

口服含有透明质酸钠的小分子胶原蛋白肽对面部皮肤年轻化的效果观察

刘瑶, 王琳*

(大连理工大学附属中心医院 整形美容科, 辽宁 大连, 116024)

【摘要】 目的 观察一种含有透明质酸钠的小分子胶原蛋白肽饮品在面部皮肤年轻化中的有效性及安全性。方法 研究选取2023年5月16日-2023年7月12日共38例受试者, 每日服用胶原蛋白透明质酸钠饮品25 ml (BIOYONCE 缦研; 含胶原蛋白肽5000 mg, 透明质酸钠50 mg), 连续8周(共56天)。通过前后对比鱼尾纹面积占比、皮肤平滑度、弹性、光泽度、黑色素、皮肤色度和角质层水分含量等指标的变化来评价该饮品对面部皮肤年轻化的效果。同时记录受试者的满意度及不良反应。结果 38例受试者连续服用56天, 测试过程中未见任何皮肤不良反应, 通过与使用前对比: 皮肤角质层水分含量(提升23.8%)、皮肤光泽度(提升27.2%)、皮肤弹性测试参数(提升18.0%)显著性上升; 皮肤色度(降低10.4%)、黑色素值(降低23.2%)、皮肤弹性参数F4(降低25.1%)、皮肤平滑度参数SEsm值(降低23.6%)和鱼尾纹皱纹面积占比(降低29.1%)显著性下降。结论 研究结果显示, 口服胶原蛋白透明质酸钠饮品, 对于面部皮肤老化具有显著的改善效果, 是面部年轻化的方法之一。

【关键词】 面部老化; 皮肤; 美容补充剂; 小分子; 胶原蛋白肽; 透明质酸;
DOI:10.19593/j.issn.2095-0721.2023.10.009

Effect of orally administered collagen peptides and Hyaluronic Acid on Facial skin aging

LIU Yao, WANG Lin

(Department of Plastic Surgery and Aesthetics, Affiliated Central Hospital of Dalian University of Technology, Liaoning Province, 116024, China)

【ABSTRACT】 Objective Observation on the effectiveness and safety of bioyonnce oral collagen peptide sodium hyaluronate in facial skin rejuvenation. Method 38 participants consumed a bottle of BIOYONCE collagen peptide sodium hyaluronate beverage daily (containing 5000 mg of collagen peptide and 50 mg of sodium hyaluronate). The effect of this beverage on facial skin rejuvenation was evaluated by comparing changes in the proportion of crow's feet area, skin smoothness, elasticity, gloss, melanin, skin b value, and stratum corneum moisture content before and after. Participants' satisfaction and adverse reactions were also recorded. Result 38 participants continuously used the product for 56 days. During the testing process, no adverse skin reactions were observed. Compared to before use, the moisture content of the stratum corneum, skin glossiness, and the R2 value of skin elasticity significantly increased; the skin b value, melanin value, F4 parameter of skin elasticity, SEsm value of skin smoothness, and the proportion of crow's feet wrinkle area significantly decreased. Conclusion The research results show that continuous intake of BIOYONCE oral collagen peptide sodium hyaluronate has a significant improvement effect on facial skin aging.

【KEY WORDS】 Anti-Aging; Beauty Supplement; Collagen Peptides; Hyaluronic Acid

面部衰老是由内在因素和外在因素共同影响的结果^[1]。内在因素包括遗传背景, 外在因素则主要包括生活习惯, 如吸烟、过量饮酒、营养不良和长期暴露在阳光下等。其中, 长期暴露在阳光下对皮肤的伤害最大, 紫外线能直接损伤皮肤的表皮层和真皮层, 使胶原蛋白和弹性蛋白发生断裂, 导致皮肤光老化^[2]。随着单细胞测序技术的发展, 皮肤老化的分子机制研究提示, 与生长发育有关的转录因子下调是皮肤衰老的重要特征。除细胞内的变化, 细胞外基质在老化皮肤中也表现出结构和功能的变化, 其中胶原蛋白的含量显著减少^[3]。皮肤光老化的主要表现为皮肤松弛、皱纹、屏障功能受损、表面干燥粗糙、色素沉着, 出

现色斑、晒斑等^[2, 4-6]。

胶原蛋白是细胞外基质的主要组成成分, 在皮肤美容中受到广泛关注^[7]。皮肤组织的胶原蛋白主要是I型和III型胶原蛋白, 成年后其量和比例随着年龄的增长而逐渐降低^[10]。已有较多的研究表明, 将胶原蛋白注射于真皮层则可用来消除较深的皱纹^[8, 9]。

可口服的胶原蛋白肽(collagen peptides, CP), 主要来源于鱼皮、猪皮、牛皮和肌腱, 经过酶水解形式制成膳食补充剂。其中富含羟脯氨酸的CP具有最强的生物活性^[5]。2020年, Barati等人^[11]对已有水解胶原蛋白对皮肤老化的影响做了Meta分析, 对补充CP对于健康和病人皮肤健康参数影响的效果和作用机制进行了分析。系统分析的结果支持口服CP或完整的胶原

通信作者: 王琳, 主任医师, 科主任, Email: hospital_beauty@sina.com

蛋白均可以改善皮肤的健康状况。改善的作用机制可能包括3种: CP对成纤维细胞、M2-类巨噬细胞的直接作用以及与口腔耐受有关的机制。当前, 口服胶原蛋白产品种类繁多, 但由于缺乏统一的质量标准和检测方法, 产品质量参差不齐。因此, 通过临床评价, 建立完善的口服胶原蛋白产品质量标准和检测方法, 才能更好地发挥口服胶原蛋白皮肤美容作用^[12, 13]。

本研究评估一种含有透明质酸钠的小分子胶原蛋白肽饮品在皮肤美容中的使用效果, 研究选择了对面部皮肤的美容效果有确切影响的8项指标, 采用检测仪器加志愿者自评的方法, 对其功效进行客观评价。

1 资料与方法

1.1 一般资料

本研究选取2023年5月16日-2023年7月12日期间, 于大连理工大学附属中心医院整形美容科收治的健康受试者。计划入组40人, 实际入组40人, 其中女性34人, 男性6人, 完成人数38人, 其中女性33人, 男性5人, 分析人数38人, 年龄26-50岁, 平均年龄为(37.1±5.9)岁。

1.2 纳入标准

(1) 年龄范围25-50岁, 男女不限; (2) 鱼尾纹2-4级; (3) 健康状况良好; (4) 试验期间同意不使用任何对结果有影响的化妆品、药物和保健品。

1.3 排除标准

(1) 近1周使用抗组胺药或近1个月内使用免疫抑制剂或免疫调节相关生物制剂与小分子药物者; (2) 近两个月内受试部位应用任何抗炎药物者; (3) 受试者患有炎性皮肤病临床未愈者; (4) 胰岛素依赖性糖尿病患者; (5) 近1月内有过敏性疾病的发作和治疗或用过激素等抗炎药物者; (6) 还有癌症等严重系统健康问题者; (7) 免疫缺陷或自身免疫性疾病患者; (8) 婴幼儿, 孕妇哺乳期妇女; (9) 在皮肤待测试部位由于瘢痕、色素、萎缩、鲜红斑痣或其他瑕疵而影响试验结果的判定者; (10) 体质高度敏感者; (11) 对鱼类及其制品过敏者; (12) 非自愿参加或不能按试验要求完成规定内容者; (13) 其他经实验研究者评估认为不合适参加实验者。

1.4 方法

1.4.1 材料 胶原蛋白肽透明质酸钠饮品, 每25 ml含有胶原蛋白5000 mg, 透明质酸钠50 mg (BIOYONCE 缦研, 斐缦(长春)医药生物科技有限责任公司, 生产批号: 671680220001, 包装规格为25 ml*10支/盒)。

1.4.2 方法 开瓶即饮, 每次25 ml (1支), 每日一次。

1.5 观察指标

1.5.1 皮肤生理指标检测

试验中检测的皮肤指标, 评价方法及时间点总结在表1中。检测时间为试验开始前和第2、4、8周。

1.5.2 受试者自评

受试者自评在使用产品2,4,8周后进行。分别对表2中的10项描述进行评价。

1.5.3 安全性评价

参考《化妆品安全技术规范2015年版》中规定的人体使用试验皮肤翻译分级标准对产品进行安全性评估, 反应分级为: 0, 无反应; 1, 微弱红斑; 2, 红斑、浸润、丘疹; 3, 红斑、水肿、丘疹、水疱; 4, 红斑、水肿、大疱。

1.6 统计学方法

统计分析软件为SPSS 22.0版本。如数值为正态分布, 则采用t检验方法进行统计分析; 如数值为非正态分布, 则采用秩和检验方法进行统计分析; 统计方法均采用双尾检验, 检验水准 $\alpha=0.05$ 。

变化率即相对使用前的变化率, 计算公式如下:

使用产品第2周的 Δ (差值)=W2-W0

使用产品第4周的 Δ (差值)=W4-W0

使用产品第8周的 Δ (差值)=W8-W0

使用产品第2周的变化率= $\frac{W2-W0}{W0} \times 100\%$

使用产品第4周的变化率= $\frac{W4-W0}{W0} \times 100\%$

使用产品第8周的变化率= $\frac{W8-W0}{W0} \times 100\%$

公式中,

W0——受试区使用产品前, 皮肤参数基础值。

W2——受试区使用产品第2周, 皮肤参数数值。

表1 皮肤试验参数

序号	参数	评价方式	测试部位
1	眼角皱纹面积占比	Visia+Image-Pro Plus	眼角
2	皮肤平滑度	VC20 Plus	脸颊
3	皮肤弹性 (R2, F4)	Cutometer MPA 580	脸颊
4	皮肤光泽度	Glossymeter GL200	脸颊
5	皮肤黑色素	Mexameter MX18	脸颊
6	皮肤b值	Colorimeter CL400	脸颊
7	皮肤角质层水分含量	Corneometer CM825	脸颊

表2 受试者自评

评估方式	评价指标
问卷调查 (使用产品 2,4,8周后)	1、感觉产品使用后面部肌肤有所提亮;
	2、感觉产品使用后面部皮肤光泽度有所提升;
	3、感觉产品使用后面部皮肤弹性有所提升;
	4、感觉产品使用后面部皮肤紧致度有所提升;
	5、感觉产品使用后面部皮肤更加细腻平滑;
	6、感觉产品使用后面部水润度有所提升;
	7、感觉产品使用后面部皱纹有所减少;
	8、感觉产品使用后面部细纹有所改善;
	9、感觉产品使用后无不适感;
	10、对该产品满意。

W4—受试区使用产品第4周,皮肤参数数值。
W8—受试区使用产品第8周, 皮肤参数数值。
N—受试者人数。

2 结果

总计入组40例, 其中38例完成了所有的8周试验和随访。

2.1 治疗前后的皮肤指标变化

治疗前后的皮肤指标总结在表3。使用德国CK公司的Corneometer CM825角层水分计测定了皮肤角质层中的水分含量^[14]。测试值越高, 皮肤角质层水分含量越高。研究结果显示, 服用本口服液后受试者的皮肤角质层含水量显著增高, 8周后相对于使用本产品前, 含水量提高了23.8%。

使用皮肤表面纹理测试系统VisioScan VC20 plus对皮肤的平滑度进行了检测, 使用SEsm参数进行表征, 该值越低, 表示皮肤约光滑^[15]。试验期间, 皮肤光滑度显著下降, 8周下降幅度为23.6%。皮肤光泽度采用Glossymeter GL200测定, 测试值越高, 皮肤光泽度越好^[16], 使用期间, 受试者皮肤光泽度最高增加27.2%（第8周）。皮肤颜色测试探头Colorimeter CL400测定皮肤的黄度（b值）, b值越低, 皮肤黄

度改善越好^[17], 产品使用期间黄度下降最大幅度为10.4%（第8周）。Mexameter MX18（色素测试探头）测试皮肤黑色素的改变, 数值越低, 黑色素含量越低, 皮肤越白^[17], 试用期间, 测试值持续下降, 下降幅度最大为23.2%。德国CK公司皮肤弹性测试仪MPA580用于测试皮肤弹性变化, 最常见的评价参考值为R2和F4。R2值被认为是最接近皮肤弹力真实状态的参数值。F4值越小表征皮肤越紧实^[18]。试用期间, F4值持续下降, 下降幅度最大为25.1%; R2值持续上升, 上升幅度最大为18.1%。Visia结合图像分析软件Image-Pro Plus来分析眼角皱纹的变化。面积占比越小越好, 使用期间, 该指标持续下降, 平均下降幅度在第8周达到了29.1%。

2.2 受试者自评

表4总结了受试者的自评结果。从数据上来看, 受试者的主观感受较好, 好评率随着试验的进行逐步提高, 这与客观的皮肤检测指标相吻合。

2.3 安全性评价

受试者连续使用产品8周, 通过观察、询问、检查并记录受试者在使用产品期间所发生的任何不良事件, 结果显示测试期间未见任何皮肤不良反应。

2.4 典型案例

图1展示了编号为019的受试者眼角皱纹在试验过

表3 治疗前后的皮肤指标变化

指标	W0	W2	2周变化率%	W4	4周变化率%	W8	8周变化率%
皮肤角质层水分含量	61.2±10.5	71.5±12.2	16.9***	71.9±10.5	17.5***	75.7±9.88	23.8***
皮肤光泽度	5.23±1.07	5.74±1.05	9.8***	6.19±1.02	18.4***	6.65±0.86	27.2***
皮肤b值	17.0±1.92	16.1±2.08	-5.6***	15.5±2.18	-9.3***	15.3±1.83	-10.4***
皮肤黑色素值	175.2±30.7	150.9±36.4	-13.8***	144.2±35.0	-17.7***	134.5±30.4	-23.2***
皮肤弹性参数F4	2.12±0.68	1.84±0.78	-13.4***	1.67±0.74	-21.2***	1.59±0.59	-25.1***
皮肤弹性参数R2	67.5±5.61	71.3±5.13	5.6***	75.4±5.90	11.7***	79.7±5.98	18.0***
皮肤平滑度参数SEsm	199.1±49.55	181.9±54.8	-8.6*	163.5±39.0	-17.9***	152.1±33.8	-23.6***
眼角纹皱纹面积占比	5.78±2.00	5.21±1.89	-9.9***	4.66±1.66	-19.4***	4.10±1.35	-29.1***

注: 显著性表征方法: / 表示无统计学差异, $p \geq 0.05$; *表示有显著性差异, $0.01 \leq p < 0.05$, **表示有显著性差异, $0.001 \leq p < 0.01$, ***表示有显著性差异, $p < 0.001$

表4 受试者自评结果

自评项目	项目选择率%		
	2周	4周	8周
对该产品满意	100	97.4	97.4
感觉产品使用后无不适感	100	100	100
感觉产品使用后面部细纹有所改善	89.5	92.1	100
感觉产品使用后面部皱纹有所减少	81.6	92.1	100
感觉产品使用后面部水润度有所提升	92.1	92.1	100
感觉产品使用后面部皮肤更加细腻平滑	94.7	97.4	97.4
感觉产品使用后面部皮肤紧致度有所提升	86.8	92.1	97.4
感觉产品使用后面部皮肤弹性有所提升	92.1	92.1	100
感觉产品使用后面部皮肤光泽度有所提升	97.4	100	100
感觉产品使用后面部肌肤有所提亮	94.7	100	100

程中的变化情况, 受试者女性, 44岁, 眼角皱纹面积从试验前的5.46%, 逐渐降低, 第2周和第4周分别为4.81%和4.13%, 第8周降低到3.74%。

3 讨论

亚洲人的面部皮肤衰老的特征主要体现在皮肤的色素沉着、皱纹的形成和皮肤的松弛^[19]。近年来, 医疗美容市场愈发火热, 大家对无创或微创的美容方式也展现出更高的热情^[21]。多种治疗方法及材料中, 胶原蛋白凭借其理化性质的稳定性、生物相容性和生物降解性, 在医疗和皮肤美容领域有着广泛的应用。在美容外科治疗中, 胶原蛋白主要用于填充剂^[8]、皮肤再生材料和皮肤护理产品等。作为填充剂, 胶原蛋白



图1 受试者典型图片

注: a. 使用产品前; b. 使用产品2周后; c. 使用产品4周后; d. 使用产品8周后

可以填充皮肤的凹陷部分,改善皮肤的外观。作为皮肤再生材料,胶原蛋白可以促进伤口愈合,改善疤痕。作为皮肤护理产品,胶原蛋白可以改善皮肤的弹性和紧致度,减少皱纹和细纹^[22]。

3.1 口服胶原蛋白的研究现状

口服胶原蛋白的美容效果常受到争议。因为直接口服的吸收率极低。但胶原蛋白经蛋白酶水解为小分子量的CP后,三螺旋结构遭到破坏,胶原蛋白稳定性降低,胶原蛋白更容易被消化吸收,营养、功能特性等都得到了显著改善。多项研究表明口服低分子量CP可以作为一种保健功能食品成分来改善人体皮肤的水合作用、弹性和皱纹。一项随机、三盲、安慰剂对照研究^[23]表明,口服12周后,实验组皮肤整体水合度、皮肤弹性较安慰剂组有明显改善。另一项临床研究^[24]显示,39名65岁或以上住院患者中,每天口服1次含有CP的营养补充剂(10.0 g)的患者,比对照组角质层水化度和皮肤弹性改善明显,这样可以帮助减少老年人皮肤的脆弱性。Kim等^[25]进行了随机、双盲、安慰剂的对照试验,给予每日1000 mg低分子量鲑鱼皮CP的女性比安慰剂组女性皮肤水化值更高,皮肤弹性更好,皱纹更少。一项针对34名40-65岁健康女性进行的为期12周的临床试验表明^[26],实验组通过服用以水溶性辅酶Q10和胶原蛋白结合为特征的液态食物补充剂,使真皮层密度得到改善,眼眶周围皱纹面积和皱纹总评分减少,皮肤光滑度得到改善。而皮肤的滋润度、真皮层的厚度、失去经皮的滋润度以及黏弹性等方面的变化,则没有明显的差别。为了研究这种营养补充剂对皮肤特性的影响,Borumand等人进行了一项开放标签研究。在连续60天每天补充50毫升胶原蛋白后,皮肤干燥、皱纹和鼻唇沟深度明显减少。此外,12周后还观察到胶原蛋白密度和皮肤紧致度明显增加^[27]。Mbg等人利用生物物理学和皮肤成像技术,评估水解胶原蛋白和维生素口服补充剂在改善老化皮肤状况方面的临床疗效。在这项双盲、安慰剂对照试验中,60名年龄在40-60岁之间的女性被随机分配到含有水解胶原蛋白和维生素的产品(A组)或安慰剂(B组)中,每天服用一次,连续服用90天。结果显示,与安慰剂组相比,A组皮肤的真皮回声性和皮肤弹性有所改善,皱纹和毛孔总数也有所减少^[28]。

3.2 胶原蛋白来源、工艺及联合其他成分对其美容效果的影响

尽管口服胶原蛋白肽被认为是改善皮肤外观的有效手段,但是,胶原蛋白的来源、提取工艺及联合其他功能成分也是影响其功能的重要因素^[29]。

3.2.1 来源

牛骨中的胶原蛋白主要为I型胶原蛋白,具有较高的生物相容性;海洋生物的胶原蛋白中脯氨酸含量较低,胶原蛋白结构较松散,提取率和吸收性更高^[5]。

3.2.2 工艺

胶原蛋白可以通过酶水解形式制成膳食补充剂,这种形式的胶原蛋白在肠道中可以被消化为二肽或三肽,通过寡肽转运蛋白跨肠黏膜转运吸收入血,并可在皮肤中持续存在96 h。为了防止胶原蛋白在胃肠道中被降解,可以使用微囊化、纳米化等技术将胶原蛋白包裹起来,使其能够顺利通过胃肠道,到达小肠进行吸收。这种技术不仅提高了胶原蛋白的稳定性,也提高了其在体内的利用率。

3.2.3 联合其他成分

胶原蛋白肽配合其他功能性成分可能具有更好抗皮肤老化效果。目前研究主要为透明质酸和维生素。透明质酸是一种天然存在的多糖,能够吸附大量的水分,使皮肤保持湿润。它与胶原蛋白肽的配合使用,可增强皮肤保湿效果,提高皮肤弹性和紧致度。胶原蛋白的合成需要维生素C的参与,因此在饮品中添加适量的维生素C,可以提高胶原蛋白的生物活性。还可考虑在饮品中添加一些有助于胶原蛋白合成和抗氧化的营养成分,如维生素C、维生素E、硒等。

本次研究的产品BIOYONCE缦研在以胶原蛋白肽为主要功能性成分的前提下,添加了透明质酸钠作为皮肤的保水性成分,添加了烟酰胺作为美白成分,添加弹性蛋白肽作为胶原蛋白肽的辅助成分,上述配方的优化,在本次评价中各个指标均有显著的改善。此外,通过添加浓缩苹果汁、野生蓝莓浓缩汁等调味成分,调节了饮品的口感,提高了受试者的满意程度,这也增加了消费者按时服用可能性。

3.3 展望

限于研究的周期和经费,本研究只考察了8周,相对有些文献报道的研究较短,而且是连续使用的8

周, 没有考察停止服用该产品后的效果。此外, 研究的入组人员40个, 样本量也不是太大。对于最后胶原蛋白肽在人体内的吸收、分布、代谢和排泄等生物利用度问题, 尚未得到明确的科学解答。希望以后可以通过扩大观察的样本量及观察时间, 为口服胶原蛋白肽类产品提供更多的研究支持。

参考文献

- [1] Swift A, Liew S, Weinkle S, et al. The Facial Aging Process From the "Inside Out"[J]. *Aesthetic Surgery Journal*, 2020, 41(10):1107-1119. DOI:10.1093/asj/sjaa339
- [2] Li C, Fu Y, Dai H, et al. Recent progress in preventive effect of collagen peptides on photoaging skin and action mechanism[J]. *Food Science and Human Wellness*, 2022, 11(2):218-229. DOI:10.1016/j.fshw.2021.11.003
- [3] 于潇宇, 琚婧仪, 李相懿, et al. 局部涂抹及口服胶原蛋白肽在皮肤年轻化中的研究进展 [J]. *中国医疗美容*, 2023, 13(5):86-91. DOI:10.19593/j.issn.2095-0721.2023.05.023
- [4] Guadanhim L R, Miot H A, Soares J L, et al. Efficacy and Safety of Topical or Oral Hydrolyzed Collagen in Women with Dermatitis: A Randomized, Double-Blind, Factorial Design Study[J]. *Dermatology and Therapy*, 2023, 13(2):523-534. DOI:10.1007/s13555-022-00859-y
- [5] 张宇涵, 周靖萱, 张南海, et al. 胶原蛋白肽与弹性蛋白肽对改善皮肤老化的研究进展 [J]. *Food Research & Development*, 2023, 44(11)DOI:10.12161/j.issn.1005-6521.2023.11.030
- [6] 周进飞. 光纤溶脂联合透明质酸填充术在面部年轻化中的应用 [J]. *中国美容医学*, 2017, 26(5):10-13. DOI:10.15909/j.cnki.cn61-1347/r.001724
- [7] Chen Q, Pei Y, Tang K, et al. Structure, extraction, processing, and applications of collagen as an ideal component for biomaterials-a review[J]. *Collagen and Leather*, 2023, 5(1):20. DOI:10.1186/s42825-023-00127-5.
- [8] 陈光宇, 罗盛康, 洪伟, et al. 胶原蛋白眶周填充的操作规范专家共识 [J]. *中国医疗美容*, 2022, 12(9):1-8. DOI:10.19593/j.issn.2095-0721.2022.09.001
- [9] Varani J, Dame M K, Rittie L, et al. Decreased collagen production in chronologically aged skin: roles of age-dependent alteration in fibroblast function and defective mechanical stimulation[J]. *The American journal of pathology*, 2006, 168(6):1861-1868. DOI:10.2353/ajpath.2006.051302
- [10] Cheng W, Yan-Hua R, Fang-Gang N, et al. The content and ratio of type I and III collagen in skin differ with age and injury[J]. *African Journal of Biotechnology*, 2011, 10(13):2524-2529. DOI:10.5897/AJB10.1999
- [11] Barati M, Jabbari M, Navekar R, et al. Collagen supplementation for skin health: A mechanistic systematic review[J]. *Journal of Cosmetic Dermatology*, 2020, 19(11):2820-2829. DOI:10.1111/jocd.13435
- [12] De Miranda R B, Weimer P, Rossi R C. Effects of hydrolyzed collagen supplementation on skin aging: a systematic review and meta-analysis[J]. *International Journal of Dermatology*, 2021, 60(12):1449-1461. DOI:10.1111/ijd.15518
- [13] León-López A, Morales-Peñaloza A, Martínez-Juárez V M, et al. Hydrolyzed collagen—Sources and applications[J]. *Molecules*, 2019, 24(22):4031. DOI:10.3390/molecules24224031
- [14] Heinrich U, Koop U, Leneveu-Duchemin M C, et al. Multicentre comparison of skin hydration in terms of physical-, physiological- and product-dependent parameters by the capacitive method (Corneometer CM 825)[J]. *International journal of cosmetic science*, 2003, 25(1-2):45-53. DOI:10.1046/j.1467-2494.2003.00172.x
- [15] Atsu N, Ekinci-Aslanoglu C, Kantarci-Demirkiran B, et al. The Comparison of Platelet-Rich Plasma Versus Injectable Platelet Rich Fibrin in Facial Skin Rejuvenation[J]. *Dermatologic Therapy*, 2023, 2023DOI:10.1155/2023/3096698
- [16] Gajjar T, Patel N, Patel M. Enhanced efficacy of radiant skin serum in subjects with moderate to severe, dry and sensitive skin[J]. *J Dermat Cosmetol*, 2021, 5(1):6-11. DOI:10.15406/jdc.2021.05.00173
- [17] Matias A R, Ferreira M, Costa P, et al. Skin colour, skin redness and melanin biometric measurements: comparison study between Antera® 3D, Mexameter® and Colorimeter®[J]. *Skin Research and Technology*, 2015, 21(3):346-362. DOI:10.1111/srt.12199
- [18] Hersant B, Sidahmed-Mezi M, Niddam J, et al. Efficacy of autologous platelet-rich plasma combined with hyaluronic acid on skin facial rejuvenation: a prospective study[J]. *Journal of the American Academy of Dermatology*, 2017, 77(3):584-586. DOI:10.1016/j.jaad.2017.05.022
- [19] Tsukahara K, Sugata K, Osanai O, et al. Comparison of age-related changes in facial wrinkles and sagging in the skin of Japanese, Chinese and Thai women[J]. *Journal of dermatological science*, 2007, 47(1):19-28. DOI:10.1016/j.jdermsci.2007.03.007
- [20] Rawlings A V. Ethnic skin types: are there differences in skin structure and function? 1[J]. *International journal of cosmetic science*, 2006, 28(2):79-93. DOI:10.1111/j.1467-2494.2006.00302.x
- [21] 王萌, 闫言. 美容营养品应用于改善皮肤老化的研究进展 [J]. *中国美容医学*, 2021, 30(8):179-182. DOI:10.15909/j.cnki.cn61-1347/r.004600
- [22] Huang N F, Zaitseva T S, Paukshto M V 2023. Biomedical Applications of Collagen [M]. *Multidisciplinary Digital Publishing Institute*: 90.
- [23] Evans M, Lewis E D, Zakaria N, et al. A randomized, triple-blind, placebo-controlled, parallel study to evaluate the efficacy of a freshwater marine collagen on skin wrinkles and elasticity[J]. *Journal of cosmetic dermatology*, 2021, 20(3):825-834. DOI:10.1111/jocd.13676.
- [24] Nomoto T, Iizaka S. Effect of an oral nutrition supplement containing collagen peptides on stratum corneum hydration and skin elasticity in hospitalized older adults: A multicenter open-label randomized controlled study[J]. *Advances in skin & wound care*, 2020, 33(4):186. DOI:10.1097/01.ASW.0000655492.40898.55.
- [25] Kim J, Lee S G, Lee J, et al. Oral supplementation of low-molecular-weight collagen peptides reduces skin wrinkles and improves biophysical properties of skin: a randomized, double-blinded, placebo-controlled study[J]. *Journal of medicinal food*, 2022, 25(12):1146-1154. DOI:10.1089/jmf.2022.K.0097.
- [26] Žmitek K, Žmitek J, Rogl Butina M, et al. Effects of a combination of water-soluble coenzyme Q10 and collagen on skin parameters and condition: Results of a randomised, placebo-controlled, double-blind study[J]. *Nutrients*, 2020, 12(3):618. DOI:10.3390/nu12030618.
- [27] Borumand M, Sibilla S. Daily consumption of the collagen supplement Pure Gold Collagen® reduces visible signs of aging[J]. *Clinical Interventions in Aging*, 2014:1747-1758. DOI:10.2147/CIA.S65939
- [28] Mbg P M C, Meloo M, Calixto L, et al. An oral supplementation based on hydrolyzed collagen and vitamins improves skin elasticity and dermis echogenicity: a clinical placebo-controlled study[J]. *Clin Pharmacol Biopharm*, 2015, 4(142):2. DOI:10.4172/2167-065X.1000142
- [29] 尹翠元, 刘璐, 何琳琳. 胶原蛋白肽修复光老化皮肤作用研究进展 [J]. *生物学杂志*, 2023, 40(1):9. DOI:10.3969/j.issn.2095-1736.2023.01.014