РОЛЬ АМИНОКИСЛОТ КОЛЛАГЕНА В ЗАЖИВЛЕНИИ РАН

Тумурова Т.Б.¹, Шалбуев Дм.В.²

ФГБОУ ВО «Восточно-Сибирский государственный университет технологий и управления», г. Улан-Удэ, Россия

В статье рассмотрена роль аминокислот коллагена в заживлении ран. В настоящее время коллаген и его производные активно применяются в качестве ранозаживляющих агентов. Аминокислоты являются важными питательными веществами, необходимыми для восстановления повреждений кожи, проявляют следующие свойства: поддерживают кислотно-щелочной баланс, защищают от солнечного света и поддерживают микробиом кожи.

Ключевые слова: аминокислота, коллаген, кожа, заживление

ROLE OF COLLAGEN AMINO ACIDS IN WOUND HEALING

Tumurova T.B., Shalbuev D.V.

East Siberia State University of Technology and Management, Ulan-Ude, Russia

The article discusses the role of collagen amino acids in wound healing. Collagen and its derivatives are now actively used as wound healing agents. Amino acids are essential nutrients for repairing skin damage and have the following properties: maintain acid-base balance, protect from sunlight, and support the skin microbiome.

Keywords: amino acid, collagen, skin, healing

Коллаген - это волокнистый белок, который способствует уникальным физиологическим функциям соединительных тканей в коже, сухожилиях, костях и т.д. Структурной единицей коллагена является тропоколлаген, белок, состоящий из трех полипептидных звеньев

¹ТумуроваТуянаБулатовна– асп. каф. «Технология кожи, меха. Водные ресурсы и товароведение»; тел.: +7(3012) 41-72-22, e-mail: tuana19.09@mail.ru

Tumurova Tuyana - post graduate student of the Department «Leather and Fur Technology. Water Resources and Commodity Research»; tel.: +7(3012) 41-71-22, e-mail: tuana19.09@mail.ru.

²Шалбуев Дмитрий Валерьевич – д.т.н., проф., зав. каф. «Технология кожи, меха. Водные ресурсы и товароведение»; тел.: +7(3012) 41-72-22, e-mail: shalbuevd@mail.ru

Shalbuev Dmitry - Dr, Prof., Head of the Department «Leather and Fur Technology. Water Resources and Commodity Research», tel.: +7(3012) 41-72-22, e-mail: shalbuevd@mail.ru

(называемых α -цепями), переплетенных между собой с образованием тройной спиральной структуры [1].

Коллаген давно используется для ухода за ранами и для лечения ран в качестве перевязочного материала в различных формах, таких как порошок, аморфные гели/пасты, пропитанные гелем повязки. Доказано, что в зависимости от специфического аминокислотного состава биоактивные пептиды, полученные из коллагена, проявляют свойства как иммуномодулирующие, ингибирующие, антибактериальные и антиоксидантные [2].

Аминокислотный состав коллагена является характерной особенностью этого белка и независимо от происхождения коллагена, содержит девятнадцать аминокислот, в том числе гидроксипролин, который не встречается в других белках. А также аминокислотный состав характеризуется высоким содержанием пролина и глицина, а также отсутствием цистеина [3].

По справочным данным коллаген, полученный из шкур крупного рогатого скота на 100 г, содержит следующие аминокислоты (таблица [4]).

Таблица – Содержание аминокислот в коллагене

Аминокислота	Содержание, гр/100 г
Аргинин	8,22
Лизин	3,96
Тирозин	0,99
Фенилаланин	2,35
Гистидин	0,70
Лейцин	3,73
Изолейцин	1,88
Метионин	0,97
Валин	2,46
Пролин	14,42
Треонин	2,26
Серин	4,27
Аланин	10,31
Глицин	26,57
Оксипролин	12,83
Оксилизин	1,15
Глутаминовая кислота	11,16
Аспарагиновая кислота	6,95

Так аминокислота глютамин является основным метаболическим топливом для быстро пролиферирующих клеток, но он не способствует заживлению ран. Глютамин активно используют в качестве иммунонутриента, который уменьшает инфекционные осложнения. В результате заживления ран наблюдается дефицит аргинина, что приводит к длительному заживлению раны. Дополнительное применение аргинина нормализует и ускоряет заживление [5]. Аргинин предшественник пролина, в заживлении ран используют в качестве синтеза коллагена, а также является предшественником орнитина, который имеет решающее значение для синтеза полиаминов, и оксид азота [6].

Гистидин в структуре кожи играет важную роль, так как является производным белком для филлагрина и урокановой кислоты, которые содержатся в роговом слое кожи. Филлагрин- белок расположенный в гранулярных кератиноцитах и нижних корнеоцитах рогового слоя, основная функция которого сохранение влаги рогового слоя [7]. Роговой слой - эффективный барьер между телом и внешней средой, защищая кожу от обезвоживания и предотвращая проникновение внешних патогенов, ультрафиолетового излучения и экзогенных химических веществ [8]. Урокановая кислота производная кислота филлагрина, которая может выступать в качестве защитного компонента от воздействия УФ-излучения [9].

Лизин является одной из незаменимых кислот, которая важна для функционирования коллагена и эластина. Углеродные квантовые точки на основе производных лизина и аргинина проявляют антибактериальную активность против грамотрицательных и грамположительных бактерий, а также способствуют росту новых клеток [10].

Аминокислоты с разветвленной цепью: изолейцин, лейцин и валин, участвуют в образовании кератина и коллагена. Так недостаток данных аминокислот приводит к снижению продукции гиалуроновой кислоты в дермальных фибробластах [11].

Ароматические аминокислоты - тирозин и фенилаланин участвуют в образовании меланина. Меланин же поглощает ультрафиолетовое излучение, и является основным фотозащитающим пигментом.

Метионин является эндогенным источником цистеина. Цистеин же играет важную роль в образовании дисульфидных мостиков, присутствующих в покрывных структурах кожи.

Аминокислоты треонин и серин поддерживают роговой слой в гидратированном состоянии.

Глицин и пролин на сегодняшний день являются самыми распространенными аминокислотами, которые участвуют в синтезе коллагена. Пролин содержащие пептиды ингибируют пролиферацию и миграцию кератиноцитов при заживлении ран [12].

Аспарагиновая кислота и аспарагин не считаются важными аминокислотами для здоровья кожи. Однако, аспарагиновая кислота является индикатором старения, накопление остатков D-аспарагиновой кислоты, является особенностью стареющего эластина [7].

Аминокислоты также используются в качестве пептидных компонентов, с различными модификациями. Известно ранозаживляющее действие тимогена, модифицированного D-аланином. Тимоген является дипептидом (глутамил-триптофан) менее устойчивым к действию протеаз, введение же D-аланина позволяет получить пептид с высокой биологической активностью и пролонгированного действия [13].

Таким образом, аминокислоты как заменимые, так и незаменимые способствуют заживлению ран, они активно участвуют во всех фазах заживления раны. На стадии гемостаза основополагающее значение имеет питательная функция, на фазе воспаления аминокислоты предотвращают длительные воспалительные процессы, на фазе пролиферации аминокислоты способствуют синтезу гиалуроновой кислоты, а на фазе ремоделирования аминокислоты участвуют в стабилизации рубцов раны.

Список использованных источников

1 P. Kittiphattanabawon, S. Nalinanon, S. Benjakul, H. Kishimura. Characteristics of Pepsin-Solubilised Collagen from the Skin of Splendid Squid (*Loligoformosana*) // Journal of Chemistry, V. 2015 <https://doi.org/10.1155/2015/482354>

2 Felician FF, Yu RH, Li MZ, Li CJ, Chen HQ, Jiang Y, Tang T, Qi WY, Xu HM. The wound healing potential of collagen peptides derived from the jellyfish *Rhopilema esculentum*. Chin J Traumatol. 2019 Feb;22 (1):12-20. doi: 10.1016/j.cjtee.2018.10.004.

3 M. Gauza-Włodarczyk, L. Kubisz, D. Włodarczyk. Amino acid composition in determination of collagen origin and assessment of physical factors effects // International Journal of Biological Macromolecules. V. 104, P. A. 2017. P. 987-991. doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.013.

4 Afanasyeva R.Ya., Afonskaya N.S., Bernstein M.M. Handbook of the tanner (raw materials and materials) // M.: Light and food industry, 1984, 384 p.

5 Savustyanenko A.V. L-Arginine Accelerates Wound Healing: New Mechanisms and Clinical Research Evidence. *Injury*. T. 19.No. 1. 2018 pp. 27-33. O. Chow, A. Barbul. Immunonutrition: Role in Wound Healing and Tissue Regeneration // *Adv Wound Care* (New Rochelle). 2014. V.3. I.1. P. 46–53.

6 Solano F. (2020) Metabolism and Functions of Amino Acids in the Skin. In: Wu G. (eds) *Amino Acids in Nutrition and Health*. *Advances in Experimental Medicine and Biology*, vol 1265. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-45328-2_11

7 Hsu CY, Henry J, Raymond AA, Méchin MC, Pendaries V, Nassar D, Hansmann B, Balica S, Burlet-Schiltz O, Schmitt AM, Takahara H, Paul C, Serre G, Simon M. Deimination of human filaggrin-2 promotes its proteolysis by calpain 1. *Journal Biol Chem*. 2011 Jul 1;286 (26):23222-33. doi: 10.1074/jbc.M110.197400. Epub 2011 Apr 29. PMID: 21531719; PMCID: PMC3123089.

8 Barresi C, Stremnitzer C, Mlitz V, Kezic S, Kammeyer A, Ghannadan M, Posa-Markaryan K, Selden C, Tschachler E, Eckhart L. Increased sensitivity of histidinemic mice to UVB radiation suggests a crucial role of endogenous urocanic acid in photoprotection. *J Invest Dermatol*. 2011 Jan;131(1):188-94. doi: 10.1038/jid.2010.231.

9 Li P.L., Han F.X., Cao W.W., Zhang G.K., Li J.Y. (Li, Jiaying)[2, 3]; Zhou J.W., Gong X.D. (Gong, Xuedong) [1]; Turnbull G (Turnbull, Gareth) [4]; Shu W.M. (Shu, Wenmiao) [4]; Xia L.G. (Xia, Lunguo) [5]; Fang B (Fang, Bing) [5]; Xing X.D. (Xing, Xiaodong) [1]; Li B. (2020) Carbon quantum dots derived from lysine and arginine simultaneously scavenge bacteria and promote tissue repair. *APPLIED MATERIALS TODAY*. V. 19. DOI: 10.1016/j.apmt.2020.100601.

10 Takumi Yamane, Yuka Morioka, Yasuyuki Kitaura, Ken Iwatsuki, Yoshiharu Shimomura & Yuichi Oishi (2018) Branched-chain amino acids regulate type I tropocollagen and type III tropocollagen syntheses via modulation of mTOR in the skin, *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 82:4,611-615, DOI:10.1080/09168451.2017.1386084

11 Misiura M., Mityk W. (2019) Proline-containing peptides-New insight and implications: A Review. *BIOFACTORS*. DOI: 10.1002/biof.1554

12 Smakhtin M.Yu., Bobintsev Ya.I., Koroshvili V.T., Chulanova A.A., Dolzhikova I.N. Immunotropic, antioxidant and reparative effects of a new analogue of thymogen, modified with D-alanine. *Kursk scientific and practical bulletin "Man and his health"*, 2019, No. 1, P. 77-82.