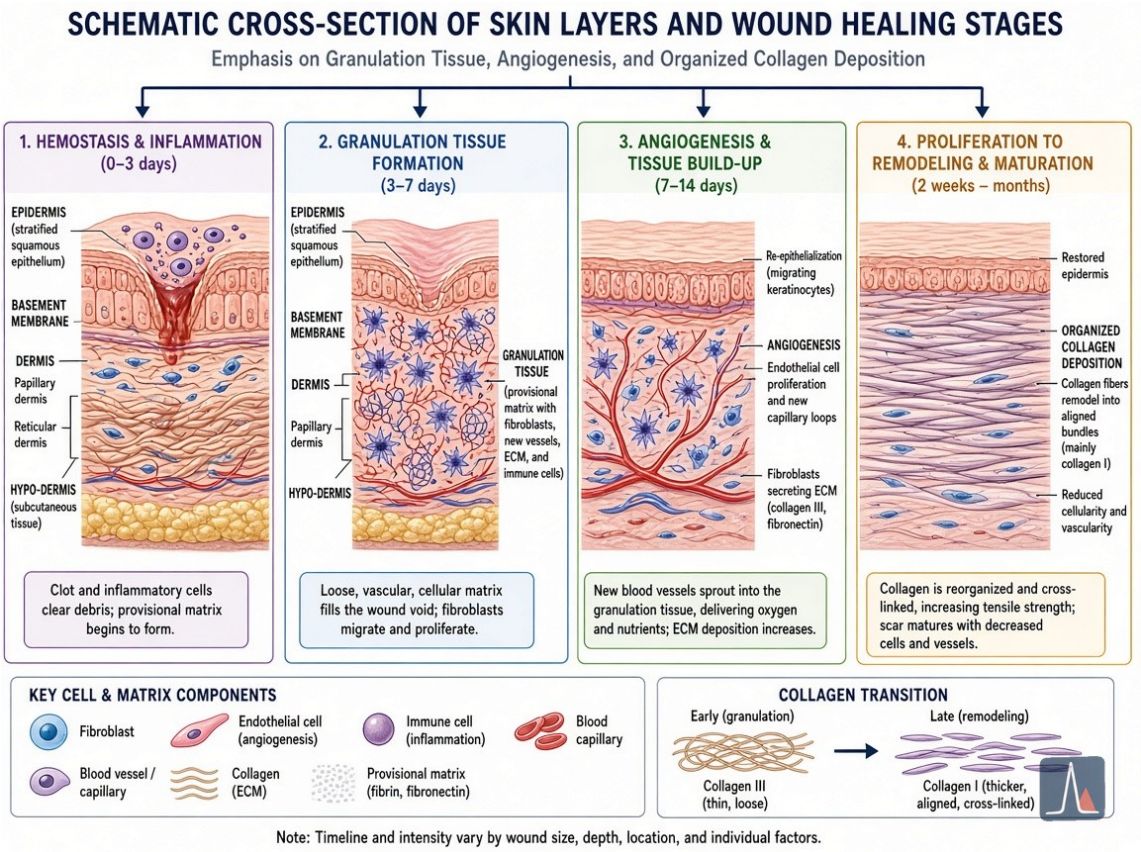
Preklinische diermodellen van wondgenezing, angiogenese en fibrose (dierartikelen, 1993–2026)

Rattenmodellen met wondkamers leverden vroege in-vivobevestiging van matrixeffecten. Een studie uit 1993 in het Journal of Clinical Investigation toonde dosisafhankelijke toenames in drooggewicht, totaal collageen, GAG-gehalte en DNA in subcutaan geïmplanteerde polyvinylalcoholsponsjes bij ratten; mRNA van type-I- en type-III-collageen was verhoogd, en het histologische beeld toonde meer georganiseerd collageen in een “mandvlecht”-patroon. Latere knaagdierstudies onderzochten excisionele, diabetische en ischemische wonden. Behandeling met GHK-Cu werd in verscheidene rapporten in verband gebracht met snellere re-epithelialisatie, toegenomen granulatieweefsel, versterkte angiogenese (gemeten aan vaatdichtheid of VEGF-expressie) en verminderde ontstekingsmarkers.

Ook longmodellen zijn onderzocht. In knaagdiermodellen van emfyseem en silicose (jaren 2010–2024) verminderden GHK-Cu of verwante constructen fibrose, verlaagden in sommige contexten TGF-β/Smad-signalering, activeerden Nrf2-antioxidantroutes en verbeterden de alveolaire architectuur. Haarfollikel- en brandwondmodellen bij muizen toonden een grotere

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.

follikelgrootte of versnelde genezing wanneer GHK-Cu in liposomen of verbanden werd afgegeven. Een deel van de studies onderzocht bestraald of verouderd weefsel, met gedeeltelijk herstel van de proliferatieve capaciteit van fibroblasten. Hoewel veel dierstudies gunstige matrix- en genexpressie-uitkomsten beschrijven, waren de resultaten niet overal positief; sommige modellen van bestraald weefsel toonden alleen voorbijgaande of bescheiden effecten, en optimale afgiftevehikels (liposomen, collageenscaffolds) leken nodig voor robuuste activiteit. Beperkingen die in deze literatuur vaak voorkomen, zijn kleine groepsgroottes, variabele doseringsschema's (hier niet gerapporteerd), soortspecifieke responsen en veelvuldig gebruik van topicale of lokale in plaats van systemische toediening.



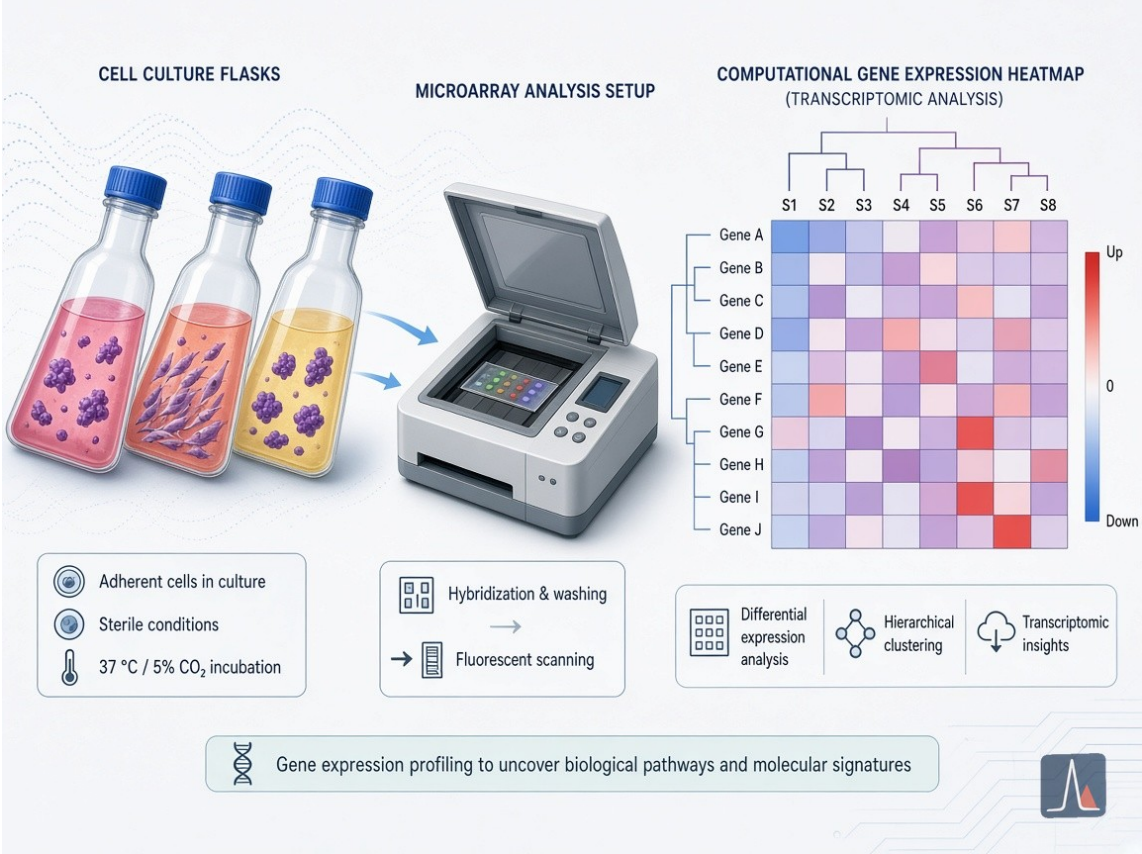
Uitkomsten van preklinische wondmodellen die in dierstudies van GHK-Cu zijn onderzocht.

Cosmeticawetenschap, formulering, afgifte en ex-vivohuidstudies (cosmeticawetenschappelijke en methodeartikelen, 2005–2026)

Omdat GHK-Cu hydrofiel is en barrières van het stratum corneum voor penetratie ontmoet, hebben cosmeticawetenschappelijke artikelen zich gericht op formuleringsstrategieën. Liposomale inkapseling, nanodeeltjesdragers en hyaluronanconjugaten zijn onderzocht in Franz-celdiffusieonderzoeken met varkenshuid of menselijke kadaverhuid; deze benaderingen verhoogden de dermale afzetting ten opzichte van vrij peptide. In-vitrohuid-equivalente modellen en ex-vivo-explantaten van menselijke huid toonden opwaarts gereguleerd collageen-, elastine- en decorine-mRNA of -eiwit na blootstelling aan GHK-Cu, met enig behoud van stamcelmarkers van keratinocyten (p63). Analytische methoden om GHK-Cu in cosmetische matrices te kwantificeren (HPLC, massaspectrometrie) werden ontwikkeld om stabiliteit en koperspeciatie te beoordelen.

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.

Verscheidene artikelen rapporteerden dat GHK-Cu de MMP/TIMP-balans in gekweekte huidcellen of explantaten kon moduleren op manieren waarvan werd voorspeld dat zij hermodellering boven littekenvorming begunstigen. Recent werk (jaren 2020) heeft microneedle-ondersteunde afgifte of oplosbare pleisterplatforms onderzocht om de epidermale barrière te omzeilen, met verbeterde opname in ex-vivomodellen. Deze studies zijn grotendeels mechanistisch of formuleringsgericht en vervangen geen gecontroleerde klinische uitkomstonderzoeken. Beperkingen zijn industriële sponsoring in veel cosmetische artikelen, gebruik van niet-fysiologische concentraties in sommige assays, en de moeilijkheid om effecten van het intacte complex te onderscheiden van vrijgekomen koper of peptidefragmenten.



Laboratoriumworkflow voor in-vitro-experimenten naar genexpressie en matrixuitkomsten.

Beperkte topicale pilotonderzoeken bij mensen (kleine klinische en observationele studies, 1992–2026)

Menselijke gegevens bestaan vooral uit kleine topicale studies in dermatologische of cosmetische settings. Een multicenter gerandomiseerde trial uit 1992 bij veneuze en diabetische ulcera vergeleek een tripeptide-kopercrème met vehikel en zilversulfadiazine; de resultaten waren gemengd, waarbij sommige subgroepanalyses een grotere sluiting van grotere plantaire ulcera toonden, maar de algehele prestatie niet consequent superieur was aan controles. Een gerandomiseerde studie uit 2006 na CO_2-laserresurfacing (n 13voltooide deelnemers) vond geen significante objectieve verbetering in erytheem, rimpels of geblindeerde artsenscores ten opzichte van het vehikelregime, hoewel vragenlijsten over patiënttevredenheid de GHK-Cu-arm begunstigden. Latere kleine cosmetische pilots met gesplitst gezicht of gesplitste wond (jaren 2010–2026) rapporteerden subjectieve verbeteringen in huidstevigheid, fijne lijntjes of

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.

haardichtheid in sommige cohorten, maar objectieve instrumentele metingen (cutometrie, profilometrie) waren niet overal positief en ontbeerden vaak langdurige follow-up.

Een fase-2-trial uit 2026 van topicale GHK-Cu-gel op gestandaardiseerde ponsbiopsiewonden is geregistreerd, maar heeft op het moment van schrijven geen geposte werkzaamheidsresultaten. Er zijn geen gepubliceerde gerandomiseerde gecontroleerde trials die systemisch of injecteerbaar GHK-Cu bij mensen hebben onderzocht. Deze beperkte menselijke rapporten illustreren de kloof tussen preklinische mechanistische gegevens en gevalideerde klinische vertaling; veel waren klein, niet geblindeerd voor subjectieve eindpunten, of verstoord door gelijktijdige procedures.

Recente systematische reviews, mechanistische syntheses en terugkerende beperkingen (review- en systematische artikelen, 2014–2026)

Pickart en Margolina publiceerden integratieve reviews in 2014 (Biomed Res Int), 2015, 2017 (genen van het zenuwstelsel) en 2018 (Int J Mol Sci) die de gegevens over genexpressie, matrix en bescherming samenbrachten, met nadruk op het potentieel van GHK-Cu om pathologische transcriptionele programma's te resetten. Een systematische review uit 2026 van Najafi en collega's (PRISMA-kader) screende 1.247 records uit 2005–2026 en behield er 64 voor kwalitatieve synthese. De auteurs stratificeerden naar model (in vitro, ex vivo, knaagdier, niet-knaagdier, mens) en benadrukten mechanistische samenhang: GHK-Cu als matricryptine, kopercofactor voor lysyloxidase-vernettingsenzymen, organisator van decorine/GAG-architectuur, modulator van TGF-β3-gemedieerde antifibrotische signalering, en regulator van ferritine-ijzer-antioxidantroutes. Preklinisch bewijs voor weefselregeneratie, ontstekingsremmende werking, antioxidantcapaciteit en genhermodellering werd als robuust beoordeeld; de review riep echter uitdrukkelijk op tot goed opgezette, voldoende powered humane trials—met name met microneedle- of verbeterde afgifteplatforms—om de translationele kloof te overbruggen.

Terugkerende beperkingen in de literatuur zijn concentratie van auteurschap in een klein aantal laboratoria (waaronder commerciële entiteiten verbonden aan cosmetische ontwikkeling), heterogeniteit van formuleringen en afgiftemethoden, schaarste aan onafhankelijke grootschalige RCT's, afhankelijkheid van surrogaat- in plaats van klinische eindpunten in veel humane pilots, en onvolledige karakterisering van koperspeciatie of farmacokinetiek in vivo. Hoewel correlaties in genexpressie intrigerend zijn, bewijzen zij geen causaliteit voor uitkomsten op weefselniveau. Nulresultaten of bescheiden resultaten in sommige modellen van bestraald weefsel, ulcera of laserresurfacing onderstrepen verder de contextafhankelijkheid. Toekomstig onderzoek zou baat hebben bij gestandaardiseerde analytische methoden, onafhankelijke replicatie en een rigoureus trialontwerp gericht op objectieve matrix- en functionele uitkomsten.

Bronnen

• Maquart FX et al. (1988). Stimulation of collagen synthesis in fibroblast cultures by the tripeptide-copper complex glycyl-L-histidyl-L-lysine-Cu^{2+}. FEBS Lett. DOI: 10.1016/0014-5793(88)81277-2.
• Simeon A et al. (1999). Expression and activation of matrix metalloproteinases in wounds:

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.

modulation by the tripeptide-copper complex glycyl-L-histidyl-L-lysine-Cu^{2+}. J Invest Dermatol. PMID: 10571741.
• Pickart L et al. (2014). GHK and DNA: resetting the human genome to health. Biomed Res Int. PMID: 25302294. DOI: 10.1155/2014/151479.
• Pickart L, Margolina A (2018). Regenerative and protective actions of the GHK-Cu peptide in the light of new gene data. Int J Mol Sci. PMID: 29986520. DOI: 10.3390/ijms19071987.
• Najafi N et al. (2026). A Systematic Review of the Mechanisms and Therapeutic Applications of GHK-Cu in Topical Microneedle Delivery: A Case for Expanded Clinical Trials. Arch Intern Med Res. DOI: 10.26502/aimr.0255.
• Aanvullende primaire rapporten geïndexeerd in PubMed/Europe PMC (1988–2026) over wondkamers, transcriptomica, formuleringwetenschap en kleine klinische pilots (specifieke DOI's/PMID's beschikbaar via PubMed-zoekopdrachten naar "GHK-Cu" OR "glycyl-L-histidyl-L-lysine copper").

Het geheel van geïndexeerde literatuur over GHK-Cu biedt een samenhangend preklinisch verhaal dat is gericht op herprogrammering van genexpressie en ECM-hermodellering, maar benadrukt een duidelijke behoefte aan onafhankelijke humane studies van hogere kwaliteit voordat translationele claims kunnen worden onderbouwd.

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.