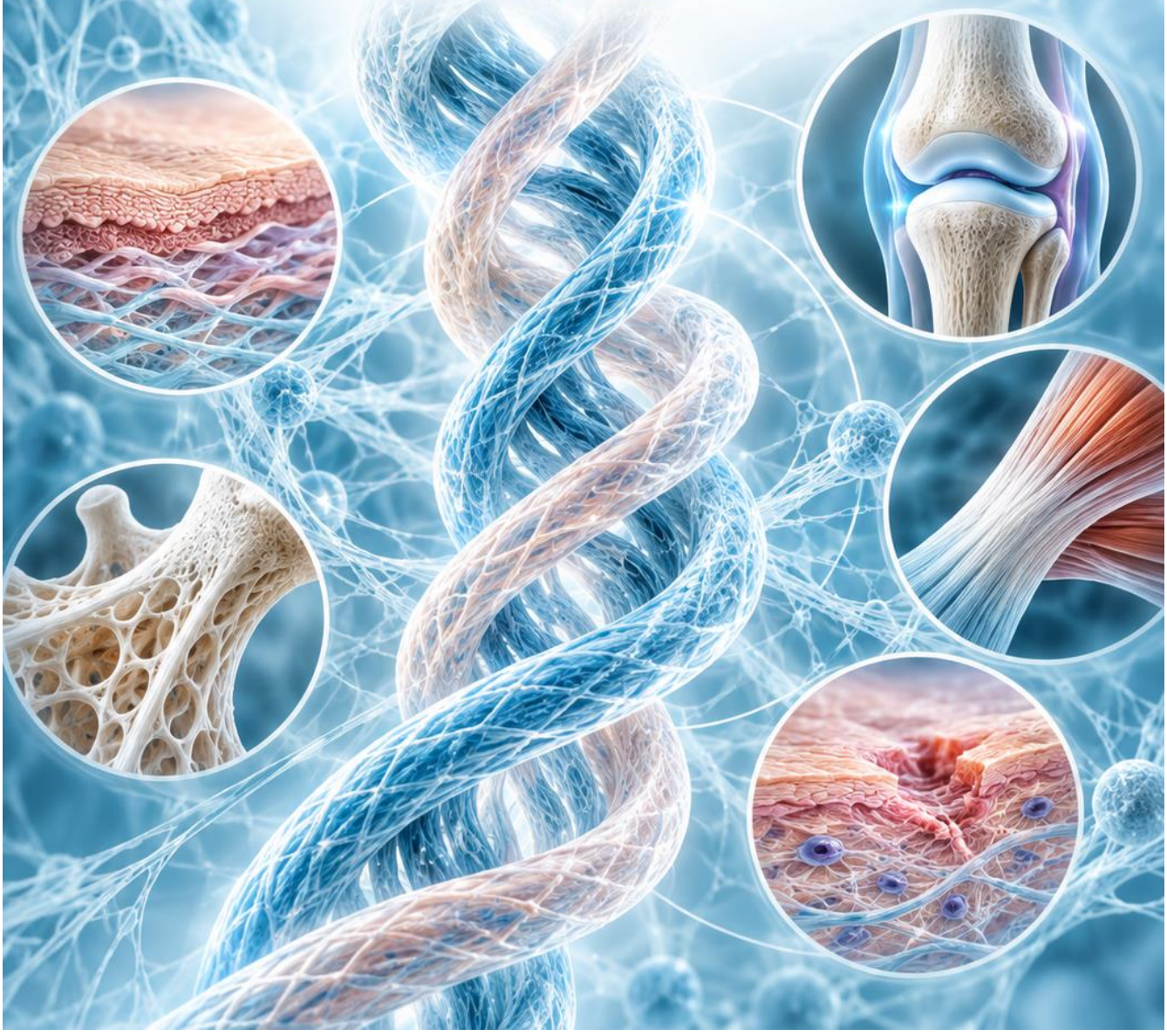
Love Your Life – *Guide*

Giovanni Chetta

COLLAGENE

Struttura, matrice extracellulare, rigenerazione e supplementazione

Dalla tripla elica alla cute, alle articolazioni, all'osso e alla riparazione tissutale



Frontespizio

COLLAGENE

Struttura, matrice extracellulare, rigenerazione e supplementazione

Dalla tripla elica alla cute, alle articolazioni, all'osso e alla riparazione tissutale

Giovanni Chetta

Le Guide Love Your Life – Versione 1.1, 2026

Sommario

Frontespizio 2
Guida alla lettura 4
1. Il collagene: una famiglia di proteine strutturali 5
2. Tripla elica e organizzazione gerarchica 5
3. Biosintesi, secrezione e maturazione 6
4. Matrice extracellulare e meccanotrasduzione 7
5. Tipi di collagene e distribuzione tissutale 8
6. Cute, derma e invecchiamento 9
7. Cartilagine e articolazioni 9
8. Tendini, legamenti, fascia ed entesi 10
9. Osso, dentina e periodonto 11
10. Membrane basali, vasi, cornea e disco intervertebrale 11
11. Ferite e rigenerazione tissutale 11
12. Turnover: MMP, TIMP, infiammazione e glicazione 12
13. Nutrizione e cofattori della sintesi 12
14. Digestione, assorbimento e peptidi bioattivi 13
15. Forme di supplementazione 13
16. Supplementazione per cute e acido ialuronico 14
17. Supplementazione per articolazioni, tendini e osso 14
17.1 Articolazioni 14
17.2 Tendini 14
17.3 Osso 15
18. Medicina del terreno e personalizzazione 15
19. Sicurezza, qualità del prodotto e limiti delle evidenze 16
20. In sintesi 16
Glossario 17
Bibliografia 18
L'Autore 19

Guida alla lettura

Il percorso del volume parte dalla struttura molecolare del collagene, passa attraverso la matrice extracellulare (MEC) e arriva ai diversi tessuti e alla supplementazione. Questo ordine serve a tenere distinti i meccanismi fisiologici dai possibili interventi: prima vengono chiarite struttura e sintesi, poi si esamina ciò che può essere modulato con nutrizione, attività fisica e nutraceutica.

Le sigle e gli acronimi vengono esplicitati alla prima occorrenza in ciascun capitolo. I termini specialistici principali sono raccolti anche nel Glossario al termine del volume, così il lettore può recuperarne rapidamente il significato senza interrompere la continuità della lettura.

Le dosi indicate nelle sezioni dedicate alla supplementazione corrispondono ai protocolli più frequentemente studiati e non rappresentano prescrizioni individuali. Età, stato nutrizionale, eventuali patologie, farmaci, funzione renale ed epatica, carico meccanico e qualità del sonno possono modificare la risposta e devono essere considerati nel quadro complessivo del terreno biologico.

Criterio di lettura delle evidenze — Per gli integratori è utile separare plausibilità biochimica, dati sperimentali, studi clinici randomizzati e revisioni sistematiche. Un meccanismo convincente sul piano biologico non basta, da solo, a dimostrare un beneficio clinico.

1. Il collagene: una famiglia di proteine strutturali

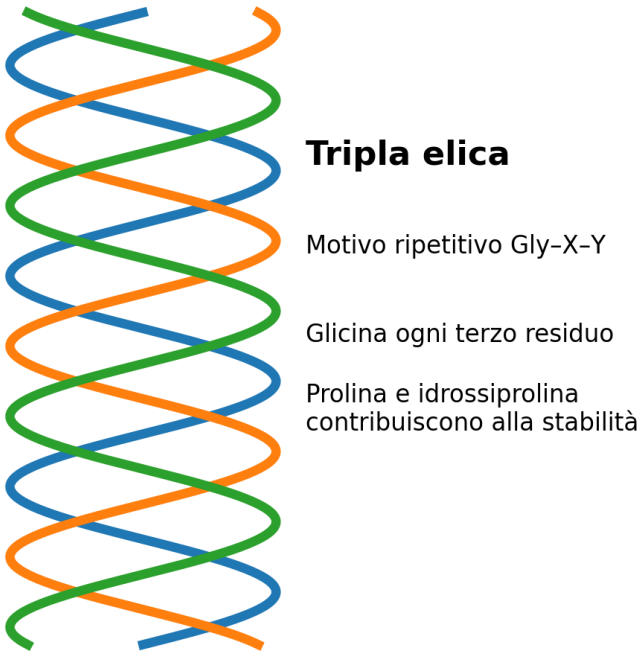
Il collagene appartiene a una vasta famiglia di proteine della matrice extracellulare (MEC) caratterizzate dalla presenza di domini a tripla elica. Nell'organismo umano costituisce una quota rilevante delle proteine totali e contribuisce all'impalcatura meccanica di cute, tendini, legamenti, cartilagine, osso, dentina, pareti vascolari, membrane basali e molti altri tessuti.

Ridurre il collagene a una semplice impalcatura passiva sarebbe però limitante. Le fibre collageniche resistono alla trazione, orientano la distribuzione delle forze e partecipano al dialogo fra cellule e matrice. Integrine, recettori specifici per il collagene e complessi di adesione permettono alle cellule di percepire rigidità, orientamento e tensione della MEC e di adattare sintesi proteica, differenziamento e rimodellamento.

Per comprenderne davvero il comportamento bisogna considerare insieme il livello molecolare, quello sovramolecolare e quello tissutale. Una medesima molecola può assumere proprietà biomeccaniche differenti secondo l'orientamento delle fibre, il contenuto d'acqua, i cross-link, l'interazione con i proteoglicani e la storia di carico del tessuto.

2. Tripla elica e organizzazione gerarchica

La caratteristica strutturale più riconoscibile del collagene è il motivo ripetitivo Gly (glicina)–X–Y. La glicina occupa ogni terza posizione, mentre X e Y sono spesso rappresentate da prolina e idrossiprolina. Le dimensioni minime della glicina le consentono di collocarsi nella regione centrale della tripla elica; prolina e idrossiprolina ne limitano invece la flessibilità e contribuiscono alla stabilità conformazionale.

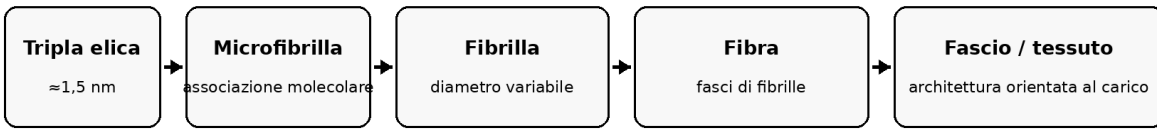


Struttura schematica della tripla elica: tre catene α si avvolgono formando un'unità resistente alla trazione; la glicina ricorre ogni terzo residuo.

La tripla elica costituisce soltanto il primo livello dell'organizzazione. Le molecole di tropocollagene si dispongono con uno sfalsamento regolare, formano microfibrille e fibrille e proseguono verso

strutture fibrose di dimensioni maggiori. Questa architettura gerarchica spiega perché tendine, derma e osso, pur essendo tutti ricchi di collagene di tipo I, possiedano proprietà meccaniche molto diverse.

Organizzazione gerarchica del collagene fibrillare



L'orientamento delle fibre determina anisotropia, resistenza alla trazione e comportamento viscoelastico del tessuto.

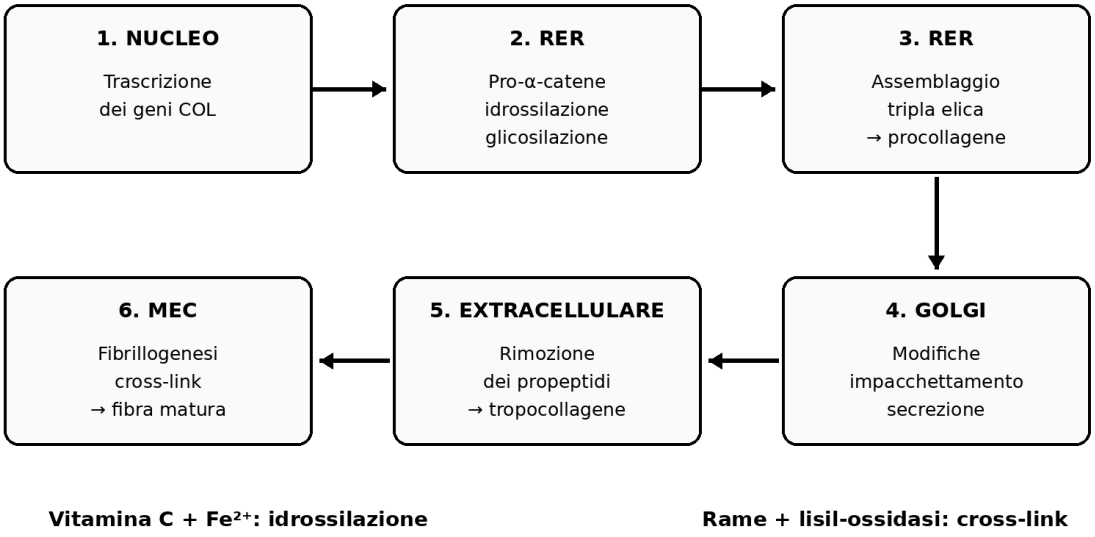
Organizzazione gerarchica del collagene fibrillare, dalla tripla elica alla struttura tissutale orientata secondo le linee di carico.

3. Biosintesi, secrezione e maturazione

La biosintesi del collagene prende avvio nel nucleo con la trascrizione dei geni della famiglia COL, che codificano le catene collageniche. Nel reticolo endoplasmatico rugoso (RER) vengono tradotte le pro-α-catene e si susseguono modificazioni post-traduzionali decisive. L'idrossilazione di specifici residui di prolina e lisina richiede vitamina C e ferro; l'assemblaggio successivo porta alla formazione della tripla elica del procollagene.

Il procollagene passa quindi attraverso l'apparato di Golgi e viene secreto. La maturazione prosegue nello spazio extracellulare, dove i propeptidi terminali vengono rimossi e le molecole si organizzano in fibrille. La lisil-ossidasi, enzima rame-dipendente, promuove la formazione di cross-link covalenti che aumentano la resistenza meccanica del collagene maturo.

Biosintesi e maturazione del collagene



Biosintesi e maturazione: lo schema separa nettamente la fase intracellulare dalla maturazione che avviene nella matrice extracellulare.

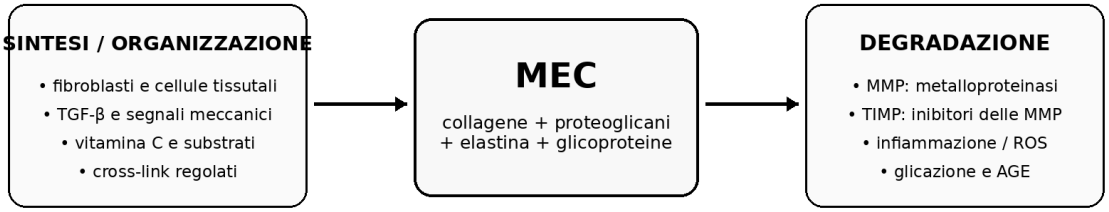
Vitamina C — La vitamina C non «crea» collagene: agisce come cofattore indispensabile per la corretta idrossilazione di prolina e lisina. Una carenza severa compromette la stabilità delle fibre e contribuisce alle manifestazioni classiche dello scorbuto, fra cui fragilità vascolare e difficoltà di guarigione delle ferite.

4. Matrice extracellulare e meccanotrasduzione

La matrice extracellulare (MEC) comprende collagene, elastina, proteoglicani, glicosaminoglicani e glicoproteine adesive. Non costituisce un semplice materiale di riempimento fra le cellule: offre segnali biomeccanici e biochimici che influenzano migrazione, proliferazione, differenziamento e riparazione.

La meccanotrasduzione traduce gli stimoli fisici in segnali intracellulari. Fibroblasti, tenociti, condrociti e osteoblasti modificano sintesi e degradazione della matrice in risposta a deformazione, tensione e rigidità. Un carico meccanico ben dosato agisce quindi come un vero segnale biologico e non soltanto come lavoro muscolare.

Turnover della matrice extracellulare: sintesi e degradazione



Il tessuto sano dipende dall'equilibrio dinamico fra deposizione, organizzazione, uso meccanico e degradazione.

La matrice extracellulare è un sistema dinamico: sintesi, organizzazione e degradazione devono rimanere in equilibrio.

5. Tipi di collagene e distribuzione tissutale

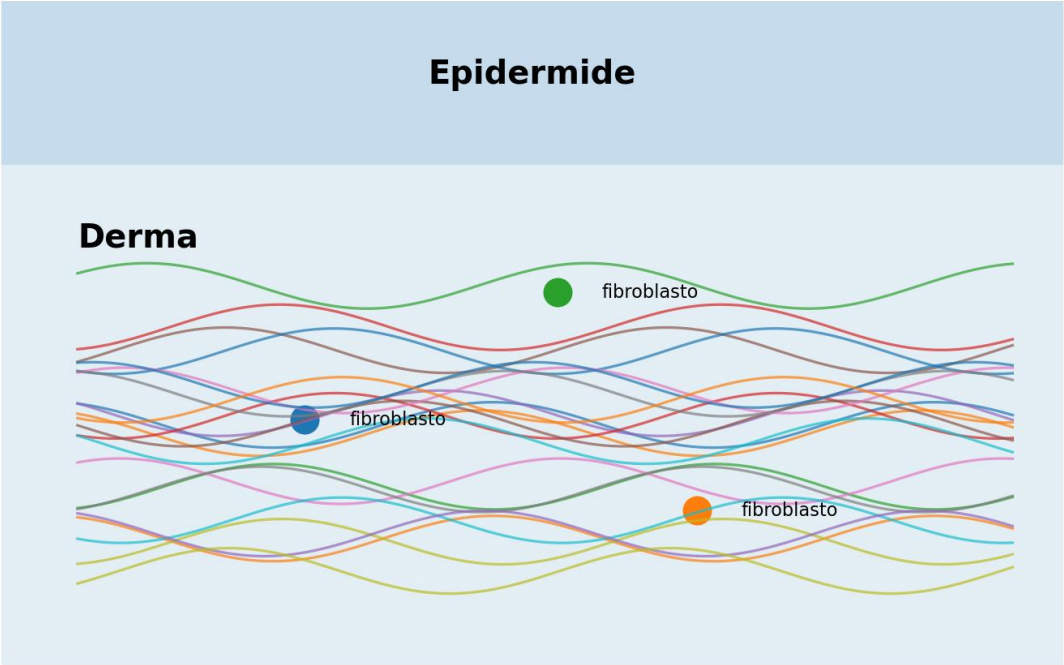
I tipi di collagene identificati sono numerosi e differiscono per struttura, distribuzione e funzione. Per orientarsi è utile raggrupparli in collageni fibrillari, collageni associati alle fibrille e collageni organizzati in reti. Questa distinzione chiarisce anche perché le espressioni commerciali «collagene per la pelle» e «collagene per le articolazioni» non possano essere trattate come equivalenti.

Tipo	Classe	Sedi principali	Funzione prevalente
I	Fibrillare	Cute, tendini, legamenti, osso, dentina, fascia	Resistenza alla trazione e impalcatura strutturale
II	Fibrillare	Cartilagine ialina, nucleo polposo, corpo vitreo	Rete fibrillare della cartilagine, resistenza con proteoglicani
III	Fibrillare	Cute, vasi, organi, tessuto di granulazione	Fibre reticolari e matrice iniziale della riparazione
IV	Rete	Membrane basali	Rete planare di supporto e filtrazione
V	Fibrillare/regolatore	Cute, cornea, placenta, associazione con tipo I	Regola diametro e assemblaggio delle fibrille
VI	Microfibrillare	Matrice pericellulare di molti tessuti	Connessione fra cellule e rete fibrillare
IX	FACIT (Fibril-Associated Collagens with Interrupted Triple helices)	Cartilagine, associato al tipo II	Organizzazione della superficie fibrillare
XI	Fibrillare	Cartilagine, associato al tipo II	Regolazione del diametro fibrillare
X	Rete/fibrillare specializzato	Cartilagine ipertrofica	Ossificazione endocondrale

6. Cute, derma e invecchiamento

Nel derma prevalgono i collageni di tipo I e III, organizzati in una rete che interagisce con elastina, proteoglicani e acido ialuronico nella matrice extracellulare (MEC). I fibroblasti ne regolano in larga parte sintesi e turnover. Con l'età cambiano quantità, disposizione e cross-link delle fibre; esposizione ai raggi ultravioletti, fumo, stress ossidativo e glicazione possono accelerare il deterioramento della matrice.

La riduzione degli estrogeni dopo la menopausa può accompagnarsi a una diminuzione dello spessore dermico, del contenuto collagenico e dell'elasticità. La cute mostra con particolare evidenza quanto fattori ormonali, nutrizionali e ambientali possano convergere sulla stessa struttura della MEC.

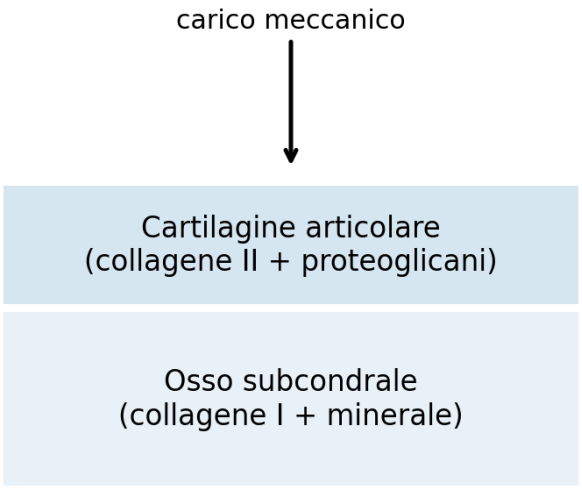


Schema del derma: il collagene opera insieme a elastina, proteoglicani e acido ialuronico; il fibroblasto coordina una parte rilevante del rimodellamento della matrice.

7. Cartilagine e articolazioni

La cartilagine articolare possiede una rete ricca di collagene di tipo II, alla quale contribuiscono anche i tipi IX e XI, immersa in una matrice ad alta concentrazione di proteoglicani e acqua. Le fibre collageniche limitano l'espansione della matrice idratata e partecipano alla resistenza a trazione e taglio; i proteoglicani sostengono soprattutto la risposta alla compressione.

Il condrocita mantiene questa matrice in un tessuto avascolare e relativamente povero di cellule. L'omeostasi richiede un equilibrio continuo fra sintesi e degradazione. Sovraccarico, infiammazione e alterazioni biomeccaniche possono spostare tale equilibrio verso il catabolismo e favorire l'attivazione delle metalloproteinasi della matrice (MMP).



La cartilagine distribuisce il carico; l'osso subcondrale lo trasferisce e si rimodella.

Schema funzionale dell'unità osteocondrale: la cartilagine ricca di collagene II coopera con l'osso subcondrale, ricco di collagene I mineralizzato, nella distribuzione del carico.

Collagene di tipo II — Il collagene di tipo II non denaturato va distinto dal collagene idrolizzato. Il primo conserva epitopi conformazionali ed è studiato a dosi molto più basse; il secondo viene digerito e fornisce peptidi e aminoacidi.

8. Tendini, legamenti, fascia ed entesi

Tendini e legamenti contengono soprattutto collagene di tipo I. Le fibrille sono orientate secondo direzioni preferenziali e trasferiscono le forze lungo assi ben definiti. La matrice si adatta al carico quando intensità, direzione e progressione dello stimolo sono adeguate; sia l'immobilizzazione sia il sovraccarico possono comprometterne organizzazione e prestazioni.

L'entesi, cioè la regione di inserzione del tendine nell'osso, presenta una transizione graduale nella composizione e nelle proprietà meccaniche che attenua i picchi di stress. La fascia integra invece fibre collageniche, elastina, acqua e cellule in un continuum capace di modificarsi in relazione al movimento e alla storia di carico.

La supplementazione con peptidi di collagene associata all'esercizio ha prodotto risultati interessanti, anche se gli studi restano eterogenei. I dati più coerenti riguardano il rimodellamento tendineo quando l'apporto nutrizionale accompagna un carico meccanico sufficientemente intenso e ben programmato.

9. Osso, dentina e periodonto

La matrice organica dell'osso è formata in larga parte da collagene di tipo I. I cristalli di idrossiapatite conferiscono rigidità, mentre la componente collagenica contribuisce alla tenacità e alla resistenza alla propagazione delle fratture. Osteoblasti e osteoclasti rinnovano continuamente il tessuto sotto il controllo di stimoli meccanici, ormonali e metabolici.

Anche dentina e periodonto dipendono da una matrice collagenica ben organizzata. Il parodonto deve assorbire carichi ciclici e conservare l'integrazione fra dente e osso alveolare; infiammazione cronica e alterazioni metaboliche possono modificare sia il turnover sia la qualità della matrice.

10. Membrane basali, vasi, cornea e disco intervertebrale

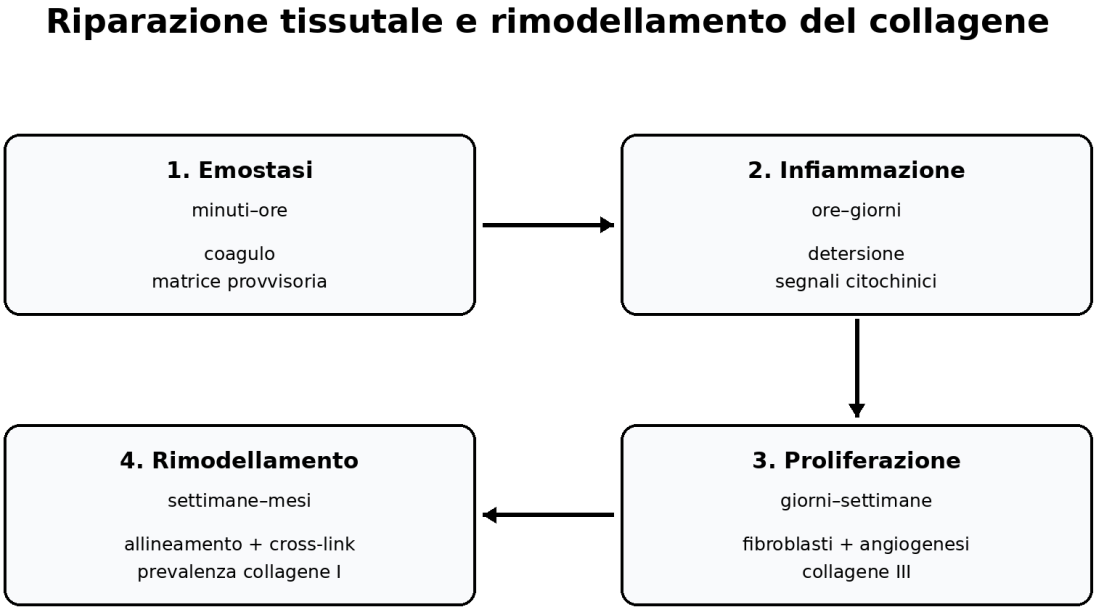
Il collagene di tipo IV costruisce la rete tipica delle membrane basali. Insieme a laminine, nidogeno e proteoglicani contribuisce al sostegno, alla filtrazione e alla polarità cellulare. Nelle pareti vascolari il collagene svolge soprattutto una funzione di contenimento meccanico e limita l'eccessiva distensione.

Nella cornea le fibrille devono mantenere un'organizzazione estremamente regolare per conciliare trasparenza e resistenza. Nel disco intervertebrale la distribuzione cambia lungo la struttura: l'anello fibroso esterno è ricco di collagene di tipo I, mentre procedendo verso l'interno e nel nucleo polposo aumentano il tipo II e i proteoglicani.

11. Ferite e rigenerazione tissutale

La guarigione di una ferita attraversa fasi che si sovrappongono nel tempo: emostasi, infiammazione, proliferazione e rimodellamento. Durante la fase proliferativa i fibroblasti depongono una matrice provvisoria relativamente ricca di collagene di tipo III; con il procedere del rimodellamento le fibre si organizzano e aumenta la prevalenza relativa del tipo I.

La cicatrice finale non riproduce semplicemente il tessuto originario. Nel tempo cambiano architettura, orientamento delle fibre e numero dei cross-link. Aminoacidi, vitamina C, energia, ossigeno e micronutrienti devono essere disponibili, ma la loro presenza non sostituisce il controllo dell'infezione, una perfusione adeguata e una corretta gestione del carico.



Fasi della riparazione tissutale e progressivo rimodellamento della matrice collagenica.

12. Turnover: MMP, TIMP, infiammazione e glicazione

Le metalloproteinasi della matrice (MMP) degradano diverse componenti extracellulari e partecipano al normale rimodellamento. Gli inibitori tissutali delle metalloproteinasi (TIMP) ne modulano l'attività. Dall'equilibrio fra questi sistemi dipende in buona parte la capacità della matrice di mantenersi, rinnovarsi o andare incontro a una degradazione eccessiva.

L'infiammazione cronica e le specie reattive dell'ossigeno (ROS) possono rafforzare i segnali catabolici e peggiorare la qualità del collagene. A questo processo può sommarsi la glicazione non enzimatica, che porta alla formazione di prodotti finali della glicazione avanzata (AGE) e di cross-link anomali capaci di aumentare rigidità e fragilità nei tessuti a lento turnover.

I cross-link non hanno quindi tutti lo stesso significato biologico. Quelli enzimatici fisiologici sono necessari alla maturazione delle fibre, mentre l'accumulo di legami dovuti alla glicazione accompagna l'invecchiamento e può alterare le proprietà meccaniche dei tessuti.

13. Nutrizione e cofattori della sintesi

Per sintetizzare collagene serve un apporto proteico adeguato e devono essere disponibili gli aminoacidi necessari. Glicina, prolina e lisina hanno un evidente ruolo strutturale, tuttavia la velocità di sintesi riflette l'intero contesto metabolico e non la disponibilità di un singolo aminoacido isolato.

La vitamina C è indispensabile per l'attività delle prolil- e lisil-idrossilasi; il ferro partecipa al funzionamento di questi enzimi e il rame è richiesto dalla lisil-ossidasi che forma i cross-link extracellulari. Zinco e altri micronutrienti intervengono nei processi di riparazione e in numerose

attività enzimatiche. Dosi elevate, in assenza di una reale necessità, non garantiscono però un vantaggio aggiuntivo.

Fattore	Ruolo	Nota pratica
Proteine / aminoacidi	Substrati per le catene α	Adeguatezza dell'apporto totale e distribuzione nella giornata
Vitamina C	Cofattore di prolil- e lisil-idrossilasi	Carenza severa compromette stabilità e guarigione
Ferro	Cofattore delle idrossilasi	Va valutato nel contesto dello stato marziale
Rame	Cofattore della lisil-ossidasi	Necessario ai cross-link extracellulari
Energia	Supporto ai processi biosintetici	Deficit energetico marcato può limitare la riparazione

14. Digestione, assorbimento e peptidi bioattivi

Il collagene assunto per via orale viene digerito prima di poter essere utilizzato dall'organismo. La digestione gastrica e intestinale libera aminoacidi e peptidi di diversa lunghezza; fra questi, alcuni di- e tripeptidi contenenti idrossiprolina possono comparire transitoriamente nel circolo, come prolina–idrossiprolina (Pro–Hyp) e idrossiprolina–glicina (Hyp–Gly).

Questi peptidi interessano la ricerca sia come substrati sia come possibili segnali biologici nei modelli cellulari. Il risultato osservato in vitro, tuttavia, non dimostra da solo un beneficio clinico. Peso molecolare, grado di idrolisi, dose e composizione del prodotto possono modificare la biodisponibilità e vanno considerati nell'interpretazione degli studi.

Punto chiave — L'espressione «i peptidi stimolano il collagene» riassume in modo eccessivo un processo complesso. Il significato clinico cambia secondo il tessuto, la dose, il carico meccanico e la qualità dello studio che misura l'esito.

15. Forme di supplementazione

Sotto l'etichetta commerciale di «collagene» rientrano preparazioni molto diverse fra loro. La forma fisico-chimica condiziona digestione, dose e possibile meccanismo d'azione e, nella pratica, conta più del semplice numero romano riportato sulla confezione.

UC-II è la denominazione commerciale di una specifica preparazione di collagene di tipo II non denaturato. Il termine non va esteso indiscriminatamente a qualunque collagene II nativo.

Forma	Che cosa è	Ordine di dose	Impiego studiato	Razionale
Collagene idrolizzato / peptidi	Proteina frammentata in peptidi	grammi/die	Cute, tessuti connettivi, studi muscoloscheletrici	Apporto di aminoacidi e peptidi; possibile segnalazione

Gelatina	Collagene denaturato, meno standardizzato per peso molecolare	grammi/die	Uso alimentare e protocolli pre-esercizio	Fonte di aminoacidi collagenici
Collagene II non denaturato	Conserva struttura/epitopi del tipo II	decine di mg/die	Articolazioni	Meccanismo diverso dall'apporto proteico; studiato a basse dosi
Collagene nativo	Proteina non idrolizzata	variabile	Dipende dalla preparazione	Preparazione distinta da UC-II e dai peptidi idrolizzati
Collagene marino	In genere ricco di tipo I, spesso idrolizzato	grammi/die	Cute e tessuto connettivo	Origine non determina da sola efficacia
Collagene bovino/suino	Spesso tipi I e III, idrolizzati	grammi/die	Cute, osso, tendini	Qualità, purezza e grado di idrolisi sono rilevanti

16. Supplementazione per cute e acido ialuronico

Le revisioni sistematiche degli studi randomizzati sui peptidi di collagene idrolizzato mostrano risultati favorevoli soprattutto per idratazione ed elasticità cutanea. L'interpretazione richiede comunque prudenza perché origine del collagene, peso molecolare, dose, durata e qualità metodologica variano molto fra gli studi. Non tutti i prodotti possono quindi essere considerati equivalenti.

L'acido ialuronico (HA) è un glicosaminoglicano della matrice capace di legare grandi quantità di acqua. Alcuni studi clinici sull'assunzione orale hanno rilevato miglioramenti dell'idratazione e, in determinate analisi, dell'elasticità e della profondità delle rughe. L'associazione fra collagene e HA ha un razionale biologico perché interessa componenti differenti della matrice extracellulare (MEC); la sua eventuale superiorità rispetto ai singoli componenti richiede però confronti diretti fra formulazioni.

Per la cute conviene quindi separare tre piani d'intervento: disponibilità di substrati e peptidi collagenici, sostegno dell'idratazione della matrice e riduzione dei fattori che accelerano la degradazione, fra cui raggi ultravioletti, fumo, glicazione e carenze nutrizionali.

17. Supplementazione per articolazioni, tendini e osso

17.1 Articolazioni

Nell'articolazione vanno considerate separatamente due strategie. Il collagene II non denaturato viene studiato a dosi dell'ordine di decine di milligrammi e conserva epitopi conformazionali; alcuni studi randomizzati nell'osteoartrosi del ginocchio hanno descritto miglioramenti di dolore e funzione. Il collagene idrolizzato viene invece impiegato in grammi e segue un razionale nutrizionale e peptidico differente.

17.2 Tendini

Nel tendine il primo stimolo da considerare resta il carico meccanico progressivo. Revisioni recenti di studi clinici randomizzati controllati (RCT) indicano che 15–30 g/die di collagene o gelatina, spesso

associati a vitamina C e a esercizio di intensità adeguata, possono aumentare alcuni indicatori strutturali come l'area di sezione e la rigidità meccanica. Il numero degli studi è ancora limitato e i protocolli non sono uniformi.

17.3 Osso

In donne in post-menopausa con ridotta densità minerale ossea, uno studio randomizzato della durata di 12 mesi con 5 g/die di specifici peptidi di collagene ha rilevato variazioni favorevoli della densità minerale ossea (BMD, Bone Mineral Density) e di alcuni marcatori di turnover. È un dato di interesse, da leggere però nel contesto complessivo della salute ossea: apporto proteico, calcio, vitamina D, esercizio contro resistenza e trattamento medico dell'osteoporosi, quando indicato, restano componenti distinte e fondamentali.

Obiettivo	Forma più studiata	Dose indicativa da studi	Durata	Lettura delle evidenze
Cute	Peptidi idrolizzati	circa 2,5–10 g/die	8–12 settimane o più	Idratazione/elasticità: segnali favorevoli, eterogeneità elevata
Articolazioni	Tipo II non denaturato	≈40 mg/die in diversi studi randomizzati controllati	3–6 mesi	Dolore/funzione: alcuni RCT positivi
Tendini	Peptidi/gelatina	≈15–30 g/die in protocolli recenti	settimane–mesi	Possibile supporto al rimodellamento se associato a carico
Osso	Peptidi specifici	5 g/die nello studio di 12 mesi	12 mesi	Dato favorevole sulla densità minerale ossea in donne post-menopausa; replicazione utile

18. Medicina del terreno e personalizzazione

La supplementazione acquista significato quando viene inserita nel terreno biologico del soggetto. Sintesi e turnover del collagene risentono dell'apporto proteico, dello stato energetico, dei micronutrienti, del controllo glicemico, dell'infiammazione, dell'assetto ormonale, della perfusione, del sonno, dell'attività fisica e del carico meccanico.

Le priorità cambiano secondo il tessuto. Per la cute contano anche fotoprotezione e fumo; per il tendine è essenziale costruire correttamente il carico; per l'osso servono stimoli meccanici e un adeguato metabolismo calcio–vitamina D; nella ferita vengono prima perfusione, controllo dell'infezione e disponibilità energetico-proteica. Il collagene può affiancare questi interventi senza sostituirli.

In un approccio di medicina integrata possono trovare posto, secondo necessità, terapia medica, riabilitazione, alimentazione, fisiologia dell'esercizio, sonno, gestione del peso e nutraceutica. Il punto non è aggiungere un singolo ingrediente, bensì intervenire sui determinanti che regolano il rimodellamento tissutale.

19. Sicurezza, qualità del prodotto e limiti delle evidenze

Negli studi clinici i peptidi di collagene risultano in genere ben tollerati. Possono comunque comparire disturbi gastrointestinali, gusto sgradevole o reazioni in persone sensibili alla fonte animale. L'origine della materia prima deve essere indicata con chiarezza, soprattutto in presenza di allergie o restrizioni alimentari.

La qualità del prodotto dipende dalla tracciabilità della materia prima, dal processo di idrolisi, dal controllo dei contaminanti, dagli standard microbiologici, dal peso molecolare dei peptidi e dalla corrispondenza fra dose dichiarata e dose studiata. Nei prodotti di origine marina meritano particolare attenzione sia i contaminanti sia gli allergeni.

Una parte degli studi disponibili coinvolge campioni numericamente limitati e alcuni lavori sono finanziati dai produttori. Il finanziamento non annulla di per sé il valore dei risultati; rende però ancora più importante esaminare disegno dello studio, preregistrazione, gruppo di confronto, esiti considerati, analisi statistica e possibilità di replicazione indipendente.

20. In sintesi

- Il collagene comprende una famiglia di proteine della matrice extracellulare con caratteristiche e distribuzioni differenti.
- Il motivo Gly–X–Y è alla base della tripla elica; glicina, prolina e idrossiprolina ne sostengono l'organizzazione strutturale.
- Vitamina C, ferro e rame intervengono in passaggi differenti della biosintesi e della maturazione del collagene.
- Le proprietà biomeccaniche dipendono dall'organizzazione gerarchica delle fibre e dalla storia di carico del tessuto.
- Collagene idrolizzato e collagene II non denaturato sono preparazioni differenti, impiegate a dosi e con razionali diversi.
- Gli studi su cute, tendini, articolazioni e osso offrono risultati di interesse, con qualità metodologica ed eterogeneità non uniformi.
- L'associazione con acido ialuronico ha un razionale per la cute; l'eventuale vantaggio rispetto ai singoli componenti deve essere dimostrato per la specifica formulazione.
- La supplementazione trova la sua collocazione migliore in un programma personalizzato che consideri alimentazione, esercizio, sonno e fattori capaci di accelerare la degradazione della matrice.

Glossario

Termine	Definizione
AA	Aminoacidi.
AGE	Advanced Glycation End-products, prodotti finali della glicazione avanzata.
BMD	Bone Mineral Density, densità minerale ossea.
COL	Sigla utilizzata per la famiglia di geni che codificano catene collageniche.
FACIT	Fibril-Associated Collagens with Interrupted Triple helices, collageni associati alle fibrille con triple eliche interrotte.
GAG	Glicosaminoglicani, polisaccaridi della matrice extracellulare.
HA	Hyaluronic Acid, acido ialuronico.
Hyp	Idrossiprolina.
MEC	Matrice extracellulare.
MMP	Metalloproteinasi della matrice, enzimi coinvolti nella degradazione di componenti extracellulari.
Pro–Hyp	Dipeptide prolina–idrossiprolina.
RER	Reticolo endoplasmatico rugoso.
RCT	Randomized Controlled Trial, studio clinico randomizzato controllato.
ROS	Reactive Oxygen Species, specie reattive dell'ossigeno.
TGF-β	Transforming Growth Factor beta, citochina/fattore di crescita coinvolto anche nella regolazione della matrice.
TIMP	Tissue Inhibitors of Metalloproteinases, inibitori tissutali delle metalloproteinasi.
UC-II	Denominazione commerciale comunemente utilizzata per una preparazione di collagene di tipo II non denaturato; non è sinonimo generico di qualunque collagene II.

Bibliografia

Ricard-Blum S. The collagen family. Cold Spring Harb Perspect Biol. 2011;3(1):a004978. doi:10.1101/cshperspect.a004978.

Shoulders MD, Raines RT. Collagen structure and stability. Annu Rev Biochem. 2009;78:929-958. doi:10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833.

Gelse K, Pöschl E, Aigner T. Collagens—structure, function, and biosynthesis. Adv Drug Deliv Rev. 2003;55(12):1531-1546. doi:10.1016/j.addr.2003.08.002.

Frantz C, Stewart KM, Weaver VM. The extracellular matrix at a glance. J Cell Sci. 2010;123(Pt 24):4195-4200. doi:10.1242/jcs.023820.

Theocharis AD, Skandalis SS, Gialeli C, Karamanos NK. Extracellular matrix structure. Adv Drug Deliv Rev. 2016;97:4-27. doi:10.1016/j.addr.2015.11.001.

Birch HL. Extracellular Matrix and Ageing. Subcell Biochem. 2018;90:169-190.

Bailey AJ. Molecular mechanisms of ageing in connective tissues. Mech Ageing Dev. 2001;122(7):735-755.

Pu SY, Huang YL, Pu CM, et al. Effects of Oral Collagen for Skin Anti-Aging: A Systematic Review and Meta-Analysis. Nutrients. 2023;15(9):2080. doi:10.3390/nu15092080.

Gao YR, Wang RP, Zhang L, et al. Oral administration of hyaluronic acid to improve skin conditions via a randomized double-blind clinical test. Skin Res Technol. 2023;29(11):e13531. doi:10.1111/srt.13531.

Lugo JP, Saiyed ZM, Lane NE. Efficacy and tolerability of an undenatured type II collagen supplement in modulating knee osteoarthritis symptoms: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study. Nutr J. 2016;15:14. doi:10.1186/s12937-016-0130-8.

König D, Oesser S, Scharla S, Zdzieblik D, Gollhofer A. Specific Collagen Peptides Improve Bone Mineral Density and Bone Markers in Postmenopausal Women—A Randomized Controlled Study. Nutrients. 2018;10(1):97. doi:10.3390/nu10010097.

Buchalski A, Jeanfavre M, Altorelli C, Leff G. Collagen Supplementation on Tendon-Related Structural and Performance Outcomes: A Systematic Review. J Funct Morphol Kinesiol. 2026;11(1):130. doi:10.3390/jfmk11010130.

L'Autore



Giovanni Chetta

Biochimico, fisiologo e biofisico, con una formazione multidisciplinare nelle scienze biomediche e numerosi percorsi di alta specializzazione nell'ambito della fisiologia, nutrizione, nutraceutica, fitoterapia, biomeccanica.

L'intero percorso professionale si è sviluppato in ambito medico, in costante collaborazione con medici specialisti e altri professionisti sanitari. Questa esperienza gli ha consentito di coniugare il rigore delle scienze di base con le esigenze della pratica clinica, sviluppando una visione integrata dei meccanismi fisiologici e fisiopatologici che regolano l'organismo umano.

Dal 1988 si dedica allo studio del metabolismo, dell'infiammazione cronica, della bioenergetica cellulare e delle interazioni tra i sistemi che mantengono l'omeostasi.

La sua attività è orientata a integrare le conoscenze della fisiologia classica con le più recenti evidenze della ricerca scientifica, promuovendo un approccio che considera la terapia farmacologica e gli interventi sul terreno biologico come strumenti complementari di un'unica strategia terapeutica.

«Biochimica, fisiologia e biofisica compongono il linguaggio della medicina: comprenderne i meccanismi aumenta la consapevolezza riguardo salute, malattia e cura.»

giovannichetta.com

Copyright e note legali

Versione 1.0 – 2026

© 2026 Giovanni Chetta. Tutti i diritti riservati.

È vietata la riproduzione, anche parziale, del presente documento senza preventiva autorizzazione scritta dell'Autore, salvo quanto previsto dalla normativa vigente in materia di diritto d'autore.

Le informazioni contenute in questa guida hanno finalità esclusivamente divulgative ed educative e non sostituiscono il parere del medico o di altri professionisti sanitari qualificati. Ogni decisione diagnostica o terapeutica deve essere presa nell'ambito di una valutazione clinica individuale.

Questa guida potrà essere periodicamente aggiornata alla luce delle nuove evidenze scientifiche. La versione riportata in copertina o frontespizio e/o in questa pagina identifica il testo di riferimento.