
CLINIC TERRAIN

Wetenschappelijke monografie

GHK-Cu: koperbinding, matrixbiologie en toedieningsroutespecifieke translatie

Deze monografie beoordeelt GHK-Cu als het koper(II)-complex van glycyl-L-histidyl-L-lysine. Zij onderscheidt het complex van GHK alleen, vrij koper, gemengde cosmetische formuleringen en systemische toediening via injectie.

Versie 5.0

9 literatuurbronnen

Gedefinieerd koperbindend tripeptide

Bewijs bijgewerkt tot 2026-08-23

www.clinicterrain.com/nl/onderzoek/peptiden/ghk-cu

Samenvatting

Deze monografie beoordeelt GHK-Cu als het koper(II)-complex van glycyl-L-histidyl-L-lysine. Zij onderscheidt het complex van GHK alleen, vrij koper, gemengde cosmetische formuleringen en systemische toediening via injectie.

Kernbevindingen

01 · Moleculaire identiteit en nauwkeurige afbakening van de entiteit

GHK is glycyL-L-histidyl-L-lysine; GHK-Cu is het Cu(II)-complex ervan. GHK, GHK-Cu, vrij koper en mengsels zijn biologisch niet uitwisselbaar. Stoichiometrie maakt deel uit van de identiteit.

02 · Afsluitende toets bij mensen

Topische cosmetische literatuur rapporteert signalen, maar producten verschillen. In een gerandomiseerde studie met 13 deelnemers na CO₂-laserresurfacing verbeterde topisch kopertripeptide het objectieve erytheem, de rimpels of de algemene huidkwaliteit niet, hoewel de tevredenheid verschilde.

03 · Tegenbewijs en causale grenzen

Het gecontroleerde topische resultaat begrenst de sprong van fibroblastenbiologie naar gegarandeerde zichtbare verjonging. Topisch bewijs kan geen systemische regeneratie of injectievoordeel aantonen.

Inhoud

Wetenschappelijk uitgangspunt

Moleculair dossier

Causale bewijskracht en grenzen van de vertaling

Historisch en internationaal onderzoekscorpus

1973–1980 · Van plasmatriptide naar kopertransporthypothese

1988–2000 · Matrixsynthese en matrixvernieuwing werden experimenteel onderscheiden

Mechanistische en biochemische redenering

BEGRENSD · Stoichiometrie bepaalt de actieve chemische soort

GEMETEN · Nanomolaire cellulaire werking is omstandighedenafhankelijk

GEMETEN · Synthese en afbraak veranderen samen

Coördinatiechemie gaat vooraf aan peptidemarketing

Koper is katalytisch, nuttig en mogelijk reactief

Matrixbiologie vereist een evenwichtige vernieuwing

Lokale en systemische blootstelling zijn afzonderlijke wetenschappelijke gebieden

Wat is vastgesteld

Wat nog onduidelijk is

Zeven bewijsniveaus

Toepassing van de identiteitsregel

Toepassing van de bereikbaarheidsregel

Toepassing van de regel voor causale bewijskracht

Toepassing van de regel voor beoordeling bij mensen

Toepassing van de vertaalregel

Toepassing van de falsificatieregels

Moleculaire identiteit en nauwkeurige afbakening van de entiteit

Biochemisch mechanisme en doelwitarchitectuur

In-vivofarmacologie en blootstelling

Geïntegreerde fysiologie en individuele uitgangssituatie

Afsluitende toets bij mensen

Tegenbewijs en causale grenzen

Wetenschappelijke conclusie

Coördinatiechemie en identiteit

Collageen en extracellulaire matrix

Matrixremodellering in plaats van eenvoudige ophoping

Biologie van keratinocyten en wondmodellen

Topisch bewijs bij mensen

Grens van systemische translatie

Methoden, dekking en traceerbaarheid

Wat zou de stelling kunnen weerleggen?

Onderzoeksagenda

Auteurschap en verantwoordelijkheid

Wetenschappelijk uitgangspunt

Deze monografie begint bij het molecuul en volgt de causale keten via biochemie, cellulaire mechanismen, blootstelling en geïntegreerde fysiologie. Populatiestudies komen pas bij de afsluitende toets aan bod: ze zijn bruikbaar voor de werkelijk onderzochte stelling, maar kunnen het molecuul niet definiëren of het causale model vervangen.

Identiteit bepaalt welke entiteit aanwezig is. Biochemie bepaalt wat kan reageren. Farmacologie bepaalt of die reactie bereikbaar is. Fysiologie bepaalt wat het systeem ermee doet. Statistische waarnemingen bij mensen komen als laatste en beoordelen alleen de daadwerkelijk onderzochte toedieningsweg, blootstelling, populatie en uitkomst.

Een populatiegemiddelde kan geen molecuul identificeren, mechanisme creëren of individuele reactie bepalen. Een aangetoond mechanisme blijft begrensd tot de bewezen causale stap. Een afsluitende studie kan de vertaling ervan onder vastgelegde omstandigheden bevestigen of weerleggen, maar nooit de onderliggende chemie herschrijven.

Moleculair dossier

Koper(II)-coördinatiecomplex van glycyl-L-histidyl-L-lysine

Metaalbindend tripeptidecomplex

Kopercoördinatie · synthese/remodellering van de extracellulaire matrix · epitheliale hechting

GHK, GHK-Cu, vrij koper en cosmetische formuleringen met meerdere ingrediënten zijn chemisch verschillende blootstellingen. Koperstoichiometrie, oxidatietoestand, drager en toedieningsroute maken deel uit van de entiteit.

Causale bewijskracht en grenzen van de vertaling

Het kopercomplex verandert onder vastgelegde experimentele omstandigheden de programma's voor collageen, glycosaminoglycanen en matrixremodellering in fibroblasten.

I-II sterk voor coördinatiechemie en lokale matrixbiologie; III routeafhankelijk

Klasse C/D voor geselecteerde topische contexten; E voor systemische regeneratie via injectie

Systemische farmacokinetiek bij mensen, koperdistributie en bewijs dat lokale matrixsignalen leiden tot sterker of functioneel beter weefsel.

Topische of in-vitromatrixactiviteit kan geen systemische verjonging, orgaanregeneratie of veiligheid van injectie aantonen.

Deze kwalificatie geldt alleen voor de genoemde toedieningsweg, populatie en uitkomst. Ze rangschikt noch creëert de biochemische wetenschap van het molecuul.

Nut is een klinisch oordeel verderop in de keten. Het wetenschappelijke onderwerp is de werking zelf: wat verandert, bij welke blootstelling, in welke biologische toestand, en waar eindigt de gevolgtrekking?

Historisch en internationaal onderzoekscorpus

GHK werd in 1973 geïsoleerd uit menselijk plasma en de koperbiologie ervan was in 1980 experimenteel ontwikkeld. Dit is een biochemische onderzoekslijn van vijf decennia, geen recente cosmetische uitvinding.

De lange geschiedenis ondersteunt coördinatiechemie en lokale matrixbiologie sterk. Zij levert geen systemische injectiefarmacokinetiek, veiligheid van koperdistributie of werkzaamheid voor orgaanregeneratie op.

1973–1980 · Van plasmatripeptide naar kopertransporthypothese

Het tripeptide werd geïsoleerd uit menselijk plasma. Vervolgens bleek dat het samen met metalen werd geïsoleerd, koper(II)-complexen vormde en de cellulaire koperopname versterkte. Dit vroege werk definieert een biochemische transporthypothese in plaats van een merkverhaal. [9]

1988–2000 · Matrixsynthese en matrixvernieuwing werden experimenteel onderscheiden

Fibroblastenonderzoek met de synthese van collageen en glycosaminoglycanen, gevolgd door later onderzoek naar MMP/TIMP-effecten. Het historische corpus beschrijft dus gereguleerde remodellering, niet eenvoudigweg meer collageen. [1,4,5]

Mechanistische en biochemische redenering

Een biochemische stelling kan ook zonder klinische studie sterk zijn, maar de uitgangspunten, blootstelling en het toepassingsgebied moeten expliciet blijven. Elke onderstaande uitspraak is aangeduid volgens de redeneerstap waarop zij berust.

BEGRENSD · Stoichiometrie bepaalt de actieve chemische soort

GHK, GHK-Cu en vrij Cu(II) zijn verschillende blootstellingen. Koperbezetting, oxidatietoestand, concurrerende liganden en drager bepalen welke chemische soorten met weefsel kunnen interageren. [3,9]

GEMETEN · Nanomolaire cellulaire werking is omstandighedenafhankelijk

Vroege kweeksystemen rapporteerden biologische activiteit bij zeer lage concentraties en koperafhankelijk transport. Het bereiken van een nominale systemische dosis bewijst niet dat dezelfde concentratie vrij complex in een doelweefsel aanwezig is. [1,9]

GEMETEN · Synthese en afbraak veranderen samen

De productie van collageen en glycosaminoglycanen gaat samen met regulatie van MMP en TIMP. Biomechanica en weefselorganisatie, niet alleen de richting van een markerverandering, bepalen of remodellering nuttig is. [1,4,5]

Coördinatiechemie gaat vooraf aan peptidemarketing

Het histidinebevattende GHK coördineert Cu(II), waardoor een complex ontstaat met ander chemisch gedrag dan het apo-peptide en vrij ionisch koper. Stoichiometrie en formulering beïnvloeden welke chemische soort daadwerkelijk een cel of weefsel bereikt. [1,3,4]

Koper is katalytisch, nuttig en mogelijk reactief

Koper ondersteunt enzymen en redoxchemie. Peptidecoördinatie kan transport en beschikbaarheid veranderen, maar maakt het metaal niet inert. Oxidatieve toestand, verwerking door de lever en lokale concentratie blijven mechanistische grenzen. [1,4]

Matrixbiologie vereist een evenwichtige vernieuwing

GHK-Cu kan de synthese van collageen en glycosaminoglycanen verhogen en tegelijk MMP- en TIMP-programma's veranderen. Dit patroon past bij remodellering in plaats van eenvoudige ophoping; weefselorganisatie en biomechanica bepalen de kwaliteit. [1,4,5]

Lokale en systemische blootstelling zijn afzonderlijke wetenschappelijke gebieden

Keratinocyten-, fibroblasten- en topische experimenten behandelen lokale weefselbiologie. Gebruik via injectie introduceert vragen over distributie, koperbalans, orgaanblootstelling en herhaalde dosering die topisch bewijs niet kan beantwoorden. [2,6,7]

Wat is vastgesteld

Gedefinieerd koperbindend tripeptide

Matrixgerelateerde cellulaire mechanismen

Enig gecontroleerd topisch bewijs bij mensen

Wat nog onduidelijk is

Injectiefarmacokinetiek bij mensen

Systemische werkzaamheid

Koperblootstelling en veiligheid op lange termijn

Zeven bewijsniveaus

De niveaus I-V vormen het causale en translationele model. Waarnemingen bij mensen en gecontroleerde klinische studies toetsen vervolgens de volledige stelling bij de daadwerkelijk onderzochte toedieningsweg, blootstelling, populatie en uitkomst. Een studie is de afsluitende beoordeling, niet de bron van moleculaire waarheid.

I. Moleculaire identiteit en chemie: Welke exacte sequentie, eindgroepchemie, formulering en toedieningsweg zijn aanwezig?

II. Biochemie en doelwitarchitectuur: Welke reacties, bindingsgebeurtenissen en signaaltappen zijn fysiek mogelijk?

III. Cellen en ex-vivoweefsel: Wat verandert in de relevante cel of het geïsoleerde weefselsysteem?

IV. Diermodellen en in-vivofarmacologie: Bereikt de blootstelling het mechanisme in een geïntegreerd organisme?

V. Geïntegreerde fysiologie en vertaling: Hoe veranderen weefseltoestand, terugkoppeling, dosis en individuele fysiologische uitgangssituatie de respons?

VI. Humane farmacokinetiek en observationeel signaal: Is de entiteit bij mensen aanwezig, wordt ze verdragen en hangt ze samen met een signaal?

VII. Gecontroleerde klinische studies: Verandert het vastgelegde protocol een vooraf bepaalde patiëntrelevante uitkomst?

Toepassing van de identiteitsregel

GHK, GHK-Cu, vrij koper en cosmetische formuleringen met meerdere ingrediënten zijn chemisch verschillende blootstellingen. Koperstoichiometrie, oxidatietoestand, drager en toedieningsroute maken deel uit van de entiteit.

Toepassing van de bereikbaarheidsregel

Bewijs voor topische formuleringen toont geen systemische of injectiegerelateerde dispositie aan. Interpretatie van injecties vereist expliciete aandacht voor koperblootstelling, verwerking door de lever, oxidatieve context en lokale reactie. De beslissende blootstellingsgrens voor GHK-Cu blijft daarom molecuul-, formulerings- en routespecifiek.

Toepassing van de regel voor causale bewijskracht

Het kopercomplex verandert onder vastgelegde experimentele omstandigheden de programma's voor collageen, glycosaminoglycanen en matrixremodellering in fibroblasten. Dit plaatst de huidige causale diepte bij i-ii sterk voor coördinatiechemie en lokale matrixbiologie; iii routeafhankelijk. Deze graad beschrijft welke schakels van het mechanisme zijn aangetoond; het is geen consumentenbeoordeling en kan niet worden omgezet in een algemene belofte van voordeel.

Toepassing van de regel voor beoordeling bij mensen

Klasse C/D voor geselecteerde topische contexten; E voor systemische regeneratie via injectie. Deze terminale beschrijving beantwoordt alleen de daadwerkelijk waargenomen populatie, route, blootstelling en uitkomst; zij verhoogt of ontkracht geen andere schakel in de causale keten van GHK-Cu.

Toepassing van de vertaalregel

Systemische farmacokinetiek bij mensen, koperdistributie en bewijs dat lokale matrixsignalen leiden tot sterker of functioneel beter weefsel. Topische of in-vitromatrixactiviteit kan geen systemische verjonging, orgaanregeneratie of veiligheid van injectie aantonen.

Toepassing van de falsificatieregel

De interpretatie moet veranderen als een van haar beslissende stellingen faalt. Voor GHK-Cu zijn de vooraf vastgelegde toetsen: onjuiste koperstoichiometrie of een overmaat vrij koper zou toeschrijving aan GHK-Cu ongeldig maken. Matrixmarkerbeweging zonder betere organisatie of biomechanica zou de gelijkstelling van marker en herstel weerleggen. Systemische blootstelling die koperontregeling of oxidatieve stress veroorzaakt, zou een algemene regeneratieclaim falsificeren. Dit zijn actieve grenzen aan de conclusie, geen onderzoeksvragen die na een gunstig verhaal zijn toegevoegd.

Moleculaire identiteit en nauwkeurige afbakening van de entiteit

GHK is glycyl-L-histidyl-L-lysine; GHK-Cu is het Cu(II)-complex ervan. GHK, GHK-Cu, vrij koper en mengsels zijn biologisch niet uitwisselbaar. Stoichiometrie maakt deel uit van de identiteit.

Biochemisch mechanisme en doelwitarchitectuur

Het mechanistische programma omvat koperbinding, regulatie van de extracellulaire matrix, collageensynthese door fibroblasten, wondbiologie en effecten op genexpressie onder vastgelegde experimentele omstandigheden.

In-vivofarmacologie en blootstelling

Bewijs voor topische formuleringen toont geen systemische of injectiegerelateerde dispositie aan. Interpretatie van injecties vereist expliciete aandacht voor koperblootstelling, verwerking door de lever, oxidatieve context en lokale reactie.

Geïntegreerde fysiologie en individuele uitgangssituatie

Koper ondersteunt katalytische en redoxbiologie, terwijl de kwaliteit van de extracellulaire matrix afhangt van evenwichtige synthese, afbraak, kruisverbindingen en weefselorganisatie. Meer collageen betekent niet automatisch beter weefsel. Lokaal herstel, systemische koperbalans, oxidatieve belasting en verwerking door de lever moeten afzonderlijke fysiologische compartimenten blijven.

Afsluitende toets bij mensen

Topische cosmetische literatuur rapporteert signalen, maar producten verschillen. In een gerandomiseerde studie met 13 deelnemers na CO₂-laserresurfacing verbeterde topisch kopertripeptide het objectieve erytheem, de rimpels of de algemene huidkwaliteit niet, hoewel de tevredenheid verschilde.

Tegenbewijs en causale grenzen

Het gecontroleerde topische resultaat begrenst de sprong van fibroblastenbiologie naar gegarandeerde zichtbare verjonging. Topisch bewijs kan geen systemische regeneratie of injectievoordeel aantonen.

Wetenschappelijke conclusie

GHK-Cu heeft sterk bewijs voor identiteit en matrixgerelateerde mechanismen, met onvolledige systemische farmacologie en beperkte gecontroleerde topische validatie. Actieve entiteit, kopergehalte, route en uitkomst moeten allemaal worden benoemd.

Coördinatiechemie en identiteit

GHK is het tripeptide glycyl-L-histidyl-L-lysine. GHK-Cu is het koper(II)-coördinatiecomplex ervan. Het peptide, het complex en vrij ionisch koper zijn verwante maar niet uitwisselbare entiteiten. Stoichiometrie, oxidatietoestand, formulering en route bepalen de daadwerkelijke chemische blootstelling. [1,3,4]

Koper is een katalytische cofactor die enzymen en redoxchemie kan ondersteunen. Binding aan GHK verandert transport en interactie, maar maakt koper niet biologisch inert. Systemische interpretatie vereist daarom aandacht voor koperverwerking, levercontext en oxidatieve balans in plaats van een algemeen peptidelabel. [1,4]

Collageen en extracellulaire matrix

Klassieke experimenten met menselijke fibroblasten vonden stimulatie van collageensynthese door GHK-Cu bij zeer lage concentraties zonder verandering van het celtaal. Het resultaat ondersteunt een directe matrixgerelateerde cellulaire werking onder vastgelegde in-vitroomstandigheden. [1]

GHK-Cu verhoogde in fibroblastenkweken ook de synthese van bepaalde glycosaminoglycanen, waaronder dermatansulfaat en heparansulfaat. Matrixbiologie omvat daarom naast de hoeveelheid collageen ook hydratatie, organisatie en cel-matrixsignalering. [5]

Matrixremodellering in plaats van eenvoudige ophoping

In fibroblastenkweken verhoogde GHK-Cu de expressie van MMP-2 en ook de secretie van TIMP-1 en TIMP-2. Deze gelijktijdige regulatie ondersteunt remodellering in plaats van eenrichtingsophoping van matrix. [4]

Het evenwicht tussen synthese, afbraak en weefselorganisatie bepaalt de herstelkwaliteit. Een stijging van het collageentranscript of de MMP-activiteit kan op zichzelf geen sterker, elastischer of klinisch verbeterd weefsel aantonen. [1,4,5]

Biologie van keratinocyten en wondmodellen

Koper-GHK verhoogde de integrine-expressie en p63-positiviteit in experimenten met keratinocyten en huidequivalenten, wat effecten op epitheliale hechting en regeneratieve celtoestanden ondersteunt. Dierlijke wondstudies rapporteren ook veranderingen in collageen- en glycosaminoglycaanafzetting. [6,7]

Deze experimenten tonen lokale weefselmechanismen aan. Zij tonen geen systemische verjonging, orgaanregeneratie of veiligheid van injectietoediening aan. Topische en systemische routes liggen in verschillende farmacologische domeinen. [6,7]

Topisch bewijs bij mensen

In een gerandomiseerde studie met 13 deelnemers na CO₂-laserresurfacing verbeterde een topisch kopertripeptideregime het objectieve erytheem, de rimpels of de algemene huidkwaliteit niet ten opzichte van controle, hoewel de patiënttevredenheid verschilde. De studie is klein, maar levert direct gecontroleerd tegenbewijs voor een gegarandeerde cosmetische uitkomst. [2]

Andere topische systemen combineren koperpeptiden met aanvullende peptiden, dragers of procedures. Positieve resultaten van een mengsel kunnen niet volledig aan GHK-Cu worden toegeschreven, en genezing na een procedure is niet hetzelfde eindpunt als de oorspronkelijke huidveroudering. [2,8]

Grens van systemische translatie

Adequate injectiefarmacokinetiek bij mensen, koperdistributie, verdraagbaarheid van herhaalde doses en systemische werkzaamheid zijn niet vastgesteld. Topisch cosmetisch bewijs kan die ontbrekende niveaus niet leveren, omdat lokale barrièrepenetratie en systemische blootstelling fundamenteel verschillen. [1,2,4]

GHK-Cu heeft een sterke chemische identiteit en substantiële matrixgerelateerde mechanismen. Het bewijs wordt zwakker naarmate de gevolgtrekking van cellulaire en topische weefseffecten

naar systemische regeneratie gaat. Een wetenschappelijk geldige claim moet het complex, de route, de formulering en de gemeten uitkomst benoemen. [1,2,4,6]

Methoden, dekking en traceerbaarheid

Dit is een samengestelde mechanistische monografie op basis van geselecteerde primaire bronnen. Ze claimt niet de volledigheid van een systematisch literatuuroverzicht. Een niet teruggevonden resultaat is geen bewijs dat een effect afwezig is.

Primaire bronnen uit PubMed/MEDLINE, geïndexeerde Russischtalige samenvattingen en het volgen van referentieketens voor entiteitbepalende, historische en translationele studies. Taal, geografie, regelgevingsstatus en tijdschrifttrends zijn geen bewijsniveaus.

12 uitgebreide clameenheden plus 2 historische vermeldingen en 3 vermeldingen van mechanistische calculus; 9 geciteerde vermeldingen in het volledige corpus.

Identiteit → fysieke begrenzing → gemeten reactie of binding → bereikbare blootstelling → systeemrespons → uitkomst. Statistische significantie creëert geen mechanisme; mechanistische aannemelijkheid creëert geen patiëntuitkomst.

Referentienummers verwijzen rechtstreeks naar geïndexeerde bronnen. Dit corpus documenteert de hier gedane uitspraken en wordt niet gepresenteerd als een uitputtende systematische zoekactie. Opname in een index verhoogt de bewijsklasse van een studie niet.

Wat zou de stelling kunnen weerleggen?

Een wetenschappelijke monografie moet niet alleen uitleggen waarom een mechanisme kan kloppen, maar ook welke waarneming de gevolgtrekking zou verzwakken of weerleggen.

Onjuiste koperstoichiometrie of een overmaat vrij koper zou toeschrijving aan GHK-Cu ongeldig maken.

Matrixmarkerbeweging zonder betere organisatie of biomechanica zou de gelijkstelling van marker en herstel weerleggen.

Systemische blootstelling die koperontregeling of oxidatieve stress veroorzaakt, zou een algemene regeneratieclaim falsificeren.

Onderzoeksagenda

Een bruikbare onderzoeksagenda pakt de zwakste schakel in de keten van identiteit tot uitkomst aan. Ze voegt niet alleen meer waarnemingen van hetzelfde type toe.

Routespecifieke farmacokinetiek bij mensen voor topische blootstelling en injectie

Studies naar koperbalans en oxidatieve context

Gecontroleerde topische studies met één ingrediënt

Objectieve matrixkwaliteit en biomechanica

Systemische veiligheid vóór regeneratieclaims

Vergelijkingen van formulering en stoichiometrie

Auteurschap en verantwoordelijkheid

Valentine Wibowo, klinisch onderzoeker bij de Clinic Terrain Clinical Intelligence Unit, verzorgde de conceptvorming, bewijssynthese, wetenschappelijke interpretatie en tekst. dr. I Wayan Cahyadi Surya Distira Putra, MPH voerde de medische beoordeling uit en keurde de oorspronkelijke Engelse publicatie goed. De interne medische beoordeling wordt niet voorgesteld als onafhankelijke collegiale toetsing.

Er werden geen nieuwe patiëntgegevens verzameld en geen nieuwe onderzoeken bij mensen uitgevoerd. De auteur en beoordelaar verklaren geen persoonlijke financiële belangenconflicten te hebben. Clinic Terrain en Klinik Pratama Cepat Sehat verlenen klinische diensten; deze institutionele relatie wordt vermeld.

Literatuur

[1] Maquart et al. FEBS Lett. 1988;238:343-346.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/3169264/>

[2] Miller et al. Arch Facial Plast Surg. 2006;8:252-259.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/16847171/>

[3] Pickart et al. Biomed Res Int. 2015;2015:648108.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26236730/>

[4] Simeon et al. GHK-Cu stimulates matrix metalloproteinase-2 expression in fibroblasts. Life Sci. 2000.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11045606/>

[5] Wegrowski et al. GHK-Cu stimulates sulfated glycosaminoglycan synthesis. Life Sci. 1992.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/1522753/>

[6] Kang et al. Copper-GHK increases integrin expression and p63 positivity in keratinocytes. Arch Dermatol Res. 2009.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/19319546/>

[7] Simeon et al. GHK-Cu modulates glycosaminoglycans and proteoglycans in wounds. J Invest Dermatol. 2000.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11121126/>

[8] Zhang et al. Synergy of GHK-Cu and hyaluronic acid on collagen IV in fibroblast and ex-vivo skin tests. J Cosmet Dermatol. 2023.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/37062921/>

[9] Pickart et al. Growth-modulating plasma tripeptide may function by facilitating copper uptake into cells. Nature. 1980;288:715-717.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/7453802/>