



KOLAGEN

i jego rola w organizmie człowieka

Kolagen odgrywa kluczową rolę w naszym życiu, a jego „dobra kondycja” ma bezpośrednie przełożenie na stan naszego samopoczucia i dobrostanu, czyli tzw. *well being*. Kolagen jest jednym z naszych najważniejszych białek strukturalnych [12]. Znajduje się we wszystkich tkankach łącznych, m.in. w kościach, skórze, ścięgnach czy więzadłach, zapewnia też integralność strukturalną naszych organów wewnętrznych [6]. Wreszcie jego kondycja przekłada się na jakość i wygląd naszej skóry czy na naszą sprawność fizyczną, co w konsekwencji przekłada się na nasze dobre samopoczucie. Skoro WHO za zdrowie uważa stan pełnego, fizycznego, umysłowego i społecznego dobrostanu, to można powiedzieć, że „dobra kondycja” naszego kolagenu bezsprzecznie ma bezpośredni wpływ na nasze zdrowie [10].

**dr Krzysztof Kaczyński**

lekarz medycyny estetycznej, członek Polskiego Towarzystwa Medycyny Estetycznej i Anti-Aging (PTMEiAA). Członek Rady Programowej ds. Rekomendacji PTMEiAA. Lekarz w Kaczyński Clinic

**dr Andrzej Ignaciuk**

ekspert z dziedziny medycyny estetycznej, prezes Polskiego Towarzystwa Medycyny Estetycznej i Anti-Aging. Członek Rady Programowej ds. Rekomendacji PTMEiAA. Dyrektor Podyplomowej Szkoły Medycyny Estetycznej PTL

Struktura kolagenu

Kolagen to strukturalnie białko zewnątrzkomórkowe, stanowiące ok. 30% masy białka w organizmie człowieka. Wchodzi w skład macierzy zewnątrzkomórkowej i odpowiada za elastyczność i wytrzymałość tkanek [12]. Kolagen jest wysoce niesymetryczną cząsteczką zbudowaną z łańcuchów polipeptydowych (tworzy go ponad 46 różnych łańcuchów) [9]. Ze względu na różnice w budowie kolagenu wyodrębniono jego 28 typów (choć inne źródła podają, że typów kolagenu jest nawet 29). Każdy typ kolagenu w swojej strukturze zawiera potrójną spiralę (superhelisę) [2, 9]. Jej zawartość waha się w poszczególnych typach kolagenu od poniżej 10% (kolagen XII) nawet do 96% (kolagen I). Potrójna helisa składa się z trzech lewoskrętnych polipeptydowych łańcuchów zwanych łańcuchami α (zawiera dwa łańcuchy $\alpha 1$ oraz jeden łańcuch $\alpha 2$) [9].

Synteza i degradacja kolagenu

Synteza kolagenu odbywa się w fibroblastach z aminokwasów endogennych [1, 6–8].

Włókna kolagenowe charakteryzują się dużą zawartością glicyny, proliny oraz hydroksyproliny. Łańcuchy α głównie zawierają

powtórzenia sekwencji Gly-X-Y (gdzie X = zwykle prolina, a Y = 4-hydroksyprolina [3, 7, 11]. Degradacja kolagenu odbywa się dzięki metaloproteinazom macierzy zewnątrzkomórkowej (MMP – matrix metaloproteinase), głównie MMP-1, MMP-2 oraz MMP-9, które przecinają wiązania peptydowe (pomiędzy glicyną a leucyną lub izoleucyną) [4]. W konsekwencji powstają wielocząsteczkowe produkty rozpadu, które rozkładane są do peptydów i aminokwasów przez nieswoiste enzymy proteolityczne [4].

Typy kolagenów

Kolagen typu I jest dominującą formą kolagenu w skórze (to 85–90% kolagenu skóry) i stanowi jej włóknistą podporę. Kolagen typu III współtworzy do 15% kolagenu w skórze. Oplata on kolagen I i odpowiada za jego prawidłowe ułożenie oraz za sprężystość skóry. Typ III kolagenu przeważa w skórze noworodka oraz w tkance blizn. Dodatkowo w skórze znajdują się śladowe ilości kolagenu typu V–VIII, XII–IV, XVI–XVII, XIX i XXIX. Kolagen typu II jest dominującym składnikiem chrząstki [2, 3, 11]. Tabela 1 prezentuje typy kolagenów zawartych w skórze i stawach.

W rozwijającej się chrząstce głównym elementem budulcowym jest

Kolagen to jedno z najważniejszych białek strukturalnych odgrywające kluczową rolę w organizmie człowieka.



usieciowany polimer kolagenów II, IX i XI, natomiast u dorosłych chrząstka zbudowana jest z kolagenu III, VI, IX, X, XI, XII oraz XIV [13, 14].

Z wiekiem – chociaż ilość chondrocytów nie ulega zmianie – dochodzi do zmian w ich dystrybucji pomiędzy warstwami chrząstki (wzrost ich ilości w warstwach głębszych), spada również nawodnienie macierzy chrząstki oraz maleje w niej wielkość agregatów proteoglikanów, co w konsekwencji



Tabela 1. Typ i lokalizacja kolagenu [2, 3, 11]

Lokalizacja	Typ kolagenu
Skóra	I, III, V, VI, VII, VIII, XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XIX, XXIX
Stawy (więzadła, chrząstki)	I, II, VI, VIII, IX, X, XI, XIV, XXVII,



prowadzi do sztywności kompresyjnej chrząstki [15].

Starzenie się skóry

Starzenie się skóry to złożony proces będący wypadkową działania zarówno czynników zewnętrznych, jak i wewnętrznych [5]. Do czynników zewnętrznych wpływających na starzenie skóry należą zanieczyszczenia, promieniowanie jonizujące i promienie UV. Na skutek działania promieni UV dochodzi do zwiększenia aktywności MMP w skórze, co prowadzi do pofragmentowania włókien kolagenowych [4]. Do czynników wewnętrznych zalicza się hormony i procesy metaboliczne. Z wiekiem dochodzi do zmniejszenia tempa syntezy kolagenu w wyniku zaburzenia czynności fibroblastów, włókna kolagenowe ulegają ścięciu i skróceniu

■ REKLAMA

Tabela 2. Skóra – postępowanie przeciwstarzeniowe [5]

pielęgnacja kosmetyczna	<ul style="list-style-type: none"> ● codzienna pielęgnacja skóry ● ochrona przed działaniem promieni słonecznych ● nieinwazyjne zabiegi kosmetyczne
terapia miejscowa	<ul style="list-style-type: none"> ● regulatory komórkowe: retinole, peptydy, czynniki wzrostu ● antyoksydanty
zabiegi inwazyjne	<ul style="list-style-type: none"> ● peelingi medyczne ● ablacyjna i nieablacyjna laseroterapia <ul style="list-style-type: none"> ● IPL ● radiofrekwencja ● biostymulacja iniekcyjna (m.in. CGF, PRP)
terapia doustna	<ul style="list-style-type: none"> ● hormonoterapia ● suplementacja minerałami, witaminami, aminokwasami ● antyoksydanty
profilaktyka (unikanie czynników starzenia) oraz poprawa stylu życia i nawyków	<ul style="list-style-type: none"> ● palenie ● zanieczyszczenie <ul style="list-style-type: none"> ● stres ● właściwa dieta ● aktywność fizyczna

[3, 5, 8], a także rośnie stężenie MMP. W konsekwencji włókna kolagenowe wyglądają na nieregularne i zdezorganizowane, proporcja kolagenu III do I rośnie w wyniku wyraźnego spadku kolagenu typu I. Uważa się, że całkowita zawartość kolagenu spada ok. 1% rocznie [5]. W wyniku skumulowania się działania tych czynników dochodzi do zmian strukturalnych i fizjologicznych w każdej z warstw skóry oraz zmian w jej wyglądzie, zwłaszcza poddanych przewlekłej ekspozycji na promienie słoneczne jej części. Dochodzi do spadku elastyczności skóry, wystąpienia głębokich zmarszczek i plamistych przebarwień [5].

Skóra – strategie anti-aging

Nowoczesna medycyna i kosmologia oferują szeroki wachlarz postępowania i terapii przeciwstarzeniowych [5], wśród których można wyróżnić codzienną pielęgnację skóry (włączając filtry UV i nieinwazyjne zabiegi), terapię miejscową (antyoksydanty, regulatory tkankowe), zabiegi inwazyjne (m.in. laseroterapia, radiofrekwencja),

terapię doustną (antyoksydanty, hormony, suplementacja), a przede wszystkim profilaktykę (unikanie egzogennych i endogennych czynników starzenia).

Wnioski

- Kolagen jest jednym z najważniejszych białek strukturalnych i odgrywa kluczową rolę w naszym życiu.
- W skórze dominują następujące typy kolagenu: I, III, V, VI, VII, VIII, XII, XIII, XIV, XVI, XVII, XIX, XXIX.
- Kolagen typu I, II, VI, VIII, IX, X, XI, XIV, XXVII jest elementem budulcowym stawów.
- W wyniku działania czynników zewnętrznych i wewnętrznych w procesie starzenia dochodzi do zmniejszenia zawartości kolagenu w organizmie.
- Z wiekiem zmniejsza się odporność chrząstki stawowej na mikrourazy.
- Z wiekiem można zaobserwować zmiany strukturalne i fizjologiczne skóry oraz zmiany w jej wyglądzie.
- Spośród wielu dostępnych strategii anti-aging należy pamiętać o zdrowym trybie życia, eliminacji złych nawyków i właściwej suplementacji. ■

Z wiekiem – w wyniku działania czynników zewnętrznych i wewnętrznych zmniejszających ilość kolagenu – *obserwuje się w skórze zmiany strukturalne i fizjologiczne oraz zmiany w jej wyglądzie.*



Bibliografia:

1. Babraj J.A. et al. Collagen synthesis in human musculoskeletal tissues and skin. *Am J Physiol Endocrinol Metab* (June 21, 2005).
2. Czubak K.A., Żbikowska H.M., Struktura, funkcja i znaczenie biomedyczne kolagenów. *Ann. Acad. Med. Siles.* 2014, 68, 4: 245–254.
3. Fisher G.J. et al. Reduction of fibroblast size/mechanical force down-regulates TGF- β type II receptor: implications for human skin aging. *Aging Cell*. 2016 Feb; 15(1): 67–76.
4. Fligel S.E. et al. Collagen degradation in aged/photodamaged skin in vivo and after exposure to matrix metalloproteinase-1 in vitro. *J Invest Dermatol*. 2003 May; 120(5): 842–8.
5. Ganceviciene R. et al. Skin anti-aging strategies. *Dermato-Endocrinology* 4:3, 308–319
6. Gelsea K., Poschlb E., Aigner T., Collagens – structure, function, and biosynthesis. *Advanced*

Spośród wielu dostępnych strategii anti-aging należy pamiętać o zdrowym trybie życia, eliminacji złych nawyków i właściwej suplementacji.



- Drug Delivery Reviews 55; 2003; 1531–1546.
7. Kucharz E.J. Budowa i metabolizm kolagenu oraz jego udział w chorobach kości. *Terapia* 1999; R.7, 10(81), 32–35.
 8. Sorrell J.M., Caplan A.I., Fibroblast heterogeneity: more than skin deep. *Journal of Cell Science* 117, 667–675.
 9. Shoulders M.D., Raines R.T., Collagen structure and stability. *Annu Rev Biochem.* 2009; 78: 929–958.
 10. WHO definition of Health. Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference, New York, 19–22 June, 1946; signed on 22 July 1946 by the representatives of 61 States (Official Records of the World Health Organization, no. 2, p. 100) and entered into force on 7 April 1948., dostęp: 14.07.2017, <http://www.who.int/about/definition/en/print.html>
 11. Wybór W., Zaborski M., Budowa i właściwości kolagenu i żelatyny. *Polimery*, 2000, 45, 1.
 12. Żelaszczyk D., Waszkielewicz A., Marona H. Kolagen – struktura oraz zastosowanie w kosmologii i medycynie estetycznej, *Estetol Med Kosmetol* 2012; 2(1): 14–20.
 13. Eyre D. Articular cartilage and changes in Arthritis: Collagen of articular cartilage. *Arthritis Research & Therapy* 2001, 4: 30.
 14. Eyre D. Collagen of articular cartilage. *Arthritis Res.* 2002; 4(1): 30–5.
 15. Fox A.J.S., Bedi A., Rodeo S. A. The Basic Science of Articular Cartilage. Structure, Composition, and Function. *Sports Health.* 2009 Nov; 1(6): 461–468.