

## Suplementação oral de colágeno e seus efeitos na pele

Oral collagen supplementation and its effects on skin

La suplementación oral con colágeno y sus efectos en la piel

Recebido: 23/01/2023 | Revisado: 30/01/2023 | Aceitado: 31/01/2023 | Publicado: 03/02/2023

### **Gerciano Monteiro de Carvalho**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6477-7474>  
Hospital de Emergência Dr. Daniel Houly, Brasil  
E-mail: [gercianocarvalho@yahoo.com.br](mailto:gercianocarvalho@yahoo.com.br)

### **Livia Francisca Monteiro de Carvalho Gama**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7206-8117>  
Faculdade Pernambucana de Saúde, Brasil  
E-mail: [liviamicg22@gmail.com](mailto:liviamicg22@gmail.com)

### **Roberta de Albuquerque Wanderley**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9955-6778>  
Universidade Federal de Alagoas, Brasil  
E-mail: [roberta.wanderley@arapiraca.ufal.br](mailto:roberta.wanderley@arapiraca.ufal.br)

### **Yolanda Carla Cupertino Nunes**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7586-9646>  
Faculdade CESMAC do Sertão, Brasil  
E-mail: [yolandakarla@yahoo.com.br](mailto:yolandakarla@yahoo.com.br)

### **João Paulo Bezerra Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0391-8058>  
Faculdade de Ciências da Saúde - FACSAÚDE/FANESE, Brasil  
E-mail: [joaopaulo-enf@hotmail.com](mailto:joaopaulo-enf@hotmail.com)

### **Evanio da Silva**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9836-8484>  
Faculdade CESMAC do Sertão, Brasil  
E-mail: [evanionet@hotmail.com](mailto:evanionet@hotmail.com)

### **Resumo**

O processo de envelhecimento afeta de maneira negativa a pele devido a alterações das proteínas que compõem os seus tecidos conectivos, mais especificamente o colágeno, objeto principal deste estudo. O presente trabalho consiste de uma revisão de literatura de abordagem qualitativa. Foram utilizadas as bases de dados Pubmed, Medline, LILACS, Scielo e ScholarGoogle. Estudos apontaram a absorção do colágeno por via intestinal, distribuição nos tecidos e ação de estímulo na atividade dos fibroblastos. Foram observados efeitos benéficos na qualidade estética e funcional da pele relacionados à ingestão do nutracêutico sem complicações associadas.

**Palavras-chave:** Colágeno; Suplemento; Pele.

### **Abstract**

Aging process negatively affects skin due to changes in the proteins that make up its connective tissues, more specifically collagen, the main goal of this study. This work consists of a literature review with a qualitative approach. Pubmed, Medline, LILACS, Scielo and Scholar Google databases were used database. Studies have shown that collagen is absorbed through the intestine, is distributed in tissues and stimulates fibroblast activity. Beneficial effects were observed on the aesthetic and functional quality of the skin related to the nutraceutical intake; no associated complications are known.

**Keywords:** Collagen; Supplement; Skin.

### **Resumen**

El proceso de envejecimiento afecta negativamente a la piel debido a cambios en las proteínas que componen sus tejidos conectivos, más concretamente el colágeno, objeto principal de este estudio. El presente trabajo consiste en una revisión de la literatura con un enfoque cualitativo. Se utilizaron las bases de datos Pubmed, Medline, LILACS, Scielo y Google Scholar. Los estudios han señalado la absorción del colágeno a través del intestino, su distribución en los tejidos y la acción de estimular la actividad de los fibroblastos. Se observaron efectos beneficiosos sobre la calidad estética y funcional de la piel relacionados con la ingestión del nutracéutico sin complicaciones asociadas.

**Palabras clave:** Colágeno; Suplemento; Piel.

## 1. Introdução

O envelhecimento é um processo natural que envolve diversas mudanças nas estruturas dos tecidos conectivos e suas proteínas, como colágeno e elastina. Esse processo afeta de maneira negativa a pele, com consequente redução das fibras colágenas que leva a formação desde linhas finas a rugas profundas (Czajka et al., 2018).

A pele, o maior órgão do corpo, é derivada do ectoderma embrionário (epiderme) e do mesoderma (derme e subcutâneo). Funciona como uma barreira mecânica contra agentes externos e tem também papéis na termorregulação e regulação do metabolismo hidroeletrolítico. É na epiderme em que é produzido o pigmento que dá sua coloração (melanina, produzida pelos melanócitos) e lá ele é armazenado, por células denominadas queratinócitos. A derme, é composta por proteínas como colágeno e fibras elásticas (elastina). Estas estruturas estão permeadas por uma matriz extracelular rica em glicosaminoglicanas. A água é responsável por cerca de 60% do peso da derme (Griffiths & Barker, 2017).

A quantidade de glicosaminoglicanas, como o ácido hialurônico, na derme e epiderme também diminui e leva a pele a um quadro de dificuldade de retenção da hidratação (Czajka et al., 2018). O colágeno é uma proteína abundante que pode representar de 25 a 30% do conteúdo proteico corporal – forma o principal tipo de fibra extracelular formada por pequenas quantidades de aminoácidos essenciais e ausência de triptofano. Sua composição é de aproximadamente 30% de glicina, 12% de prolina, 11% de alanina, 10% de hidroxiprolina e 1% de hidroxilisina (Gonçalves et al., 2015).

Com essas proporções mencionadas é formada uma estrutura altamente elástica com grande capacidade de hidratação. Na pele, essas estruturas apresentam-se de maneira entrelaçada e em camadas flexíveis. O colágeno é sintetizado pelos fibroblastos – células menos presentes em adultos devido à redução da taxa de mitose (Lee et al., 2001).

A palavra “colágeno” é utilizada para designar um grupo de 28 isoformas proteicas presentes nos tecidos conectivos espalhados pelo corpo. Ostipos encontrados em maiores proporções são os “I” e “III”, sendo o tipo I encontrado na derme da pele e de particular interesse para este trabalho (Genovese et al., 2017).

O envelhecimento da pele ocorre tanto de maneira intrínseca quanto extrínseca, simultaneamente, e são associados com alterações funcionais que resultam em alterações fenotípicas como redução da espessura, presença de linhas finas e eventualmente rugas. O colágeno e elastina são proteínas predispostas a degradação molecular associadas ao envelhecimento e, por consequência, os danos sofridos por essas moléculas ao longo do tempo reduzem a sua capacidade de exercer suas funções (Bolke et al., 2019; Sibilla & Borumand, 2015).

O envelhecimento intrínseco da pele é geralmente caracterizado pela atrofia da derme e redução da densidade de fibras colágenas, elastina e ácido hialurônico; o envelhecimento intrínseco faz parte do processo natural de envelhecimento da pele. O processo extrínseco de envelhecimento está associado ao fator ambiental, que inclui variáveis como temperatura, exposição solar, tabagismo, poluição ambiental, etilismo e deficiência nutricional. Esses podem acelerar o processo de envelhecimento intrínseco e consequente acarretar queda na produção dessa proteína (Bolke et al., 2019; Sibilla & Borumand, 2015).

As fibras colágenas, sintetizadas pelos fibroblastos, localizam-se nas camadas mais profundas da pele. A formação de colágeno é diminuída na pele madura e assim a biomatriz cutânea começa a colapsar quando o colágeno perde sua força e estabilidade. A elasticidade é então diminuída e as linhas e rugas se formam. Com a perda de colágeno a pele tende a ficar menos espessa e mais seca (Bolke et al., 2019; Genovese et al., 2017; Sibilla & Borumand, 2015).

Componentes bioativos de nutracêuticos administrados por via oral têm-se mostrado eficazes em reduzir a velocidade de progressão dos sinais de envelhecimento.

Os nutracêuticos vêm se destacando por apresentarem diversos benefícios à saúde, prevenindo e auxiliando no tratamento de doenças. Nutracêuticos possuem diversas definições, entre estas definições, uma das mais aceitas seria a

contração dos termos nutrientes + farmacêuticos, ou seja, alimentos, ou parte de alimentos, ou nutrientes, administrados em formas farmacêuticas (Machado et al., 2019). O suplemento nutracêutico colágeno hidrolisado tem mostrado benefícios em pele e cartilagem humanos. Há estudos que descrevem os mecanismos de absorção e distribuição de peptídeos de colágeno no corpo (Czajka et al., 2018; Griffiths & Barker, 2017).

Barati et al apontam que a ingestão de peptídeos de colágeno por via oral pode estimular a produção de moléculas da matriz extracelular pelos fibroblastos em humanos. Também é sugestivo que o colágeno hidrolisado ingerido por via oral tenha ação atenuante na degradação de colágeno tipo I induzida por luz ultravioleta. Entretanto, os mecanismos envolvidos ainda não estão totalmente esclarecidos (Barati et al., 2020).

Suplementos alimentares de colágeno hidrolisado e peptídeos de colágeno são amplamente disponíveis no mercado para a população sob diferentes apresentações comerciais e têm sido consumidos como um recurso para a saúde da pele, pois proporcionariam benefícios na redução de rugas, rejuvenescimento, na prevenção do envelhecimento e da queda da pele – razões que justificariam sua popularidade (Kim et al., 2018).

Levando em conta o declínio natural da produção e manutenção do colágeno e o aumento da sua degradação, bem como a sua possível distribuição nos tecidos após ingestão via oral, surge a necessidade de avaliar os efeitos desse suplemento alimentar na pele.

## 2. Metodologia

Trata-se de uma revisão de literatura, com abordagem qualitativa, desenvolvida a partir de cinco etapas sequenciais: formulação da hipótese, levantamento de estudos, avaliação dos dados, análise e interpretação dos dados e apresentação dos resultados.

Este estudo apresenta como pergunta norteadora: Quais os efeitos cutâneos na suplementação de colágeno por via oral?

Para a busca dos artigos foram utilizadas as seguintes bases de dados: National Library of Medicine, EUA (PubMed), Medical Literature Analysis and Retrieval System on-line (MEDLINE), Literatura Latino-Americana e do Caribe em Ciências da Saúde (LILACS), Scientific Electronic Library Online (SciELO) e Google Acadêmico (Scholar Google). Estas plataformas foram selecionadas por possuírem uma característica nacional e internacional e também uma ampla indexação online de revistas científicas em saúde.

Foram incluídos artigos disponíveis eletronicamente na íntegra no período de junho a outubro de 2020. Trata-se de um recorte temporal atualizado acerca da temática proposta, publicados nos idiomas inglês e português, com intervalo preferencial nos últimos cinco anos de publicações (2015 – 2020).

Como estratégia de busca, utilizou-se dos descritores MeSH (Medical Subject Headings) e DeCS (Descritores de Ciências da Saúde) com os termos dispostos nos idiomas português e inglês: “colágeno”, “suplemento” e “pele”/ “collagen”, “supplement” and “skin”. Para o cruzamento foi utilizado do booleano "AND", “colágeno” AND “suplemento” AND “pele”. O idioma inglês foi configurado em todas as bases de dados, para assim obtermos dados de relevância internacional.

Os estudos encontrados foram tratados por meio de fichamento, o que possibilitou uma melhor organização dos dados, tornando-se um instrumento muito útil para consulta posterior.

## 3. Discussão

Os estudos incluídos nesta revisão mostram os efeitos da suplementação de colágeno nos parâmetros da pele. Serão abordados o processo de envelhecimento cutâneo, a estrutura da molécula de colágeno, possíveis mecanismos de ação e as correlações entre o suplemento abordado e seus efeitos no processo de envelhecimento da pele.

O envelhecimento da pele é consequência de redução da função celular relacionada a fatores intrínsecos ou extrínsecos, que atuam de maneira conjunta e induzem a alterações cutâneas. Há redução de tecido conectivo e, por consequência, perda de tônus e elasticidade da pele. Indivíduos adultos apresentam maior preocupação com a aparência estética e os efeitos do envelhecimento causam impacto no convívio social e na autopercepção do indivíduo. Enquanto os adultos mais jovens se preocupam mais com os sinais na aparência como rugas e cabelos brancos, os mais velhos se atentam mais às limitações físicas; contudo a preocupação com o processo não deixa de ser presente (Mari et al., 2016).

O colágeno, como já mencionado, é uma proteína abundante que pode representar de 25 a 30% do conteúdo proteico corporal. Nos humanos essa proteína estrutural compreende cerca de um terço do total de proteínas, três quartos do peso seco da pele e é o componente mais prevalente da matriz extracelular. É composta por pequenas quantidades de aminoácidos essenciais e ausência de triptofano. Sua composição é de aproximadamente 30% de glicina, 12% de prolina, 11% de alanina, 10% de hidroxiprolina e 1% de hidroxilisina. Vinte e oito diferentes tipos de colágeno compostos por pelo menos 46 cadeias distintas de polipeptídeos foram identificadas em vertebrados (Genovese et al., 2017; Gonçalves et al., 2015).

A característica que define a molécula de colágeno é de uma estrutura na qual três fitas polipeptídicas paralelas em espiral de conformação helicoidal de poliprolina tipo II (PPII) entrelaçadas umas nas outras. Na conformação compactada das hélices de PPII observa-se um padrão de repetição de dois aminoácidos seguidos de glicina (o terceiro aminoácido sempre é a glicina; os dois primeiros podem variar) (Gonçalves et al., 2015).

Este padrão de repetição ocorre em todos os tipos de colágeno, embora seja interrompida em certos locais dentro da hélice tripla de colágenos não fibrilares. Os dois primeiros aminoácidos são frequentemente a prolina e 4-hidroxi-prolina respectivamente. A tríade prolina-hidroxiprolina-glicina é a sequência mais comumente observada na estrutura (a uma taxa de aproximadamente 10,5%). A proporção e especificidade dos aminoácidos que compõem o colágeno são de grande relevância quando se considera a ingestão de substrato via oral para a produção dessa proteína (Gonçalves et al., 2015; Shoulders & Raines, 2009).

Os fragmentos de colágeno parecem ser percussores para a síntese. Durante a síntese proteica moléculas de RNA transportadoras (RNAt) carregam apenas aminoácidos e não proteínas ou peptídeos. Logo, inicialmente, este primeiro mecanismo para a associação entre ingestão oral de colágeno hidrolisado com melhora dos parâmetros de saúde da pele foi rejeitado pelo fato de nem peptídeos endógenos nem exógenos poderem participar do processo de transcrição proteica diretamente. Apesar de fragmentos de colágeno não poderem estar diretamente envolvidos diretamente na síntese proteica, estudos recentes têm mostrado que eles podem afetar o metabolismo da matriz extracelular (Fabian et al., 2010; Ohara et al., 2010).

Durante a digestão, dipeptídeos e tripeptídeos são absorvidos por via intestinal; a exposição dos fibroblastos a essas partículas aumentaria significativamente a síntese de ácido hialurônico. Após a ingestão de peptídeos de colágeno por via oral os seus níveis plasmáticos aumentam rapidamente – diversos dipeptídeos e tripeptídeos podem ser encontrados no sangue após a ingestão de colágeno hidrolisado.

Após a degradação de cadeias maiores nas primeiras porções do trato gastrointestinal, esses dipeptídeos e tripeptídeos são diretamente absorvidos na borda em escova da mucosa intestinal via transportador de peptídeo. Os dipeptídeos de sequência prolina-hidroxiprolina são associados à síntese de ácido hialurônico. Estudos mostram que a ingestão de colágeno hidrolisado ou peptídeos de colágeno melhoram a qualidade da absorção e também o nível circulante dessas moléculas (Ohara et al., 2010; Yamamoto et al., 2016).

Segundo Genovese e colaboradores, os processos de envelhecimento cutâneo têm ação simultânea e causam alterações funcionais e estruturais na pele, o que leva ao aparecimento de linhas finas e rugas. As proteínas colágeno e elastina

são diretamente predispostas à ação do envelhecimento intrínseco. Uma consequência é a redução da capacidade da pele desempenhar suas funções de maneira adequada (Genovese et al., 2017).

A pele que sofre ação intrínseca do envelhecimento é caracterizada por atrofia com redução das fibras colágenas, elastina e ácido hialurônico. Essas mudanças são ainda mais severas quando fatores extrínsecos como a exposição crônica à luz solar são presentes.

A pele que sofre ação extrínseca é caracterizada por maior degradação e atenuação das fibras colágenas e o acúmulo desordenado de elastina em meio à derme, ou seja, elastose. A quebra das fibras colágenas leva a uma redução da tensão mecânica e também redução da atividade dos fibroblastos. A exposição crônica à luz solar também pode levar à ceratose actínica (aumento da celularidade da camada espinhosa da epiderme), acantose, ectasia vascular e inflamação cutânea.

O Estudo de Yamamoto et al, (2016) destacam ainda que há importantes alterações não orgânicas como a psicológica por estar ligada à autoestima. A preocupação com a autoimagem no processo de envelhecimento e longevidade se relaciona com melhores condições de vida e melhores escolhas ao realizar autocuidado como alimentação adequada, prática de atividade física e acompanhamento médico.

Bolke et al, (2019) mostram que, a administração de colágeno suplementar por via oral pode melhorar a síntese de colágeno, bem como induz à melhora da estrutura da pele e de sua função. Nesse estudo randomizado, placebo-controlado e duplo-cego com 72 mulheres com mais de 35 anos foi administrado suplemento de peptídeos de colágeno por via oral para um grupo e placebo para o grupo controle. Após 12 semanas, o grupo que recebeu o suplemento de colágeno teve melhora da hidratação da pele em até 28% enquanto que o grupo placebo teve uma melhora de até 9%. Houve melhora também da elasticidade e densidade da pele no grupo suplementado e até mesmo redução da elasticidade no grupo controle. Não foram relatados efeitos colaterais.

O estudo de Sibilla & Borumand, (2015) duplo-cego, randomizado, placebo-controlado com 18 mulheres brancas de 45 a 64 anos mostrou que houve melhora significativa na profundidade das rugas do grupo em uso de suplemento após 9 semanas (comparado ao início do estudo). Após 6 semanas firmeza e elasticidade da pele melhoraram – o efeito teve aumento após a nona e décima segunda semanas. Após 6 semanas houve aumento significativo na hidratação da pele. Os efeitos benéficos citados não foram observados no grupo placebo.

O estudo de Proksch et al, (2014) com 108 mulheres com idade entre 45 e 65 anos foi avaliada a eficácia do peptídeo bioativo de colágeno na formação de rugas periorbitárias e estimulação de colágeno tipo I; foi demonstrado efeito positivo na qualidade da pele. Após 4 semanas o grupo que recebeu os peptídeos bioativos de colágeno teve uma redução de mais 7,2% no volume nas rugas periorbitárias (a redução média no período foi de 11,5%); o resultado aumentou para a taxa de 20,1% após 8 semanas comparado com o grupo placebo. Foi descrita redução no volume da ruga de até 49,9%. O conteúdo de procolágeno tipo I foi aumentado em 65% após 8 semanas de administração oral de peptídeos bioativos de colágeno comparado ao grupo placebo, o que caracteriza impacto importante na síntese de colágeno; também houve aumento de 18% no conteúdo cutâneo de elastina. Não foram relatados efeitos adversos pelo autor.

#### **4. Conclusão**

O envelhecimento é uma condição natural que traz impactos tanto estéticos quanto funcionais na pele, e também acarreta alterações psicossociais que devem ser levadas em consideração. A suplementação oral de derivados processados do colágeno, como colágeno hidrolisado ou peptídeos de colágeno, tem mostrado efeitos benéficos consistentes na melhoria da qualidade da pele. Esses efeitos se dariam por estimulação de fibroblastos a produzirem componentes da matriz dérmica e ainda pelo fato de a suplementação fornecer a proporção de aminoácidos adequada à construção dessa proteína. Apesar de os

mecanismos de distribuição e ação in loco ainda não estarem completamente esclarecidos, sabe-se que os peptídeos de colágeno são absorvidos por via intestinal e atingem a corrente sanguínea. Entre os estudos analisados, não foram relatadas complicações associadas ao uso do nutracêutico e seu uso é bem tolerado.

## Referências

- Barati, M., Jabbari, M., Navekar, R., Farahmand, F., Zeinalian, R., Salehi-Sahlabadi, A., Abbaszadeh, N., Mokari-Yamchi, A., & Davoodi, S. H. (2020). Collagen supplementation for skin health: A mechanistic systematic review. *Journal of Cosmetic Dermatology*, *19*(11), 2820–2829. <https://doi.org/10.1111/jocd.13435>
- Bolke, L., Schlippe, G., Gerß, J., & Voss, W. (2019). A Collagen Supplement Improves Skin Hydration, Elasticity, Roughness, and Density: Results of a Randomized, Placebo-Controlled, Blind Study. *Nutrients*, *11*(10). <https://doi.org/10.3390/nu11102494>
- Czajka, A., Kania, E. M., Genovese, L., Corbo, A., Merone, G., Luci, C., & Sibilla, S. (2018). Daily oral supplementation with collagen peptides combined with vitamins and other bioactive compounds improves skin elasticity and has a beneficial effect on joint and general wellbeing. *Nutrition Research (New York, N.Y.)*, *57*, 97–108. <https://doi.org/10.1016/j.nutres.2018.06.001>
- Fabian, M. R., Sonenberg, N., & Filipowicz, W. (2010). Regulation of mRNA translation and stability by microRNAs. *Annual Review of Biochemistry*, *79*, 351–379. <https://doi.org/10.1146/annurev-biochem-060308-103103>
- Genovese, L., Corbo, A., & Sibilla, S. (2017). An Insight into the Changes in Skin Texture and Properties following Dietary Intervention with a Nutricosmeceutical Containing a Blend of Collagen Bioactive Peptides and Antioxidants. *Skin Pharmacology and Physiology*, *30*(3), 146–158. <https://doi.org/10.1159/000464470>
- Gonçalves, G. R., Oliveira, M. A. S., Moreira, R. F., & de Brito, D. B. (2015). *Benefícios da ingestão de colágeno para o organismo humano*. Griffiths, C. E. M., & Barker, J. (2017). *Rook's Textbook of Dermatology, 4 Volume Set, 9th Edition*. 1263–1296.
- Kim, D.-U., Chung, H.-C., Choi, J., Sakai, Y., & Lee, B.-Y. (2018). Oral Intake of Low-Molecular-Weight Collagen Peptide Improves Hydration, Elasticity, and Wrinkling in Human Skin: A Randomized, Double-Blind, Placebo-Controlled Study. *Nutrients*, *10*(7). <https://doi.org/10.3390/nu10070826>
- Lee, C. H., Singla, A., & Lee, Y. (2001). Biomedical applications of collagen. *International Journal of Pharmaceutics*, *221*(1–2), 1–22. [https://doi.org/10.1016/s0378-5173\(01\)00691-3](https://doi.org/10.1016/s0378-5173(01)00691-3)
- Machado, G., Furini Puton, B., & Dallazem Bertol, C. (2019). Nutracêuticos: Aspectos Legais E Científicos. *Revista Eletrônica de Farmácia*, *16*, 1–9. <https://doi.org/10.5216/ref.v16i0.47950>
- Mari, F. R., Alves, G. G., Aerts, D. R. G. de C., & Camara, S. (2016). The aging process and health: what middle-aged people think of the issue. *Revista Brasileira de Geriatria e Gerontologia*, *19*(1), 35–44. <https://doi.org/10.1590/1809-9823.2016.14122>
- Ohara, H., Ichikawa, S., Matsumoto, H., Akiyama, M., Fujimoto, N., Kobayashi, T., & Tajima, S. (2010). Collagen-derived dipeptide, proline-hydroxyproline, stimulates cell proliferation and hyaluronic acid synthesis in cultured human dermal fibroblasts. *The Journal of Dermatology*, *37*(4), 330–338. <https://doi.org/10.1111/j.1346-8138.2010.00827.x>
- Proksch, E., Schunck, M., Zague, V., Segger, D., Degwert, J., & Oesser, S. (2014). Oral intake of specific bioactive collagen peptides reduces skin wrinkles and increases dermal matrix synthesis. *Skin Pharmacology and Physiology*, *27*(3), 113–119. <https://doi.org/10.1159/000355523>
- Shoulders, M. D., & Raines, R. T. (2009). Collagen structure and stability. *Annual Review of Biochemistry*, *78*, 929–958. <https://doi.org/10.1146/annurev.biochem.77.032207.120833>
- Sibilla, S., & Borumand, M. (2015). Effects of a nutritional supplement containing collagen peptides on skin elasticity, hydration and wrinkles. *Journal of Medical Nutrition and Nutraceuticals*, *4*, 47. <https://doi.org/10.4103/2278-019X.146161>
- Yamamoto, S., Deguchi, K., Onuma, M., Numata, N., & Sakai, Y. (2016). Absorption and Urinary Excretion of Peptides after Collagen Tripeptide Ingestion in Humans. *Biological & Pharmaceutical Bulletin*, *39*(3), 428–434. <https://doi.org/10.1248/bpb.b15-00624>