

# A kollagén szerepe és hatása az emberi szervezetre

## The role and effect of collagen on the human body



### ÖSSZEFOGLALÁS:

A kollagén is fehérje, így építőkövei az aminosavak. Szervezetünk képes előállítani, amennyiben az étkezésünk során kielégítő mennyiségben jutunk fehérjegyazdag táplálékhoz. Szintéziséhez azonban nélkülözhetetlen a C-vitamin, mely segíti a kollagéncépző aminosavak kapcsolódását. 28 ismert kollagéntípus van, azonban a szervezet kollagéncépző közel 90%-a az I. típus családjába tartozik. A kollagént sertésből, marhából, csirkéből és különböző tengeri állatokból lehet kinyerni. Mivel szervezetünk nagy mennyiségben tartalmazza, fogyasztása hatással van a bőrre, szemre, hajra, körömre, inakra, szalagokra, izmokra, porcokra, csontokra, az emésztésre és szívünk egészségére is. Évek óta növekvő tendenciát mutat a kereslet a kollagént tartalmazó étrend-kiegészítők iránt. A kollagéncépző – ezen belül is a hidrolizált kollagén – további növekedését várják.

**Kulcsszavak: kollagén, hidrolizált kollagén, étrend-kiegészítés, zselatin, élettani hatás**



### ABSTRACT:

Collagen is also protein, its building blocks are the amino acids. Our body can produce them if we eat enough protein-rich food. However, vitamin C is essential for synthesis, it helps bind collagen-forming amino acids. There are 28 known types of collagens, but 90% of our body's collagens are in the 1st type. Porks, beefs, chickens and different types of sea animals contain collagen. Collagens are in our body in large quantities, that's why its consumption affects our skin, eyes, hair, nails, tendons, ligaments, muscles, cartilage, bones, digestion, and the health of our hearts as well. The demand for collagen-containing dietary supplements has been on an increasing trend for years. This market, including hydrolysed collagen, is expected to grow further.

**Keywords: collagen, hydrolysed collagen, dietary supplement, gelatine, physiological effect**

## Mi az a kollagén-collagen?

Az emlősökben található leggyakoribb fehérjéről van szó (*teljes fehérjetömeg 30%-a*). A kollagéncsalád 28 elemből áll. Strukturális szerepük van, amelyek a szöveteink mechanikai, alak- és szerveződési tulajdonságaihoz járulnak hozzá (*Ricard – Blum, 2011*).

Az emberi szervezetben az összes fehérje egyharmada, valamint a bőr száraz tömegének háromnegyede kollagén. Az extracelluláris mátrix (*ECM*) legelterjedtebb alkotóeleme (*Shoulders – Raines, 2009*).

A kollagén fehérje híján van egy alapvető aminosavnak, a triptofánnak, valamint alacsony a cisztein és metionin tartalma, ezért nem számít teljes értékű proteinforrásnak, vagyis inkomplett protein (*Paul et al. 2019*). Inkomplett proteinről akkor beszélünk, ha a fehérjében nem található meg minden esszenciális aminosav.

Funkcionális ételként viszont tekinthetünk rá, ugyanis fiziológiailag aktív peptidok és aminosavak forrása. Képes az egészség optimalizálására és kielégíti a fokozott igényeket, melyeket az öregedés és testmozgás vált ki (*Paul et al. 2019*).

## A kollagén felépítése:

A kollagén hármas hélixszerkezetéről ismert fehérjecsoportra utal. A korábban említett 28 típusú kollagén közül létezik olyan, mely három azonos láncból áll, például a porcban, ez a II-es típusú kollagén. De vannak olyan láncokból állók is, melyek genetikailag elkülönülnek, például a bőrben és csontban előforduló kollagén, ez az I-es típusú kollagén.

A hármas hélix csavarodása miatt a lehető legkisebb melléksoporttal rendelkező aminosav fér el legjobban a szerkezetben, ami a glicin. Szinte minden harmadik tagját ez az aminosav képezi (*Christov, 2016*).



Szerző/Autor/Rovatvezető:  
**DR. HABIL. FRITZ PÉTER**  
egyetemi docens  
**PÉTER FRITZ DR. HABIL.**  
associate professor  
Ferencvárosi Torna Club,  
Miskolci Egyetem  
pfritz@hotmail.hu  
Tudományos tevékenysége:  
doktori iskolában témavezető  
Scientific activity: supervisor in  
doctoral school  
Főbb kutatási terület:  
sporttáplálkozás, rekreáció  
Main areas of research: sports  
nutrition, recreation



Szerző:  
**MAYER LÍVIA**  
mayerlivia96@gmail.com



Szerző:  
**PETŐ ADRIENN**  
petoadrienn91@gmail.com



Szerző:  
**NÉMETH BOGLÁRKA**  
Munkahely: Superfoods  
PTE-Táplálkozástudományi MSc  
ME-Rekreáció MSc  
nemethboglarka94@gmail.com

## A kollagén főbb típusai:

**I-es típus:** a leggyakrabban előforduló kollagéntípus. Megtalálható a kötőszövetekben, beleértve az ínt, inszlagot, a dermist és az ereket. Az ECM szakítószilárdságának fő alkotóeleme és elsődleges meghatározója. Prokollagénként szintetizálódik. Legfőbb forrásai a tengeri halak, valamint kisebb mennyiségben a sertésekben is megtalálható (León-López et al. 2019).

**II-es típus:** felnőttéknél az ízületi felületek hialinporcának fő szerkezeti alkotóeleme, ezzel befolyásolja az ízületek működését. Ezenkívül megtalálható más szövetekben is, mint az intervertebrális porcok sejtmagja, a retina, sclera és a szemlencse. Táplálékkiegészítőként az ízületi fájdalmak és gyulladások kezelésére alkalmazták, valamint étrendi fehérjeforrásként is (Line – Rhodes – Yamada, 1993).

**III-as típus:** a szövetekben a második leggyakrabban előforduló kollagéntípus. Általában azokban a szövetekben található meg, amelyek rugalmas tulajdonsággal rendelkeznek, mint a bőr, a tüdő, a bélfalak és az erek fala. Ezenkívül megtalálható a csontban, porcban, dentinben, inakban és más kötőszövetekben található rostos fehérjékben is. Három alfa-1 láncból álló homotrimer, amely felépítésében és működésében hasonlít más fibrilláris kollagénekre. Prokollagénként szintetizálódik, hasonlóan az I-es típusú kollagénnel, de az N-terminális propeptid kötődve marad az érett III fibrilláris formában. Legfőbb forrásai a sertések és marhák (León-López et al. 2019).

## Kollagén természetes forrásai

**Marha:** A szarvasmarhák csontja az egyik fő mellékterméke a szarvasmarha-feldolgozó iparnak, ezért széles körben használják fel jó minőségű kollagén előállítására. Fogyasztása növeli a szervezetben az I-es és III-as típusú kollagén mennyiségét. Így csökkentheti a ráncokat, rugalmasabbá teheti a bőrt, és növelheti annak nedvességtartalmát (Song et al. 2017).

**Sertés:** Tipikusan a sertés csontjából és bőrből nyerik ki. I-es és III-as típusú kollagént tartalmaz, így pozitív hatással lehet a bőr rugalmasságára, nedvességtartalmára és a látható ráncok csökkentésére (Tung et al. 1985).

**Csirke:** A szárnyasokból származó kollagént (II-es típus) ízületi, háti, és

nyaki fájdalmak kezelésére alkalmazzák. Kondroitint és glükózamint tartalmaz, amelyek szerepet játszanak a porcok regenerálásában (Bakilan et al. 2016).

**Tengeri:** a tengeri halakból származó kollagén felhasználása egyre nagyobb teret kap az étrend-kiegészítő piacán. Jelentős mennyiségű haltömeg kerül kidobásra bőr, csont, uszony, fej, bél és pikkely formájában. Ezekből a maradványokból kollagént lehet kinyerni, ami a környezetvédelem szempontjából is előnyös. Tipikusan az I-es típusú kollagént nyerik ki a bőrből, inakból, csontból és izomból, amely a leggyakoribb kollagéntípus. Ezenkívül a II-es típusú kollagént is ki lehet nyerni a halak porcából (Silva et al. 2014).



<https://www.egeszsegkalauz.hu>

## Emlős vs halból nyert kollagén:

Az elmúlt időszakban felfedezték, hogy kockázatos lehet az emlősök szövetéből nyert kollagénfehérjék felhasználása a bennük lévő kórokozók miatt, mivel nagy kihívást jelent ezen fehérjék megtisztítása, és hatékony

eszközökre van szükség annak érdekében, hogy elkerüljük a fehérje szerkezetének megváltozását. A nehéz előállítás és magas költségek csökkentik az igényt az emlősökből nyert kollagén termelésére, ellentétben a halakból nyert kollagénnel. A halakból nyert kollagént biztonságos és olcsó előállítani, megtartja a tisztaságát, térszerkezetét, biokompatibilitását és magas hőstabilitását, viszont könnyen denaturálódik (Sripriya – Kumar, 2015).

Az MCP-k (marine collagen peptide = halkollagén) bevitelének biztonságával kapcsolatos legnagyobb aggodalom a kollagénszintézishez köthető oxidatív stressz fokozott kockázata, valamint az MCP-k által stimulált fagociták ROS-termelése (reaktívoxigén-származékok). De Luca és munkatársai 2016-ban publikált kutatásában az MCP-eket növényi eredetű bőrre ható antioxidánsokkal kombinálva (Q10, szőlőmagkivonat, luteolin, szelén) fogyasztották az alanyok. Jelentősen javult a bőrük rugalmassága, faggyútermelése és a dermális ultrahangos markerek. A metabolikus adatok a plazma hidroxiprolin és ATP (adenozin-trifoszfát, kémiai energiát szállít sejten belül) tárolásának jelentős növekedését mutatták az eritrocitákban. A redox paraméterek, a GSH (redukált glutation) / koenzim Q10 tartalom és a GPx (glutathion peroxidáz) / GST (glutathion S-transzferáz) aktivitás változatlan volt, míg a NO (nitrogén-monoxid) és az MDA (malonil-dialdehid) mérsékelten emelkedett, azonban a normál értéktartományon belül.

Emlős	Tengeri hal
Drága	Olcsó
Magas olvadási pont	Alacsony olvadási pont
Nagy viszkozitású oldat	Alacsony viszkozitású oldat
Nehéz kivonni (Alacsony elérhetőség)	Könnyen elérhető (Nagy mennyiség)
Szerves oldószerben oldódik	Vízben oldódik
Fertőző betegségek kockázata	Nincs fertőző betegség kockázata
Alacsony glutaminsav- és alanin-, magas prolintartalom	Magas glutaminsav- és alanin-, alacsony prolintartalom

1. Táblázat: Összehasonlító vizsgálatok emlős és tengeri halakból származó kollagén között (Subhan et al. 2015).

**Konklúzió:** az MCP-k és a bőrre ható antioxidánsok kombinációja hatékony és biztonságos kiegészítő lehet a bőr tulajdonságainak javítása érdekében az oxidatív károsodás kockázata nélkül (*De Luca et al. 2016*).



## Kollagénekiegészítők hatásai, szerepe, előnye

**1. Bőr és a kollagén kapcsolata.** A bőr az emberi test legnagyobb méretű szerve, amely számos funkciót tölt be. Fő feladata a fizikai gát szabása a környezeti tényezőknek, mindemellett szenzoros szerepet tölt be.

Bőrünket két fő réteg, az epidermis (*felhám*) és a dermis (*írha*) alkotja. A dermis tartalmazza az úgynevezett fibroblasztokat, melyek előállítják az elasztint és a kollagént (*Borumand-Sibilla, 2014*). A bőr a kor előrehaladtával fiziológiailag megváltozik. Strukturális változásokon megy keresztül, illetve romlás figyelhető meg a neuroszenzoros észlelésekben, a permeabilitásban, a sérülésekből való regenerációs képességében, továbbá fokozódhatnak a bőrbetegségek. A nők bőre a menopauzával járó ösztrogén-csökkenés miatt gyorsabb ütemben esik át funkcionális és strukturális változásokon, mint a férfiaké. Vastagságából folyamatosan veszít, megfigyelhető különösképpen az arcon, nyakon, mellkason és a kezek felületén. Évtizedenként mintegy 6,4%-kal csökken az epidermális sejtek száma. A bőr természetes vízmegkötő képessége csökken annak eredményeképp, hogy az idős bőr aminosav-összetétele megváltozik, ezáltal csökkenhet a bőr természetes hidratáltsága, tovább csökkentve a bőr vízmegkötő képességét. Az öregedés előrehaladtával automatikusan csökken a fibroblasztok által termelt hialuronsav előállításának mennyisége. A kollagénforgalom is romlik a fibroblasztok kollagénszintézis-lassulása miatt (*Farrage et al. 2012*).

**2. Szemre gyakorolt hatása.** A szem külső, erős, fehér része a sclera (*ínhártya*), mely 80%-ban kollagén-

rostokból felépülő burkot alkot (*Coudrillier, 2015*).

### 3. Körmünket, hajunkat egészségesen tartja.

Kollagén bevitele növelheti a körömök szilárdságát, megakadályozva ezzel a törékenységet. Ösztönözheti a haj és köröm hosszúságának növekedését (*Hexsel et al. 2017*).

### 4. Izmok növekedése, regenerációja.

Kollagén peptid pótlásával növelni lehet a zsírmentes testtömeget, valamint az izomrost átmérőjét (*Kirmse et al. 2019*).

Egy vizsgálat során 27 idős, szarkopén testalkatú férfi napi 15 gramm kollagént szedett, és részt vettek egy test-edző programban 12 héten keresztül. A kollagént fogyasztók jelentősen több izmot építettek magukra, mint azok, akik nem szedtek kollagént. Kutatók szerint a kollagén szedése elősegítheti az izomfehérjék, például a kreatin szintézisét, valamint stimulálhatja az izomnövekedést edzés után (*Zdzieblik et al. 2015*).

### 5. Porcok, inak, szalagok.

A kollagén a kötőszövetek fő alkotóeleme, beleértve az inakat, szalagokat, bőrt és izmokat (*Lodish et al. 2003*).

15 gramm zselatin és 50 mg C-vitamin szedése edzések előtt javította az inak teljesítményét azáltal, hogy fokozta a kollagén lerakódását és átalakítását (*Shaw et al. 2017*). Krónikus bokainstabilitású nők és férfiak 5 gramm kollagént vagy placebót szedtek 6 hónapig. A kollagén csoportba tartozók nagyobb szubjektív stabilitásról számoltak be, és kevesebb bokasérülésük volt a követési időszak alatt (*Dressler et al. 2018*).

Férfi és nő főiskolai sportolók 24 héten keresztül 10 gramm kollagén-hidrolizátumot szedtek étrendkiegésítőként. A különböző tevékenységek során lényegesen kevesebb ízületi fájdalomról számoltak be. A hatás lényegesen erősebb volt azoknál a résztvevőknél, akiknek korábban már volt térdízületi fájdalmuk (*Clark et al. 2008*).

### 6. Erősíti a csontokat.

Osteoarthritis tüneteinek enyhítésében is segítségünkre van a kollagén-peptid pótlás. Hatására jelentős javulás állt be a fájdalomban, merevségben és fizikai funkcióban egyaránt (*Lugo et al. 2016*).

**7. Emésztésre gyakorolt hatása, a bél egészségére gyakorolt hatása.**

A kollagén glicintartalma csökkenti a gyomorfekélyek előfordulásának kockázatát, mivel képes megakadályozni a káros gyomorváladékok szekrécióját (*Tariq – Al Moutaery, 1997*).

A tudomány a kollagénszintézist fontos elemként azonosította a bélfal helyreállításának és gyógyításának folyamatában. Ha a bélfal sérült vagy gyulladt, a bélfal új simaizomsejtek képződésével igyekszik azt meggyógyítani. A tudósok azt találták, hogy a bélben akkor a legnagyobb a kollagéntermelés, amikor simaizomsejtek keletkeznek a gyógyulás során. Így a kollagén kulcsfontosságú eleme a bélfal gyógyításának. A kollagénnel való kiegészítés segíthet a gyomorfallal helyreállításában, gyógyulásában (*Grham et al. 1987*).

Összefüggést találtak a gyulladással járó bélbetegségek és a csökkent szérumban kollagénszint között (*Koutroubakis et al. 2003*).

### 8. Szív egészsége.

Egy tanulmány során azoknak az egészséges felnőtteknek, akik 16 gramm kollagént fogyasztottak naponta 6 hónapon keresztül, csökkent az LDL/HDL-koleszterin szintjük. Ezen felül lényegesen alacsonyabb volt az érlemezés kockázatát jelző marker mennyisége a véráramukban a vizsgálat végére (*Tomosugi et al. 2017*). Egy kisebb kutatás során 15 felnőtt alanyt vizsgáltak, akiknek az enyhe hipertenzióját csökkentette a 4 héten keresztül fogyasztott napi 5,2 gramm kollagén (*Saiga-Egusa et al. 2009*).

12 héten keresztül napi 2,5 gramm kollagén fogyasztása csökkentette az artériás merevséget (*Igase et al. 2018*).

## Hidrolizált kollagén vs zselatin:

### Mit jelent a hidrolizált kollagén?

A hidrolizált kollagén kis molekulatömegű peptidek csoportja, amelyet enzimatikus úton lehet savas vagy lúgos közegben, meghatározott inkbációs hőmérsékleten előállítani (*León-López et al. 2019*).

### Mit jelent a zselatin?

A zselatin kizárólag állati szövetekből, a bőrből, kötőszövetekből és csontokban található kollagén savas vagy lúgos hidrolízise után kioldással, sűrítéssel, majd szárítással nyerhető ki (*Csima, 2015*).

Lineáris polipeptid, molekulatömege erősen ingadozó, a nyersanyagtól és az előállítási technológiától függően 10 000 és 200 000 g/mol közötti. Az élelmiszeripar segédanyagként alkalmazza az állomány kialakításában. Emellett nagy mennyiségben használ fel zselatint a kozmetikai ipar, a gyógyszeripar és a filmipar is (Csima, 2015).

Fontos megjegyezni, hogy mivel nem használnak enzimeket a zselatin előállításához, a kollagén nincs teljesen lebontva, így azt óriási méretű

fehérjék alkotják. A zselatin hosszú, míg a hidrolizált kollagén rövid láncú aminosavakból áll. Ezért a hidrolizált kollagén sokkal jobb felszívódású, hatékonyabb, mint a zselatin (Csima, 2015; León-López et al. 2019).

A kutatásokban kizárólag előemésztett (hidrolizált) zselatint/kollagént használtak (többnyire italba keverhető por formájában, vagy már liquid formában). Ezek kollagén peptideket, és nem egész fehérjéket tartalmaznak (Choi et al. 2019).

## Kollagénfogyasztás alakulása

2007-2016 között 33%-os növekedést mutatott a kollagén tartalmazó termékek fogyasztása. Ezen belül a legnagyobb emelkedés a táplálékkiegészítők és a sporttáplálkozás területén mutatkozott (Sarasqueta, 2017).

A kollagéntartalmú kiegészítők iránt nő a kereslet a korkésleltetés és fiatalságmegőrzés igénye miatt. Ugyanis bizonyíthatóan pozitív hatást gyakorol a bőrre, ízületekre és csontokra (Sarasqueta, 2017).

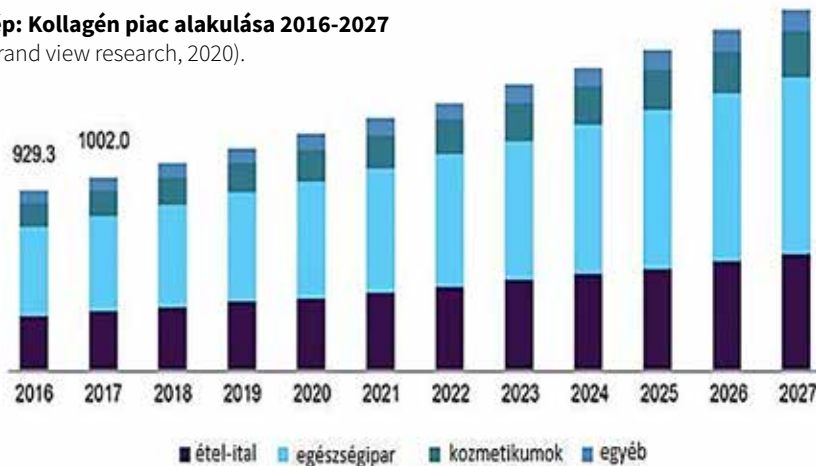
2019-ben a globális kollagénpiaci keresletet 920,1 tonnára becsülték.

Ugyanebben az évben a kollagén piacát a zselatin szegmens uralta, mivel jelentős a termék iránti kereslet élelmiszer-stabilizátorként. A zselatin iránti keresletet az életmód és az éterendi változások befolyásolják a fejlődő országokban, ami a zselatin fogyasztásának növekedéséhez vezet.

A hidrolizált kollagén piacán várható a leggyorsabb növekedés, melyet alátámaszt növekvő felhasználása az egészségügyi szektorban, mint szövetjavító és fogászati alkalmazása (Grand view research, 2020).

### Kép: Kollagén piac alakulása 2016-2027

(Grand view research, 2020).



### Irodalomjegyzék

- Bak, M. (2015): Természetes alapú fóliák vizsgálata. Diplomamunka. Miskolci Egyetem, Műszaki Anyagtudományi Kar, Kerámia- és Polimermérnöki Intézet, Polimermérnöki Intézeti Tanszék. 6-7. o.
- Baklan, F. – Armagan, O. – Ozgen, M. – Tascioglu, F. – Bolluk, O., – Alatas, O. (2016): Effects of Native Type II Collagen Treatment on Knee Osteoarthritis: A Randomized Controlled Trial. The Eurasian journal of medicine. 48. 2. 95-101. DOI: 10.5152/eurasianj-med.2015.15030
- Bocskai, Z. (2015): A szem biomechanikai viselkedésének modellezése. PhD értekezés. Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem Tartószerkezetek Mechanikája Tanszék
- Borumand, M. Sibilla, S. (2014): Daily consumption of the collagen supplement Pure gold Collagen® reduces visible signs of aging. Dovepress. 9. 1.
- Choi, F.D. – Sung, C.T. – Juhasz, M. – Mesinkovsk, N.A. (2019): Oral Collagen Supplementation: A Systematic Review of Dermatological Applications. Journal of drugs in dermatology. 18. 9-16.
- Christov, C. Z. (2016): Species Identification of Bovine, Ovine and Porcine Type I Collagen; Comparing Peptide Mass Fingerprinting and LC-Based Proteomics Methods. From: <https://www.mdpi.com/1422-0067/17/4/445/htm> DOI: 10.3390/jms17040445
- Clark, K. L. – Sebastianelli, W. – Flechsenhar, K. R. – Aukerman, D. F. – Meza, F. – Millard, R. L. – Deitch, J. R. – Sherbondy, P. S. – Albert, A. (2008): 24-Week study on the use of collagen hydrolysate as a dietary supplement in athletes with activity-related joint pain. Current medical research and opinion. 24. 5. 1485-1496. DOI: 10.1185/030079908x291967
- Coudrillier, B. – Pijanka, J. – Jefferys, J. – Sorensen, T. – Quigley, H. A. – Boote, C. – Nguyen, T. D. (2015): Collagen structure and mechanical properties of the human sclera: analysis for the effects of age. Journal of biomechanical engineering. 137. 4. 041006. DOI: 10.1115/1.4029430
- Csima, Gy. (2015): Zselatin alapú édesipari termék reológiai jellemzése. Doktori disszertáció. Budapesti Corvinus Egyetem. 10-12. o. DOI: 14267/phd.2015035.
- De Luca, C. – Mikhail'chik, E. V. – Suprun, M. V. – Papacharalambous, M. – Truhanov, A. I. – Korkina, L. G. (2016): Skin Antiaging and Systemic Redox Effects of Supplementation with Marine Collagens Peptides and Plant-Derived Antioxidants: A Single-Blind Case-Control Clinical Study. Oxidative medicine and cellular longevity. 2016. 1-14. DOI: 10.1155/2016/4389410
- Dressler, P. – Gehring, D. – Zdzienlik, D. – Oesser, S. – Gollhofer, A. – König, D. (2018): Improvement of Functional Ankle Properties Following Supplementation with Specific Collagen Peptides in Athletes with Chronic Ankle Instability. Journal of sports science & medicine. 1. 2. 298-304. PMID: 29769831
- Graham, M. F. – Drucker, D. E. – Diegelmann, R. F. – Elson, C. O. (1987): Collagen synthesis by human intestinal smooth muscle cells in culture. Gastroenterology. 92. 2. 400-405. DOI: 10.1016/0016-5085(87)90134-x
- Hessel, D. – Zague, V. – Schunck, M. – Siega, C. – Camozzato, F. O. – Oesser, S. (2017): Oral supplementation with specific bioactive collagen peptides improves nail growth and reduces symptoms of brittle nails. Journal of cosmetic dermatology. 16. 4. 520-526. DOI: 10.1111/jocd.12393
- Igase, M. – Kohara, K. – Okada, Y. – Ochi, M. – Igase, K. – Inoue, N. – Kutsuna, T. – Miura, H. – Ohyagi, Y. (2018): A double-blind, placebo-controlled, randomised clinical study of the effect of pork collagen peptide supplementation on atherosclerosis in healthy older individuals. Bioscience, biotechnology, and biochemistry. 82. 5. 893-895. DOI: 10.1080/09168451.2018.1434406
- Kirmse, M. – Oertzen-Hagemann, V. – Marées, M. – Bloch, W. – Platen, P. (2019): Prolonged Collagen Peptide Supplementation and Resistance Exercise Training Affects Body Composition in Recreationally Active Men. From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31126103/> DOI: 10.3390/nu11051154
- Koutroubakis, I. E. – Petinaki, E. – Dimoulis, P. – Vardas, E. – Roussomoustakaki, M. – Maniatis, A. N. – Kouroumalis, E. A. (2003): Serum laminin and collagen IV in inflammatory bowel disease. Journal of clinical pathology. 56. 11. 817-820. DOI: 10.1136/jcp.56.11.817
- León-López, A. – Morales-Peñaloza, A. – Martínez-Juárez, V. M. – Vargas-Torres, A. – Zeugolis, D. I. – Aguirre-Álvarez, G. (2019): Hydrolyzed Collagen-Sources and Applications. Molecules. 24.22. 4031. DOI: 10.3390/molecules24224031
- Lodish, H. – Berk, A. – Matsudaira, P. – Kaiser, C.A. – Krieger, M. – Scott, M.P. – Zipursky, L. – Darnell, J. (2003): Molecular Cell Biology, 5th edition. W. H. Freeman, New York, 15. p.
- Lugo, J. P. – Saiyed, Z. M. – Lane, N. E. (2016): Efficacy and tolerability of an undenatured type II collagen supplement in modulating knee osteoarthritis symptoms: a multicenter randomized, double-blind, placebo-controlled study. From: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4731911/> DOI: 10.1186/s12937-016-
- Miranda, A. F. – Kenneth, W. M. – Peter, E. – Howard, I. M. (2012): Characteristics of the Aging Skin: Critical Reviews. Wound Healing Society. 7-9. DOI: 0.1089/wound.2011.0356
- Paul, C. – Leser, S. – Oesser, S. (2019): Significant Amounts of Functional Collagen Peptides Can Be Incorporated in the Diet While maintaining Indispensable Amino Acid Balance. From: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31096622/> DOI: 10.3390/nu11051079
- Saiga-Egusa, A. – Iwai, K. – Hayakawa, T. – Takahata, Y. – Morimatsu, F. (2009): Antihypertensive effects and endothelial progenitor cell activation by intake of chicken collagen hydrolysate in pre- and mild-hypertension. Bioscience, biotechnology, and biochemistry. 73. 2. 422-424. DOI: 10.1271/bbb.80189
- Sarasqueta, J. (2017): Trends in Collagen. From: [https://www.gelita.com/sites/default/files/documents/2017-05/InnovaMarketInsights\\_Gelita\\_Collagen\\_Presentation.pdf](https://www.gelita.com/sites/default/files/documents/2017-05/InnovaMarketInsights_Gelita_Collagen_Presentation.pdf)
- Shaw, G. – Lee-Barthel, A. – Ross, M. L. – Wang, B. – Baar, K. (2017): Vitamin C-enriched gelatin supplementation before intermittent activity augments collagen synthesis. The American journal of clinical nutrition. 105. 1. 136-143. DOI: 10.3945/ajcn.116.138594
- Silva, T. H. – Moreira-Silva, J. – Marques, A. L. – Domingues, A. – Bayon, Y. – Reis, R. L. (2014): Marine origin collagens and its potential applications. Marine drugs. 12. 12. 5881-5901. DOI: 10.3390/md12125881
- Song, H. – Zhang, S. – Zhang, L. – Li, B. (2017): Effect of Orally Administered Collagen Peptides from Bovine Bone on Skin Aging in Chronologically Aged Mice. Nutrients. 9. 11. 1209. DOI: 10.3390/nu9111209
- Sripriya, R. – Kumar, R. (2015): A Novel Enzymatic Method for Preparation and Characterization of Collagen Film from Swim Bladder of Fish Rohu (Labeo rohita). Food and Nutrition Sciences. 6. 1468-1478. DOI: 10.4236/fns.2015.615151
- Subhan, F. – Ikram, M. – Shehzad, A. – Ghafoor, A. (2015): Marine Collagen: An Emerging Player in Biomedical applications. Journal of food science and technology. 52.8. 4703-4707. DOI: 10.1007/s13197-014-1652-8
- Sylvie, Ricard-Blum. (2011): The collagen family. Cold Spring Harbor Perspectives in Biology. 1. DOI:10.1101/cshperspect.a0049780130-8
- Tariq, M. – Al Moutaery, A. R. (1997): Studies on the antisecretory, gastric anti-ulcer and cytoprotective properties of glycine. Research communications in molecular pathology and pharmacology. 97. 2. 185-198. PMID: 9344231
- Tomosugi, N. – Yamamoto, S. – Takeuchi, M. – Yonekura, H. – Ishigaki, Y. – Numata, N. – Katsuda, S. – Sakai, Y. (2017): Effect of Collagen Tripeptide on Atherosclerosis in Healthy Humans. Journal of atherosclerosis and thrombosis. 24. 5. 530-538. DOI: 10.5551/jat.36293
- Tung, P. S. – Domenicucci, C. – Wasi, S. – Sodek, J. (1985): Specific immunohistochemical localization of osteonectin and collagen types I and III in fetal and adult porcine dental tissues. Journal of Histochemistry & Cytochemistry. 33. 6. 531-540. DOI: 10.1177/33.6.3889139
- Zdzienlik, D. – Oesser, S. – Baums-tark, M. W. – Gollhofer, A. – König, D. (2015): Collagen peptide supplementation in combination with resistance training improves body composition and increases muscle strength in elderly sarcopenic men: a randomised controlled trial. The British journal of nutrition. 114. 8. 1237-1245. DOI: 10.1017/S0007114515002810