



## 細胞的支架：膠原蛋白

近年來，膠原蛋白在生技產業備受矚目，廣泛應用在美容保養品、保健食品等。業者聲稱這些產品能達到美容功效，補充人體膠原蛋白的不足，這是真的嗎？

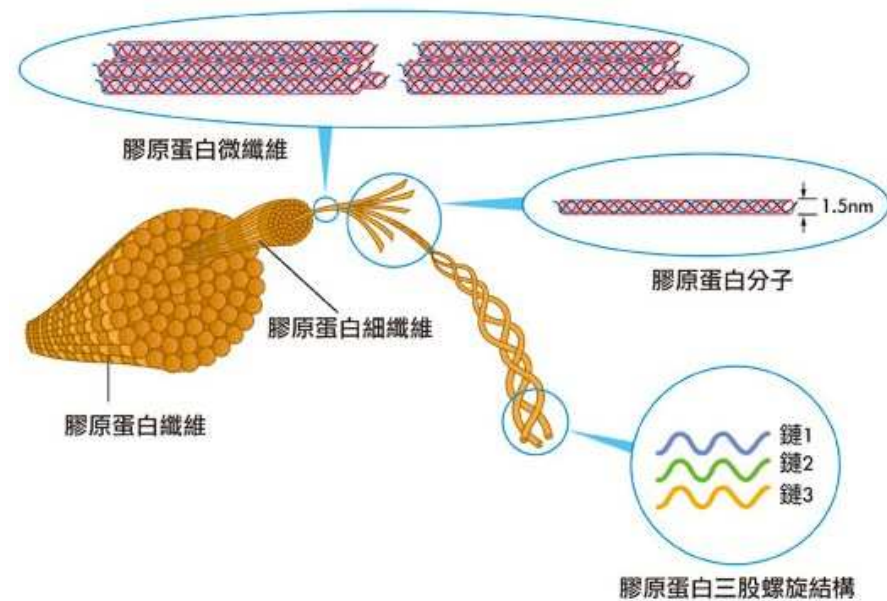
膠原蛋白 (collagen) 是脊椎動物體內含量最豐富的蛋白質，在人體內約佔蛋白質的 1/3。它主要存在於結締組織 (connective tissue) 中的細胞外間質 (extracellular matrix, ECM)。細胞外間質環繞在細胞外圍，由醣蛋白、蛋白纖維等蛋白質構成，是細胞與細胞之間的支架，類似鋼筋混凝土，而膠原蛋白是屬於纖維性的蛋白，作用如同鋼筋混凝土中的鋼筋。

皮膚、軟骨、角膜、血管壁、內臟器官等均含有膠原蛋白，皮膚與血管壁有彈性、骨骼的生長、肌腱有力，膠原蛋白在其中提供了支撐細胞的機械強度。當身體缺少膠原蛋白，就可能引起皮膚皺紋、肌肉鬆垮、血管易破裂、骨骼生長不全等問題。

膠原蛋白的分子結構呈三股螺旋，由三條多勝肽 (polypeptide) 相互纏繞構成 (如右圖)。形成膠原蛋白纖維的過程為，由纖維母細胞或其他組織的母細胞先製造出單條的多勝肽，之後三條勝肽鏈會相互纏繞成三股螺旋的膠原蛋白分子，膠原蛋白分子透過分子間交聯

(cross-linking, 即兩聚合物的分子鏈相連接) 聚合形成纖維狀的膠原蛋白微纖維，膠原蛋白微纖維彼此間再進一步聚合成為膠原蛋白細纖維，最後聚合成膠原蛋白纖維。此為膠原蛋白在不同等級的生物結構，由共價鍵、氫鍵等作用力，在不同階段發揮聚合作用，其中，氫鍵為三條勝肽鏈形成螺旋的主要作用力。不同種類的蛋白質有不同的聚合過程，以形成特定的三維空間結構，而膠原蛋白的特殊結構可提供組織一定的機械強度，也能使細胞附著生長於其間。

目前已知的膠原蛋白有 20 多種，各由不同的多勝肽組成。不同組織的膠原蛋白種類也各不相同，例如皮膚、肌腱、韌帶主要是第 I 型和第 III 型混合，椎間盤和大部份的軟骨主要為 II 型，腎及血管管壁為第 IV 型膠原蛋白。



膠原蛋白纖維組成結構示意圖。膠原蛋白的特徵是由三條分子量各由 1000 多個胺基酸組成的多勝肽，相互纏繞成三股螺旋結構的膠原蛋白分子 (直徑約 1.5 nm)，多個平行的膠原蛋白分子前後左右交聯，進一步聚合成不同等級的膠原蛋白結構，最後形成膠原蛋白纖維。(電腦繪圖：姚裕評)

## 膠原蛋白吃的好？還是擦的有效？

隨著年齡增長，纖維母細胞產生膠原蛋白的能力會降低，一旦膠原蛋白流失的速度比生成速度快時，肌膚便會失去彈性。目前坊間有許多保養品聲稱只要擦了含有膠原蛋白的產品，便可以讓肌膚減少皺紋。事實上，塗抹膠原蛋白不太可能減少臉上的皺紋。

### 膠原蛋白分子大 不易穿透角質層

皮膚由外而內分為表皮層、真皮層與皮下組織，膠原蛋白主要是存在真皮層，提供皮膚彈性；表皮層由外而內又可再細分成角質層、顆粒層、棘皮層與基底層等。保養品要被皮膚吸收，必須先能夠穿過角質層中細胞與細胞間的空隙，一般分子量小於 500 穿透效果較佳，而膠原蛋白的分子量介於 1 萬 5000 至數十萬之間，要直接穿過狹小的皮膚空隙十分困難，過去常以注射的方法 (即俗稱的小針美容) 打入真皮層，此法能立刻減少皮膚的皺紋。不過，打進去的膠原蛋白會被身體的酵素分解，每隔數月需再打一次。臨床上，也發現每四、五個人就有一人對注射膠原蛋白產生免疫排斥反應，因此現在多以多醣類的玻尿酸替代。

工研院生醫所經理賴惠敏表示，坊間製造膠原蛋白保養品的過程通常利用酵素、酸、鹼溶液或以加熱的方式，將取自動物身上的膠原蛋白長鏈切為小分子。然而，這樣的萃取過程，極可能破壞甚至打斷膠原蛋白原有的三股螺旋結構，變成變性的較小分子例如明膠 (gelatin)，在結構上已經與原來的膠原蛋白三股螺旋不同。除了分子量極小的勝肽之外，目前尚無研究證實塗抹方式可以使膠原蛋白分子片段直接進入真皮層、有效讓肌膚恢復彈性及去除皺紋。有些產品看似有效，可能的機制是，保養品經塗抹而停留在皮膚表面形成薄膜，除了具有保濕功能，也暫時填補了部份皮膚表面細微凹洞或溝痕，使皮膚暫時看來較為平整，但洗臉時薄膜也隨之洗去，效果也不復見。

### 吃膠原蛋白補膠原蛋白

除了塗抹保養品，現在也有許多富含膠原蛋白的食品。台灣大學食品科技研究所助理教授謝淑貞表示，目前由塗抹或攝食膠原蛋白而產生具體功效的科學報告很少。理論上，膠原蛋白進到腸胃，三股螺旋的結構會被破壞，多勝肽經消化液切斷成小分子、最後分解成胺基酸。身體會利用胺基酸合成各種蛋白質，不限於膠原蛋白；因此，要合理解釋少數科學性研究看到的正面效應，只好從膠原蛋白的組合下手。因為組成膠原蛋白的胺基酸中，有兩種含量較多、經過特別修飾的胺基酸，分別是羥脯胺酸 (hydroxyproline) 和羥離胺酸 (hydroxylysine)，其中羥離胺酸還有特殊的醣分子接合，因此攝食富含膠原蛋白的食物，在被腸胃分解後，還是可以提供在其他蛋白質中含量很少的羥脯胺酸和羥離胺酸，用以合成膠原蛋白。

此外，許多業者常將製造果凍的明膠當成膠原蛋白，二者的分子式雖然很接近，但結構完全不同。明膠和膠原蛋白一樣萃取自動物的膠原蛋白纖維，不同的是，明膠的萃取環境是在 60°C 以上，當膠原蛋白在 60°C 以上時，三股螺旋會鬆開成單鏈分子即為明膠。從外觀上來看，膠原蛋白呈白色不透明，明膠是透明狀，滷豬腳時產生的透明膠質就是明膠。同樣的，理論上吃明膠也有機會再被合成回膠原蛋白，但原理是因為提供較多製造蛋白質的來源，而非明膠本身被攝入體內後，就可直接全數成為膠原蛋白。

資料來源：科學人雜誌網站 <http://sa.ylib.com/>，作者：楊嘉慧