

Was ist Kollagen?

Aus embryonalen Mesenchymzellen differenzieren sich Bindegewebszellen, die man auch Fibroblasten nennt, wenn sie an der Matrixherstellung beteiligt sind oder Fibrozyten, wenn sie nur einen Erhaltungsstoffwechsel betreiben.

Abhängig von der Beanspruchung eines Gewebes, enthält es verschiedene Fasern. Wenn ein Gewebe sehr zugfest sein muss, enthält es viele kollagene Fasern (Kollagen). In stark dehnbarem Gewebe findet man eher elastische Fasern (Elastin).

Kollagen hat einen Anteil von 25% am Gesamtkörperprotein. Wegen seiner starken Zugfestigkeit ist es Hauptbestandteil der meisten Binde- und Stützgewebe. Kollagen gibt dem Gewebe mechanische Stabilität. Es ist Hauptbestandteil von Haut, Knochen, Sehnen, Knorpel, Blutgefäßen und Zähnen.

Alle Kollagene haben als Gemeinsamkeit das kleinste Strukturelement Tropokollagen. Es ist das Grundgerüst für fibrilläre Kollagene. Beim Tropokollagen handelt es sich um eine Tripelhelix, die aus drei umeinandergewundenen Peptidketten besteht.

Kollagene bilden unlösliche Fasern, die als extrazelluläre Strukturproteine überall im Organismus vorkommen. Sie können parallel angeordnet sein (z. B. in Sehnen) oder netzartig wie in der Haut.

Das Kollagen hat seinen Namen von dem griechischen Wort kollo, das Leim bedeutet. Das kommt daher, dass Kollagen beim Kochen aufgrund des Denaturierungsprozesses quillt. Durch die Auflösung der räumlichen Struktur ergibt sich eine leimähnliche Masse.

Eigenschaften der Kollagene

Kollagen ist ein widerstandsfähiges und weitgehend unlösliches Protein mit mehreren Besonderheiten. Das Tropokollagen ist eine rechtsgängige Tripelhelix, die aus drei gleichen oder fast gleichen Peptidketten aufgebaut ist. Diese Peptidketten wiederum bilden jede für sich linksgängige Helices aus, die aber aufgrund der Aminosäurenstruktur eine etwas langgezogene Helix bilden, weil es innerhalb dieser Schrauben keine Wasserstoffbrückenbindungen gibt. Auffällig ist auch die Aminosäuresequenz der Peptidketten. Jede dritte Aminosäure ist Glycin, was wiederum die kleinste der Aminosäuren ist. Es passt als einzige in das Innere der Tripelhelix. Weiterhin kommen die Aminosäuren Prolin und Lysin sehr häufig vor.

Biosynthese der Kollagene

Als Protein wird auch Kollagen auf der DNA codiert und intrazellulär produziert. Die endgültige Fertigstellung findet aber außerhalb der Fibroblasten statt. Nach der Transkription im Zellkern lagert sich die mRNA im Zytosol an freie Ribosomen an und es wird mit der Translation einer Peptidkette, dem Präkollagen, begonnen. Mithilfe des Signalpeptids kann das Ribosom an das Endoplasmatische Retikulum andocken und die weitere Biosynthese erfolgt direkt im Lumen des Endoplasmatischen Retikulums. Viele der eingebauten Proline werden zu Hydroxyprolinen und Lysine zu Hydroxylysinen hydroxyliert. Das verantwortliche Enzym dafür ist eine Hydroxylase und benötigt Cofaktoren wie Sauerstoff, Eisen, α -Ketoglutarat und vor allem Vitamin C. Die Hydroxylierungen sind wichtig für die Stabilität des Kollagenmoleküls, denn es werden reaktive Gruppen eingebaut, die Wasserstoffbrückenbindungen eingehen können und so die drei Einzelhelices in ihrer Verdrillung zu Dreierkomplexen unterstützen. Wenn Prolin und Lysin nicht hydroxyliert werden können, entstehen Krankheiten

wie z. B. Skorbut. An das Prokollagen bzw. einige Hydroxylysine werden Zuckermoleküle angelagert. Die wachsenden Peptidketten enthalten an den Enden noch sogenannte Telo- oder Registerpeptide, die für den weiteren Weg des Kollagens eine Rolle spielen. Über diese Enden werden jeweils drei Prokollagenmoleküle zu einer Tripelhelix verbunden durch die Bildung von Disulfidbrücken. Auf dem folgenden extrazellulären Weg erhält das bisher noch lösliche Protein die wichtige Eigenschaft der Unlöslichkeit. Die überschüssigen Registerpeptide werden von einer Peptidase abgespalten und die Prokollagenmoleküle können sich durch Ionenanziehungskräfte und hydrophobe Wechselwirkungen zusammenlagern. Mithilfe von Lysoxyl-Oxidasen, welche an den Kollagenenden oxidativ desaminieren, können kovalente feste Verknüpfungen entstehen, die die spätere Zugfestigkeit des Kollagens ausmachen. Durch die Desaminierung werden Aldehyde gebildet, die unter Ausbildung von Schiff-Basen die Quervernetzung zwischen den Kollagenmolekülen ermöglichen. Diese quervernetzten Tropokollagenmoleküle werden nun zu Protofilamenten aneinandergereiht, die sich weiter zu Kollagenfibrillen zusammensetzen und schließlich in Kollagenfasern zu Faserbündeln werden.

Abbau der Kollagene

Kollagen kann durch Kollagenasen abgebaut werden, die von verschiedenen Zellen gebildet werden können. Beim Abbau entsteht Hydroxyprolin, das mit dem Urin ausgeschieden wird. Kollagen hat unterschiedliche Halbwertszeiten, z. B. 200 Tage in der Haut, 60 Tage in Muskeln, 30 Tage in der Leber oder auch viel kürzer.

Funktionen

Die unterschiedliche Beschaffenheit der verschiedenen Kollagenklassen sorgt für unterschiedliche Einsatzgebiete. Kollagen sorgt z. B. für die Reißfestigkeit von Sehnen und Bändern, die Flexibilität von Knochen, die Druckresistenz von Gelenknorpel und die Festigkeit und Elastizität des Herz-Kreislauf-Systems. In Untersuchungen konnten Zusammenhänge zwischen Kollagenmangel und Arterienanomalie festgestellt werden.

Einnahme als Nahrungsergänzung

Oft wird „Kollagen-Hydrolysat“ in Nahrungsergänzungsmitteln verwendet. Dabei handelt es sich im Gegensatz zu Gelatine um enzymatisch hydrolysierte Kollagene, welche in Wasser löslich sind. Sie sind jedoch gut dispergierbar und emulsionsstabilisierend.

Kollagen-Hydrolysate enthalten Kollagen-Peptide, die als essentielle Nährstoffe Aufbau, Erhalt und Regeneration von belastetem oder beschädigtem Knorpelgewebe nach oralen Aufnahme ermöglichen sollen. Diese speziellen Kollagen-Hydrolysate regen die Knorpelzellen des Körpers an, vermehrt Knorpelgewebe zu bilden. Kollagen-Hydrolysate werden zur Prävention und Therapie von Knorpelverschleiß in den Gelenken eingesetzt. Bei betroffenen Patienten soll die Einnahme von Kollagen-Hydrolysat zu einer Schmerzreduktion und Verbesserung der Gelenkbeweglichkeit führen.

Studien der Universität Kiel haben Hinweise darauf gegeben, dass die Knorpelneubildung durch die Verabreichung von Kollagen-Hydrolysat begünstigt werden kann und zeigen, dass die radioaktiv markierten kurzkettigen Kollagen-Peptide sich tatsächlich in den Gelenken anreichern und dort die Knorpelbildung anregen können. Damit konnten erstmals sowohl die sehr gute Bioverfügbarkeit als auch die Bioaktivität bestimmter Kollagen-Hydrolysate mit kurzkettigen Kollagen-Peptiden nachgewiesen werden. Eine Langzeitstudie von McAlindon

ergab 2011 den eindeutigen klinischen Wirksamkeitsnachweis. Hunter und Henrotin kamen 2011 ebenfalls beide unabhängig zu dem Schluss, dass Kollagen-Hydrolysat einen vielversprechenden Nährstoff zur Erhaltung und Wiederherstellung der Gelenkstruktur und -funktion darstellt und schließen sich damit der ersten vorsichtig positiven Bewertung von Moskowitz von 2000 an.

Kollagen-Hydrolysat ist reines Eiweiß und entsteht durch enzymatische Hydrolyse von Kollagen. Es besitzt dieselbe Aminosäure-Struktur wie Kollagen Typ II, das im Gelenkknorpel für Stabilität und Zugfestigkeit sorgt. Kollagen-Hydrolysat steigert die Kollagen-Biosynthese in bovinen Chondrozyten innerhalb von Tagen um das 2,5fache.

Klinische Effekte sind erst nach langfristiger Aufnahme zu erwarten. Die FDA hat das Eiweiß als gesundheitlich unbedenklich eingestuft.

Nach neueren Erkenntnissen hergestellte Kollagenpräparate verzichten bewusst auf große Mengen Kollagenhydrolysat und versorgen den Körper mit den nötigen Bausteinen, um eigenständig Kollagen aufzubauen und einzusetzen. Stattdessen sorgt man für ausreichende Zufuhr der Bausteine L-Lysin, L-Glycin, L-Prolin und Natriumhyaluronat, um den Körper dabei zu unterstützen das vorhandene Körperkollagen zu aktivieren. Es empfiehlt sich der Zusatz von OPC. Es gibt Untersuchungen, die belegen, dass OPC Kollagen reparieren kann.

Quelle: Florian Horn - Biochemie des Menschen