

CLINIC TERRAIN

과학 모노그래프

GHK-Cu: 구리 결합, 기질 생물학 및 투여 경로별 전환

이 모노그래프는 GHK-Cu를 글리실-L-히스티딜-L-라이신의 구리(II) 착물로 평가한다. 이 착물을 GHK 단독, 유리 구리, 혼합 화장품 제형 및 전신 주사 투여와 구분한다.

버전 5.0

9 건의 참고문헌

명확히 정의된 구리 결합 트리펩타이드

근거 기준일 2026-08-23

www.clinicterrain.com/ko/yeongu/peptide/ghk-cu

초록

이 모노그래프는 GHK-Cu를 글리실-L-히스티딜-L-라이신의 구리(II) 착물로 평가한다. 이 착물을 GHK 단독, 유리 구리, 혼합 화장품 제형 및 전신 주사 투여와 구분한다.

핵심 결과

01 · 분자 정체성과 정확한 물질 규정

GHK는 글리실-L-히스티딜-L-라이신이며 GHK-Cu는 그 Cu(II) 착물이다. GHK, GHK-Cu, 유리 구리 및 혼합물은 생물학적으로 서로 대체할 수 없다. 화학양론은 정체성의 일부다.

02 · 사람에서의 최종 검증

국소 도포 화장품 문헌은 신호를 보고하지만 제품은 다양하다. CO₂ 레이저 박피술 후 13명이 참여한 무작위 연구에서 국소 도포 구리 트리펩타이드는 객관적 홍반, 주름 또는 전반적인 피부 질을 개선하지 않았지만 만족도에는 차이가 있었다.

03 · 반대 근거와 인과적 한계

대조된 국소 도포 결과는 섬유아세포 생물학에서 눈에 보이는 회춘의 보장으로 도약하는 것을 제한한다. 국소 도포 근거는 전신 재생이나 주사 이익을 입증할 수 없다.

목차

과학적 관점

분자 특성

인과 근거의 강도와 적용 한계

역사적·국제적 연구 축적

1973-1980년 · 혈장 트리펩타이드에서 구리 수송 가설로

1988-2000년 · 기질 합성과 전환을 실험적으로 구분

기전 및 생화학적 추론

제약됨 · 화학양론이 활성 화학종을 정의함

측정됨 · 나노몰 수준의 세포 작용은 조건에 따라 달라짐

측정됨 · 합성과 분해가 함께 변화함

펩타이드 브랜딩에 앞서 배위화학을 고려해야 함

구리는 촉매적이고 유용하며 잠재적으로 반응성이 있음

기질 생물학에는 균형 잡힌 전환이 필요함

국소 노출과 전신 노출은 별개의 과학 분야임

확립된 사항

아직 해결되지 않은 사항

일곱 가지 근거 층위

물질 정체성 규칙의 적용

도달 가능성 규칙의 적용

인과 강도 규칙의 적용

사람 연구 판정 규칙의 적용

적용 범위 규칙의 적용

반증 규칙의 적용

분자 정체성과 정확한 물질 규정

생화학적 기전과 표적 구조

생체 내 약리학과 노출

통합 생리학과 개인의 배경

사람에서의 최종 검증

반대 근거와 인과적 한계

과학적 결론

배위화학과 정체성

콜라겐과 세포외기질

단순 축적이 아닌 기질 재형성

각질형성세포와 상처 모델의 생물학

사람 국소 도포 근거

전신 전환의 경계

방법, 범위, 추적 가능성

어떤 관찰이 명제를 반증할 수 있는가?

후속 연구 과제

저자 역할과 책임

과학적 관점

이 모노그래프는 분자에서 출발해 생화학, 세포 기전, 노출, 통합 생리학으로 이어지는 인과 사슬을 추적한다. 집단 연구는 마지막 검증 단계에서 다룬다. 실제로 시험한 명제를 판단하는 데는 유용하지만, 분자를 정의하거나 인과 모형을 대체할 수는 없다.

정체성은 무엇이 존재하는지 규정한다. 생화학은 무엇이 반응할 수 있는지 밝힌다. 약리학은 그 반응이 가능한 조건에 도달하는지 확인한다. 생리학은 이에 대해 생체계가 어떻게 반응하는지 설명한다. 사람을 대상으로 한 통계적 관찰은 마지막에 놓이며, 실제로 연구한 투여 경로, 노출, 집단, 결과만을 판단한다.

집단 평균으로 분자를 식별하거나 기전을 만들거나 개인의 반응을 결정할 수는 없다. 입증된 기전도 실제로 확인된 인과 단계의 범위를 벗어나지 못한다. 마지막 단계의 연구는 특정 조건에서 기전이 구현되는지를 확인하거나 반증할 수 있지만, 그 바탕이 되는 화학을 바꾸지는 못한다.

분자 특성

글리실-L-히스티달-L-라이신의 구리(II) 배위 착물

금속 결합 트리펩타이드 착물

구리 배위 · 세포외기질 합성/재형성 · 상피 부착

GHK, GHK-Cu, 유리 구리 및 다성분 화장품 제형은 화학적으로 서로 다른 노출이다. 구리 화학양론, 산화 상태, 기제 및 투여 경로는 물질 정체성의 일부다.

인과 근거의 강도와 적용 한계

구리 착물은 정의된 실험 조건에서 섬유아세포의 콜라겐, 글리코사미노글리칸 및 기질 재형성 프로그램을 변화시킨다.

I-II는 배위화학과 국소 기질 생물학에서 강한 근거를 가짐; III는 투여 경로에 의존

선택된 국소 도포 상황은 C/D 등급; 전신 주사 재생은 E 등급

사람의 전신 약동학, 구리 분포 및 국소 기질 신호가 더 강하거나 기능적으로 더 우수한 조직으로 이어진다는 증거.

국소 도포 또는 시험관 내 기질 활성화만으로 전신 회춘, 장기 재생 또는 주사 안전성을 입증할 수 없다.

이 평가는 명시된 투여 경로, 집단, 결과에만 적용된다. 분자의 생화학적 지식에 순위를 매기거나 그 지식을 만들어 내는 평가가 아니다.

이익은 인과 사슬의 뒤쪽에서 내리는 임상적 판단이다. 과학의 대상은 우선 작용 자체다. 무엇이, 어떤 노출과 생물학적 상태에서 움직이는지, 그리고 어디서 추론을 멈춰야 하는지를 살펴야 한다.

역사적·국제적 연구 축적

GHK는 1973년 사람 혈장에서 분리되었으며, 구리 관련 생물학은 1980년까지 실험적으로 발전했다. 이는 오십 년에 걸친 생화학 연구 계보로, 최근의 화장품 발명품이 아니다.

김 역사는 배위화학과 국소 기질 생물학을 강하게 뒷받침한다. 그러나 전신 주사 약동학, 구리 분포 안전성 또는 장기 재생 효능을 만들어 내지는 않는다.

1973–1980년 · 혈장 트리펩타이드에서 구리 수송 가설로

이 트리펩타이드는 사람 혈장에서 분리되었고, 이후 금속과 함께 분리되며 구리(II) 착물을 형성하고 세포의 구리 흡수를 높인다는 사실이 밝혀졌다. 이러한 초기 연구는 브랜드 서사가 아닌 생화학적 수송 명제를 정의한다. [9]

1988–2000년 · 기질 합성과 전환을 실험적으로 구분

섬유아세포 연구에서는 콜라겐과 글리코사미노글리칸 합성을 측정했으며, 이후 MMP/TIMP 효과도 조사했다. 따라서 역사적 문헌군은 단순한 콜라겐 증가가 아니라 조절된 재형성을 설명한다. [1,4,5]

기전 및 생화학적 추론

생화학적 명제는 임상시험 없이도 강한 설명력을 가질 수 있다. 다만 전제, 노출, 적용 범위가 명확해야 한다. 아래 각 진술에는 이를 뒷받침하는 추론의 종류를 표시한다.

제약됨 · 화학양론이 활성 화학종을 정의함

GHK, GHK-Cu 및 유리 Cu(II)는 서로 다른 노출이다. 구리 점유율, 산화 상태, 경쟁 리간드 및 기제가 어떤 화학종이 조직과 상호작용할 수 있는지 결정한다. [3,9]

측정됨 · 나노몰 수준의 세포 작용은 조건에 따라 달라짐

초기 배양계는 매우 낮은 농도에서 생물학적 활성과 구리 의존성 수송을 보고했다. 명목상 전신 용량에 도달했다고 해서 표적 조직에 동일한 유리 착물 농도가 존재한다는 뜻은 아니다. [1,9]

측정됨 · 합성과 분해가 함께 변화함

콜라겐 및 글리코사미노글리칸 생성은 MMP와 TIMP 조절과 공존한다. 재형성이 유용한지는 표지자 변화의 방향만이 아니라 생체역학과 조직 구조가 결정한다. [1,4,5]

펩타이드 브랜딩에 앞서 배위화학을 고려해야 함

히스티딘을 포함하는 GHK는 Cu(II)와 배위하여 금속이 결합하지 않은 아포펩타이드 및 유리 이온성 구리와 화학적 거동이 다른 착물을 만든다. 화학양론과 제형은 실제로 세포나 조직에 도달하는 화학종에 영향을 준다. [1,3,4]

구리는 촉매적이고 유용하며 잠재적으로 반응성이 있음

구리는 효소와 산화환원 화학을 뒷받침한다. 펩타이드 배위는 수송과 이용 가능성을 바꿀 수 있지만 금속을 불활성으로 만들지는 않는다. 산화 상태, 간의 처리 및 국소 농도는 기전적 경계로 남는다. [1,4]

기질 생물학에는 균형 잡힌 전환이 필요함

GHK-Cu는 콜라겐과 글리코사미노글리칸 합성을 높이는 동시에 MMP와 TIMP 프로그램도 바꿀 수 있다. 이러한 양상은 단순 축적보다 재형성과 일치하며, 조직 구조와 생체역학이 질을 판정한다. [1,4,5]

국소 노출과 전신 노출은 별개의 과학 분야임

각질형성세포, 섬유아세포 및 국소 도포 실험은 국소 조직 생물학을 다룬다. 주사 사용은 분포, 구리 균형, 장기 노출 및 반복 투여에 관한 문제를 추가하며, 국소 도포 근거는 이에 답할 수 없다. [2,6,7]

확립된 사항

명확히 정의된 구리 결합 트리펩타이드

기질 관련 세포 기전

일부 대조된 사람 국소 도포 근거

아직 해결되지 않은 사항

사람 주사 약동학

전신 효능

구리 노출과 장기 안전성

일곱 가지 근거 층위

I-V 단계는 인과 및 중개 모형을 구성한다. 이후 사람에서의 관찰과 대조 임상시험이 실제로 연구한 투여 경로, 노출, 집단, 결과의 조건에서 전체 명제를 시험한다. 임상시험은 최종 판정이지 분자적 진실의 출발점이 아니다.

- I. 분자 정체성과 화학: 정확한 서열, 말단 화학 구조, 제형, 투여 경로는 무엇인가?
- II. 생화학과 표적 구조: 어떤 반응, 결합 사건, 신호 단계가 물리적으로 가능한가?
- III. 세포와 생체 외 조직: 관련 세포 또는 분리된 조직계에서 무엇이 달라지는가?
- IV. 동물 및 생체 내 약리학: 통합된 생물체에서 노출이 기전의 작동 조건에 도달하는가?
- V. 통합 생리학과 적용: 조직 상태, 되먹임, 용량, 개인의 생리적 배경은 반응을 어떻게 바꾸는가?
- VI. 사람 약동학과 관찰 신호: 해당 물질이 사람에게 존재하고, 견딜 수 있으며, 어떤 신호와 관련되는가?
- VII. 대조 임상시험: 특정 프로토콜이 사전에 정한 환자 관련 결과를 바꾸는가?

물질 정체성 규칙의 적용

GHK, GHK-Cu, 유리 구리 및 다성분 화장품 제형은 화학적으로 서로 다른 노출이다. 구리 화학양론, 산화 상태, 기제 및 투여 경로는 물질 정체성의 일부다.

도달 가능성 규칙의 적용

국소 도포 제형의 근거는 전신 또는 주사 투여 시의 체내 동태를 입증하지 않는다. 주사 결과를 해석하려면 구리 노출, 간의 처리, 산화적 맥락 및 국소 반응을 명시적으로 고려해야 한다. 따라서 GHK-Cu의 결정적인 노출 경계는 분자, 제형 및 투여 경로에 특이적으로 남는다.

인과 강도 규칙의 적용

구리 착물은 정의된 실험 조건에서 섬유아세포의 콜라겐, 글리코사미노글리칸 및 기질 재형성 프로그램을 변화시킨다. 이에 따라 현재 인과 깊이는 i-ii에서 배위화학학과 국소 기질 생물학에 대한 근거가 강하며, iii는 투여 경로에 의존한다. 이 등급은 기전의 어떤 연결이 입증되었는지를 나타낸다. 소비자 평점이 아니며 일반적인 이익의 약속으로 바꿀 수 없다.

사람 연구 판정 규칙의 적용

선택된 국소 도포 상황은 C/D 등급; 전신 주사 재생은 E 등급. 이 최종 기술자는 실제 관찰된 집단, 경로, 노출 및 결과에만 답한다. GHK-Cu 인과 사슬의 다른 연결을 격상하거나 취소하지 않는다.

적용 범위 규칙의 적용

사람의 전신 약동학, 구리 분포 및 국소 기질 신호가 더 강하거나 기능적으로 더 우수한 조직으로 이어진다는 증거. 국소 도포 또는 시험관 내 기질 활성만으로 전신 회춘, 장기 재생 또는 주사 안전성을 입증할 수 없다.

반증 규칙의 적용

결정적인 명제 중 하나라도 성립하지 않으면 해석을 바꿔야 한다. GHK-Cu에 대해 사전 명시된 검증은 다음과 같다. 잘못된 구리 화학양론이나 유리 구리의 우세는 GHK-Cu에 대한 귀속을 무효화한다. 조직 구조나 생체역학 개선 없는 기질 표지자 변화는 표지자를 복구와 동일시하는 추론을 반박한다. 구리 불균형이나 산화 스트레스를 일으키는 전신 노출은 포괄적 재생 주장을 반증한다. 이는 유리한 서술 뒤에 덧붙인 연구 질문이 아니라 결론에 실제로 적용되는 경계다.

분자 정체성과 정확한 물질 규정

GHK는 글리실-L-히스티딜-L-라이신이며 GHK-Cu는 그 Cu(II) 착물이다. GHK, GHK-Cu, 유리 구리 및 혼합물은 생물학적으로 서로 대체할 수 없다. 화학양론은 정체성의 일부다.

생화학적 기전과 표적 구조

기전 연구 프로그램에는 정의된 실험 조건에서의 구리 결합, 세포외기질 조절, 섬유아세포 콜라겐 합성, 상처 생물학 및 유전자 발현 효과가 포함된다.

생체 내 약리학과 노출

국소 도포 제형의 근거는 전신 또는 주사 투여 시의 체내 동태를 입증하지 않는다. 주사 결과를 해석하려면 구리 노출, 간의 처리, 산화적 맥락 및 국소 반응을 명시적으로 고려해야 한다.

통합 생리학과 개인의 배경

구리는 촉매 및 산화환원 생물학을 뒷받침하며, 세포외기질의 질은 합성, 분해, 교차결합 및 조직 구조의 균형에 달려 있다. 콜라겐이 많다고 해서 조직이 자동으로 더 좋아지는 것은 아니다. 국소 복구, 전신 구리 균형, 산화 부하 및 간의 처리는 별개의 생리학적 구획으로 유지해야 한다.

사람에서의 최종 검증

국소 도포 화장품 문헌은 신호를 보고하지만 제품은 다양하다. CO₂ 레이저 박피술 후 13명이 참여한 무작위 연구에서 국소 도포 구리 트리펩타이드는 객관적 홍반, 주름 또는 전반적인 피부 질을 개선하지 않았지만 만족도에는 차이가 있었다.

반대 근거와 인과적 한계

대조된 국소 도포 결과는 섬유아세포 생물학에서 눈에 보이는 회춘의 보장으로 도약하는 것을 제한한다. 국소 도포 근거는 전신 재생이나 주사 이익을 입증할 수 없다.

과학적 결론

GHK-Cu는 정체성과 기질 관련 기전에 대한 강한 근거를 가지고 있지만 전신 약리학은 불완전하고 대조된 국소 도포 검증은 제한적이다. 활성 물질, 구리 함량, 경로 및 결과를 모두 명시해야 한다.

배위화학 and 정체성

GHK는 트리펩타이드인 글리실-L-히스티딜-L-라이신이다. GHK-Cu는 그 구리(II) 배위 착물이다. 펩타이드, 착물 및 유리 이온성 구리는 관련되어 있지만 서로 대체할 수 없는 물질이다. 화학양론, 산화 상태, 제형 및 경로가 실제 화학적 노출을 결정한다. [1,3,4]

구리는 효소와 산화환원 화학을 지원할 수 있는 촉매 보조인자다. GHK와의 결합은 수송과 상호작용을 바꾸지만 구리를 생물학적으로 불활성으로 만들지는 않는다. 따라서 전신적 해석에는 일반적인 펩타이드라는 명칭보다 구리 처리, 간의 맥락 및 산화 균형이 필요하다. [1,4]

콜라겐과 세포외기질

고전적인 사람 섬유아세포 실험은 GHK-Cu가 매우 낮은 농도에서 세포 수를 바꾸지 않고 콜라겐 합성을 자극한다는 사실을 발견했다. 이 결과는 정의된 시험관 내 조건에서 직접적인 기질 관련 세포 작용을 뒷받침한다. [1]

GHK-Cu는 섬유아세포 배양에서 더마탄 황산과 헤파란 황산을 포함한 특정 글리코사미노글리칸의 합성도 증가시켰다. 따라서 기질 생물학은 콜라겐 양을 넘어 수화, 조직 구조 및 세포-기질 신호 전달까지 포괄한다. [5]

단순 축적이 아닌 기질 재형성

섬유아세포 배양에서 GHK-Cu는 MMP-2 발현을 높였으며 TIMP-1과 TIMP-2 분비도 증가시켰다. 이러한 동시 조절은 일방향 기질 축적보다 재형성을 뒷받침한다. [4]

합성, 분해 및 조직 구조 사이의 균형이 복구의 질을 결정한다. 콜라겐 전사체나 MMP 활성의 증가만으로 조직이 더 강하거나 더 탄력적이거나 임상적으로 개선되었다고 입증할 수 없다. [1,4,5]

각질형성세포와 상처 모델의 생물학

구리-GHK는 각질형성세포 및 피부 등가물 실험에서 인테그린 발현과 p63 양성을 증가시켜 상피 부착과 재생성 세포 상태에 대한 효과를 뒷받침했다. 동물 상처 연구에서도 콜라겐 및 글리코사미노글리칸 침착의 변화가 보고되었다. [6,7]

이 실험들은 국소 조직 기전을 입증한다. 전신 회춘, 장기 재생 또는 주사 투여 안전성을 입증하지는 않는다. 국소 도포와 전신 투여는 서로 다른 약리학적 영역에 속한다. [6,7]

사람 국소 도포 근거

CO2 레이저 박피술 후 13명이 참여한 무작위 연구에서 국소 도포 구리 트리펩타이드 요법은 대조군에 비해 객관적 홍반, 주름 또는 전반적인 피부 질을 개선하지 않았지만 환자 만족도에는 차이가 있었다. 규모는 작지만 보장된 미용 결과라는 주장에 직접적인 대조 반대 근거를 제공한다. [2]

다른 국소 도포 시스템은 구리 펩타이드에 추가 펩타이드, 기재 또는 시술을 결합한다. 혼합물의 긍정적 결과를 전적으로 GHK-Cu에 귀속할 수 없으며, 시술 후 치유는 기재 피부 노화와 동일한 평가변수가 아니다. [2,8]

전신 전환의 경계

충분한 사람 주사 약동학, 구리 분포, 반복 투여 내약성 및 전신 효능은 확립되지 않았다. 국소 장벽 통과와 전신 노출은 근본적으로 다르므로 국소 도포 화장품 근거로 이러한 누락된 수준을 채울 수 없다. [1,2,4]

GHK-Cu는 강한 화학적 정체성과 상당한 기질 관련 기전을 가진다. 추론이 세포 및 국소 도포 조직 효과에서 전신 재생으로 이동할수록 근거는 약해진다. 과학적으로 타당한 주장은 착물, 경로, 제형 및 측정된 결과를 명시해야 한다. [1,2,4,6]

방법, 범위, 추적 가능성

이 자료는 선별된 일차 기록을 바탕으로 구성된 기전 중심 모노그래프다. 체계적 문헌고찰 수준의 완전성을 주장하지 않는다. 검색에서 결과를 찾지 못했다는 사실은 효과가 없다는 근거가 아니다.

검색 범위는 PubMed/MEDLINE 일차 기록, 색인된 러시아어 초록, 참고문헌 연결을 통해 찾은 물질 정체성 규명·역사·중개 연구다. 언어, 지리, 규제 상태, 학술지 유형은 근거 등급이 아니다.

확장된 주장 단위 12개에 역사적 기록 2개와 기전 추론 기록 3개를 더하며, 전체 문헌군에서 기록 9개를 인용한다.

정체성 → 물리적 제약 → 측정된 반응 또는 결합 → 도달 가능한 노출 → 생체계 반응 → 결과. 통계적 유의성이 기전을 만들지는 않으며, 기전적 개연성이 환자 결과를 만들지도 않는다.

참고문헌 번호는 색인된 기록으로 바로 연결된다. 이 문헌군은 여기서 제시한 주장의 근거를 기록하며, 빠짐없는 체계적 문헌 검색으로 제시하지 않는다. 색인에서 접근할 수 있다는 사실이 연구의 근거 분류를 높이지는 않는다.

어떤 관찰이 명제를 반증할 수 있는가?

과학적 모노그래프는 기전이 성립할 수 있는 이유뿐 아니라 어떤 관찰이 추론을 약화시키거나 뒤집을지도 밝혀야 한다.

잘못된 구리 화학양론이나 유리 구리의 우세는 GHK-Cu에 대한 귀속을 무효화한다.

조직 구조나 생체역학 개선 없는 기질 표지자 변화는 표지자를 복구와 동일시하는 추론을 반박한다.

구리 불균형이나 산화 스트레스를 일으키는 전신 노출은 포괄적 재생 주장을 반증한다.

후속 연구 과제

유용한 연구 과제는 정체성에서 결과로 이어지는 사슬의 가장 약한 연결을 해결한다. 같은 종류의 관찰을 더 쌓는 데 그치지 않는다.

국소 도포 및 주사 노출에 대한 사람 경로별 약동학

구리 균형과 산화적 맥락 연구

단일 성분의 대조 국소 도포 시험

객관적 기질 품질 및 생체역학

재생 주장에 앞선 전신 안전성

제형과 화학양론 비교

저자 역할과 책임

Clinic Terrain Clinical Intelligence Unit의 임상 연구자 Valentine Wibowo가 개념 설계, 근거 종합, 과학적 해석, 집필을 수행했다. dr. I Wayan Cahyadi Surya Distira Putra, MPH가 의학적 검토를 마치고 원래의 영어 출판물을 승인했다. 내부 의학적 검토를 독립적인 동료 심사로 표현하지 않는다.

새로운 환자 자료를 수집하거나 사람 대상 연구를 새로 수행하지 않았다. 저자와 검토자는 개인적인 금전적 이해충돌이 없음을 밝힌다. Clinic Terrain과 Klinik Pratama Cepat Sehat는 임상 서비스를 제공하며, 이러한 기관 관계를 공개한다.

참고문헌

- [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/>