

# 一款抗皱紧致精华霜的皮肤改善效果评价

陈鑫, 王晓娜, 宁辉, 韩婷婷, 杨瑞娟, 林娣  
(山东福瑞达生物股份有限公司, 山东济南, 250101)  
DOI:10.61369/CDCST.2026020003

**摘 要:** 利用体外抗皱、紧致及人体功效评价试验对一款抗皱紧致精华霜的功效性进行综合评价。通过对产品在人皮肤成纤维细胞 (Human Dermal Fibroblasts, HSF) 和人永生角质细胞 (Human Immortalized Epidermal Cells, HaCaT) 模型上进行 I、III、IV、VII、XVII 型胶原蛋白、层粘连蛋白 (Laminin, LN) 含量测定, 透明质酸合酶 HAS1、HAS2 基因表达量测试; 以及人体面部提升光泽度、抗皱、紧致功效试验, 表明该精华霜具有显著的抗皱紧致功效。

**关键词:** 精华霜; 抗皱; 紧致; 体外和人体功效评价

**第一作者简介:** 陈鑫, 硕士, E-mail: 1055785449@qq.com。

**通讯作者简介:** 王晓娜, 硕士, 高级研发工程师, E-mail: xiaonawang0715@163.com。



陈鑫

衰老分为内源性和外源性两种类型, 内源性衰老主要由机体内部慢性炎症、细胞衰老、基因组不稳定等导致<sup>[1]</sup>。外源性衰老主要受紫外线辐射、环境污染、饮食作息不规律等因素影响。皮肤老化是一个多因素渐进性过程, 主要表现为水分减少、真皮层变薄、弹性下降、皱纹产生及色素沉着<sup>[2]</sup>。目前普遍认为, 基质金属蛋白酶 (matrix metalloproteinase, MMPs) 的表达水平上升, 大量胶原纤维和弹性纤维被降解, 密度降低, 使得面部支撑力下降, 是导致皮肤松弛的主要原因<sup>[3]</sup>。透明质酸 (hyaluronic acids, HA) 等保湿因子含量减少, 进一步加快皮肤干燥程度, 加速细纹形成<sup>[4]</sup>。

针对上述皮肤老化因素, 结合各大原料商原料详情介绍和热门市场原料盘点对相应护肤功效成分梳理, 如能抑制 MMPs 活性, 促进胶原蛋白合成的功效成分棕榈酰三肽、岩藻多糖、乙酰化透明质酸、视黄醇、多聚脱氧核糖核苷酸 (Poly Deoxy Ribo Nucleotide, PDRN, DNA 钠) 等; 抑制糖化反应, 减少晚期糖基化终产物产生的肌肽、谷胱甘肽、麦角硫因、维生素 C 等; 抑制动态纹形成方面, 常用乙酰基六肽-8、二肽二氨基丁酰苄基酰胺二乙酸盐、芋螺肽等; 补充 ECM, 改善细胞微环境方面, 常见六肽-9、重组人源化胶原蛋白、HA、寡肽-1、羟丙基四氢吡喃三醇等功效成分; 四肽-1、白藜芦醇等功效成分在调控线粒体功能, 减少线粒体损伤上具有良好作用<sup>[5-6]</sup>。通过梳理原料的安全性和有效性, 结合消费者认知度及偏爱喜好等因素, 最终选定 6 种功效原料 (PDRN、四肽-1、六肽-9、HA、肌肽和乙酰基六肽-8) 复配使用, 并将其在配方中应用, 开发一款具有抗皱紧致功效的精华霜。

通过体外和人体功效评价相结合的方式, 综合评价含该功效组合物的抗皱紧致精华霜的紧致、抗皱相关功效, 可为护肤品的抗皱紧致功效宣称提供参考价值。

## 1 实验部分

### 1.1 试剂与仪器

人皮肤成纤维细胞 (HSF), 丰晖生物; 人永生角质细胞 (HaCaT), 中国科学院上海细胞库; DMEM 培养液, Gibco 公司; 噻唑蓝 (MTT), Sigma 公司; 白藜芦醇, 陕西东禾福生物科技有限公司; PBS, 北京索莱宝科技有限公司; 转化生长因子- $\beta$ 1 (TGF- $\beta$ 1), Peprotech 公司; Total RNA 提取试剂 (RNAiso Plus), 反转录试剂盒、荧光染料, 艾科瑞生物工程有限公司; 肌肽, 萃蕤科实业 (上海) 有限公司; 多聚脱氧核糖核苷酸, 润辉生物技术 (威海) 有限公司; 四肽-1, 路博润特种化工制造 (上海) 有限公司; 水解透明质酸钠, 山东百阜福瑞达制药有限公司; 乙酰基六肽-8、六肽-9, 山东济肽生物科技有限公司。

DZKW-S-8 型电热恒温水浴锅, 北京市永光明医疗有限公司; RX5202ZH/E 型电子天平, 常州市奥豪斯仪器有限公司; 细胞计数仪, 山东天研仪器有限公司; 离心机, 江苏赛德力制药机械制造有限公司; 超微量分光光度计, 山东宏微量子科技有限公司; Thermo 150I 型 CO<sub>2</sub> 培养箱, 赛默飞世尔科技公司; CKX53 型倒置显微镜, 奥林巴斯株式会社; PAGE 凝胶快速制备试剂盒, 广州科荣生物有限

公司; DYCZ-24DN型迷你双垂直电泳仪, 北京六一生物科技有限公司; 垂直电泳槽、转膜仪, 美国 Invitrogen 公司; 普通 PCR 仪, 博日科技股份有限公司; CFX-96 型荧光定量 PCR 仪, 伯乐生命医学产品有限公司; Epoch 型酶标仪, BioTekEpoch 公司; 面部图像分析仪 VISIA-CR, 美国 Canfield 公司; 皮肤光泽度测试仪 Glossometer、皮肤弹性测试仪 Cutometer, 德国 CK 公司。

1.2 实验方法

1.2.1 抗皱紧致精华霜配方

抗皱紧致精华霜的配方组成见表1。

| 表1 抗皱紧致精华霜配方明细 |                    |         |
|----------------|--------------------|---------|
| 组别             | 成分                 | 质量分数 /% |
| A              | 水                  | To 100  |
|                | 甘油                 | 2       |
|                | 丁二醇                | 2       |
|                | 丙烯酸二甲基牛磺酸铵 /VP 共聚物 | 0.8     |
|                | 水解透明质酸钠            | 0.5     |
| B              | 鲸蜡硬脂基葡萄糖苷、鲸蜡硬脂醇    | 2       |
|                | 椰油醇 - 辛酸酯 / 癸酸酯    | 3       |
|                | 异壬酸异壬酯             | 3       |
|                | 环五聚二甲基硅氧烷          | 2       |
|                | 鲸蜡硬脂醇              | 1       |
| C              | 1,2- 己二醇           | 0.5     |
|                | 对羟基苯乙醇             | 0.5     |
| D              | 肌肤                 | 0.3     |
|                | 四肽 -1              | 0.5     |
|                | DNA 钠 (PDRN)       | 0.1     |
| E              | 乙酰基六肽 -8           | 0.1     |
|                | 六肽 -9              | 0.5     |
|                | 水                  | 10      |

1.2.2 基于成纤维细胞的胶原蛋白基因表达量测试

采用 MTT 法测定 HSF 细胞活力。根据细胞毒性结果选择细胞活力 ≥ 85% 为样品安全范围, 确定样品最高给药浓度。复苏、培养细胞, 选择对数生长期细胞, 经胰酶消化后收集为细胞悬浮液并计数。培养基稀释细胞后接种至 12 孔板, CO<sub>2</sub> 培养箱 (37℃、体积分数 5%, 下同) 中培养 (24 ± 2) h, 弃掉培养基进行给药, 样品组孔中加入含有不同浓度样品的完全培养基, 阳性对照组孔 (PC) 中加入含有 TGF-β1 的完全培养基, 空白对照组 (BC) 孔中加入完全培养基, 每孔 1mL, 继续置于 CO<sub>2</sub> 培养箱中培养 (24 ± 2) h。孵育结束, 弃掉原培养液, PBS 冲洗, 收集细胞样本按照荧光定量法检测细胞中基因表达量操作规程进行 RNA 提取、cDNA 合成, 合成的 cDNA 产物按比例用超纯水稀释后再进行 qRT-PCR, 检测细胞中 I、Ⅲ、Ⅳ、Ⅶ、X Ⅶ型胶原蛋白基因表达量。采用 2<sup>-ΔΔCT</sup> 方法对 qRT-

PCR 试验得出数据进行处理。计量数据使用平均值 ± 标准差来表示, 数据进行单因素方差分析, 用 P 值判断统计学差异, P<0.05 表示有统计学意义。

1.2.3 基于成纤维细胞的层黏连蛋白含量测试

将对数生长期的细胞消化离心, 以完全培养基配制细胞悬浮液, 接种至 6 孔板, CO<sub>2</sub> 培养箱中培养 (24 ± 2) h。在已接种的 6 孔板内, 空白对照组加入完全培养基, 阳性对照组加入含有 4 × 10<sup>-5</sup> mol/L 白藜芦醇完全培养基, 样品组加入一定浓度样品的完全培养基, 每孔 2 mL, 继续置于 CO<sub>2</sub> 培养箱中培养 (24 ± 2) h。孵育结束, 弃掉原培养液, PBS 冲洗, 收集细胞样本按照 Western Blot 实验操作程序进行 LN 含量测定。LN 蛋白含量计算公式如下:

蛋白相对表达量 =  $\frac{\text{样品组蛋白表达量}}{\text{空白对照组蛋白表达量}} \times 100\%$

上调率 =  $\frac{\text{样品组蛋白表达量} - \text{空白对照组蛋白表达量}}{\text{空白对照组蛋白表达量}} \times 100\%$

1.2.4 基于角质形成细胞的透明质酸合成酶基因表达量测试

采用 MTT 法测定 HaCaT 细胞活力。根据细胞毒性结果选择细胞活力 ≥ 85% 为样品安全范围, 确定样品最高给药浓度。选择对数生长期细胞制成细胞悬浮液, 接种至 24 孔板, CO<sub>2</sub> 培养箱中培养 (24 ± 2) h。弃掉培养基给药, 样品组孔中加入含有不同浓度样品的完全培养基, 阳性对照组孔加入含有阳性对照的完全培养基, 溶剂对照孔加入含有溶剂的完全培养液, 每孔 0.5 mL, 继续置于 CO<sub>2</sub> 培养箱中培养 (24 ± 2) h。孵育结束, 弃掉原培养液, PBS 冲洗, 收集细胞样本按照荧光定量法检测细胞中基因表达量操作规程进行 RNA 提取、cDNA 合成, 合成的 cDNA 产物按比例用超纯水稀释后再进行 qRT-PCR, 检测细胞中 HAS1、HAS2 的表达量。采用 2<sup>-ΔΔCT</sup> 方法对 qRT-PCR 试验得出数据进行处理。

1.2.5 人体功效评价

(1) 受试者信息及纳入 / 排除标准

共 36 名符合筛选条件受试者完成测试, 测试期无受试者退出。

入选标准: 年龄 30 至 55 周岁的志愿者; 面部有明显细纹、松弛、肤色暗沉、敏感且使用前经皮水分散失 TEWL ≥ 20 g/m<sup>2</sup>h 者; 身体健康; 自愿参加并签署知情同意书; 能按测试方案要求完成规定内容者。

排除标准: 有严重系统疾病史、免疫缺陷的或自身免疫性疾病者; 患有过敏性疾病 (包括过敏性皮炎)、具有

过敏体质者，或对常用化妆品过敏者；有皮肤病或皮肤病史（严重的银屑病、湿疹等），临床判定不适合参加该项目者；正在接受皮肤科治疗，或一个月内受试部位接受过皮肤治疗、美容及其他可能影响结果的临床测试结果者；近一个月内使用激素类或免疫制剂类药物者；测试区域有破损、炎症、疤痕疙瘩等影响测试结果的皮肤表征；现在或近一个月内受试部位参加其他临床测试者；妊娠期、哺乳期以及产后六个月内的女性。

(2) 测试指标

面部成像测试（VISIA-CR），皮肤光泽度测试（Glossometer），经皮水分散失 TEWL 测试、皮肤弹性测试（本测试中使用 R2（总弹性）、R5（净弹性）、R7（弹性恢复能力）作为评价皮肤弹性的参数，使用 F4 作为评价皮肤紧致度的参数）。

(3) 测试流程

36 名受试者清洁面部静坐 20min 后进行产品使用前（D0）初始数据采集；受试者早晚洁面后使用产品，持续使用 28 天，并在第 14 天（D14）、第 28 天（D28）进行数据采集，并填写效果反馈表。根据考察指标设置非常不同意、比较不同意、既不同意也不反对、比价同意和非常同意 5 个回答选项，有效果人数 = 该考察指标下改善情况选择比较同意和非常同意的人数之和，人群有效果率 = 有效果人数 / 回答总人数 × 100%。

1.2.6 数据统计分析

应用 SPSS Statistics 25 进行统计分析，结果表示为 Mean ± SD。每组设置 3 次重复，各组间比较采用 *t*-test 统计分析。*P* < 0.05 认为具有显著性差异，*P* < 0.01 认为具有极显著性差异。

2 结果

2.1 胶原蛋白基因表达量试验结果

利用 MTT 法检测样品对 HSF 细胞活力影响如表 2 所示，0.5% 和 0.05% 两个浓度，与细胞共培养后细胞增殖率均 ≥ 85%，表明 0.5% 及以下浓度样品均可用于后续细胞功效测试。胶原蛋白与透明质酸是 ECM 的主要成分，胶原蛋白降解断裂是 ECM 受损的主要原因<sup>[7]</sup>。配方中添加的四肽 -1 和六肽 -9 是主要活性成分，两者作为合成类的信号肽，可模拟人体多肽信号，放大信号源，刺激胶原蛋白、弹性蛋白和透明

质酸的合成，重构 ECM，达到紧致嘭弹肌肤的作用<sup>[8]</sup>。

人真皮成纤维细胞可以作为研究化妆品提升胶原蛋白含量的细胞模型<sup>[9]</sup>，通过测定受试物给药后，细胞中胶原蛋白含量的上调率，评价受试物在促进胶原蛋白合成方面是否具有功效。根据细胞活力结果，选择 0.5% 质量浓度进行样品组的给药浓度。由表 3~7 可知，0.5% 样品测试浓度下，COL I、COL III、COL IV、COL VII 和 COL XVII 的 mRNA 相对表达量分别为 1.52、1.28、1.11、3.76 和 2.02，与 BC 组的 mRNA 相对表达量相比分别增加了 0.52、0.28、0.10、2.76 和 1.02 倍，具有显著性差异（与 BC 组相比，\* 表示 *P* < 0.05，\*\* 表示 *P* < 0.01），说明样品具有促进胶原蛋白表达的作用。

| 表 2 不同体积分数样品对成纤维细胞活力影响 |                       |
|------------------------|-----------------------|
| 实验组别                   | 细胞增殖率 (Mean ± SD) / % |
| BC                     | 100.00 ± 4.04         |
| 10% 样品                 | 0.32 ± 1.36           |
| 5% 样品                  | 1.20 ± 1.06           |
| 1% 样品                  | 33.61 ± 4.76          |
| 0.5% 样品                | 86.81 ± 4.40          |
| 0.05% 样品               | 93.05 ± 4.29          |

| 表 3 COL I 相对表达量 (x̄ ± s) |                     |         |             |
|--------------------------|---------------------|---------|-------------|
| 实验组别                     | mRNA 相对表达量 (x̄ ± s) | P-value | mRNA 相对表达倍数 |
| BC                       | 1.00 ± 0.02         | \       | \           |
| PC                       | 1.57 ± 0.19         | 0.014*  | 0.57        |
| 样品组                      | 1.52 ± 0.26         | 0.046*  | 0.52        |

| 表 4 COL III 相对表达量 (x̄ ± s) |                     |         |             |
|----------------------------|---------------------|---------|-------------|
| 实验组别                       | mRNA 相对表达量 (x̄ ± s) | P-value | mRNA 相对表达倍数 |
| BC                         | 1.00 ± 0.09         | \       | \           |
| PC                         | 1.45 ± 0.09         | 0.008** | 0.45        |
| 样品组                        | 1.28 ± 0.01         | 0.012*  | 0.28        |

| 表 5 COL IV 相对表达量 (x̄ ± s) |                     |         |             |
|---------------------------|---------------------|---------|-------------|
| 实验组别                      | mRNA 相对表达量 (x̄ ± s) | P-value | mRNA 相对表达倍数 |
| BC                        | 1.01 ± 0.10         | \       | \           |
| PC                        | 3.00 ± 0.37         | 0.002** | 1.99        |
| 样品组                       | 2.11 ± 0.13         | 0.420*  | 0.10        |

| 表 6 COL VII 相对表达量 (x̄ ± s) |                     |         |             |
|----------------------------|---------------------|---------|-------------|
| 实验组别                       | mRNA 相对表达量 (x̄ ± s) | P-value | mRNA 相对表达倍数 |
| BC                         | 1.00 ± 0.01         | \       | \           |
| PC                         | 2.39 ± 0.08         | 0.000** | 1.39        |
| 样品组                        | 3.76 ± 0.63         | 0.003** | 2.76        |

| 表 7 COL XVII 相对表达量 (x̄ ± s) |                     |         |             |
|-----------------------------|---------------------|---------|-------------|
| 实验组别                        | mRNA 相对表达量 (x̄ ± s) | P-value | mRNA 相对表达倍数 |
| BC                          | 1.00 ± 0.01         | \       | \           |
| PC                          | 2.69 ± 0.03         | 0.000** | 1.46        |
| 样品组                         | 2.02 ± 0.10         | 0.000** | 1.02        |

2.2 层黏连蛋白含量测试结果

LN是真皮-表皮连接（DEJ）的特定成分，主要存在于基底层，由 $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\gamma$ 三条链组成，能够与整合素等受体结合，介导细胞与基质的黏附，对维持基底膜的完整性至关重要<sup>[10]</sup>。配方中添加PDRN与4肽-1，二者联用可以刺激LN生成、促进ECM合成、延缓内源性衰老。基于细胞活力测试结果，选取0.02%为样品组的给药浓度。如表8所示，该浓度下，细胞中LN蛋白相对表达量为126.61%，上调率为26.61%，其相对表达量与BC组相比具有显著差异性，说明样品对细胞中LN蛋白表达具有促进作用。

| 表8 LN蛋白相对表达量（ $\bar{x} \pm s$ ） |                               |         |            |
|---------------------------------|-------------------------------|---------|------------|
| 实验组别                            | LN相对表达量 /%（ $\bar{x} \pm s$ ） | P-value | LN蛋白上调率 /% |
| BC                              | 100 $\pm$ 0.00                | \       | \          |
| PC                              | 136.54 $\pm$ 6.98             | 0.002** | 36.54      |
| 样品组                             | 126.61 $\pm$ 4.55             | 0.004** | 26.61      |

2.3 透明质酸合成酶基因表达量结果

利用MTT法检测样品对HaCaT细胞活力影响如表9所示，样品在0.2%及以下浓度，与细胞共培养后细胞增殖率 $\geq 85\%$ ，表明0.2%及以下浓度样品均可用于后续细胞功效测试。

糖胺聚糖（GAGs）是真皮层主要成分之一，GAGs多以蛋白聚糖形式存在于细胞组织中，再与胶原蛋白通过特定方式相连成特殊结构而维持组织稳定<sup>[11]</sup>。因此有研究发现，糖胺聚糖、蛋白聚糖等大分子是评估皮肤是否老化的重要指标<sup>[12]</sup>。真皮中常见的GAGs成分是HA，HAS能在细胞中独立催化生成HA，因此可以通过定量细胞中HAS表达量来评估样品的抗衰功效。根据细胞活力结果，选择0.2%进行样品组的给药浓度。由下表10和11所示，PC组中HAS1和HAS2的mRNA相对表达量分别是66.68和3.23，与BC组相比分别增加了65.67倍和2.23倍，具有显著性差异（ $P<0.01$ ），表明测试系统有效。0.2%样品测试浓度下，其HAS1的mRNA相对表达量为1.80，与BC组相比，HAS1基因相对表达量显著增加了0.8倍；HAS2的mRNA相对表达量为1.62，与BC组相比，HAS2基因相对表达量显著增加了0.62倍。结果表明，样品处理后可促进HAS基因的表达，从而进一步增加HA的合成。

| 表9 不同体积分数样品对角质形成细胞活力影响 |                        |
|------------------------|------------------------|
| 实验组别                   | 细胞增殖率（Mean $\pm$ SD）/% |
| BC                     | 100.00 $\pm$ 7.92      |
| 5%样品                   | 2.53 $\pm$ 0.10        |
| 1%样品                   | 2.67 $\pm$ 0.08        |
| 0.2%样品                 | 93.65 $\pm$ 7.60       |
| 0.04%样品                | 116.59 $\pm$ 1.55      |
| 0.008%样品               | 111.15 $\pm$ 3.39      |

| 表10 HAS1相对表达量（ $\bar{x} \pm s$ ） |                              |         |            |
|----------------------------------|------------------------------|---------|------------|
| 实验组别                             | mRNA相对表达量（ $\bar{x} \pm s$ ） | P-value | mRNA相对表达倍数 |
| BC                               | 1.00 $\pm$ 0.01              | \       | \          |
| PC                               | 66.68 $\pm$ 6.49             | 0.000** | 65.67      |
| 样品组                              | 1.80 $\pm$ 0.23              | 0.007** | 0.80       |

| 表11 HAS2相对表达量（ $\bar{x} \pm s$ ） |                              |         |            |
|----------------------------------|------------------------------|---------|------------|
| 实验组别                             | mRNA相对表达量（ $\bar{x} \pm s$ ） | P-value | mRNA相对表达倍数 |
| BC                               | 1.00 $\pm$ 0.01              | \       | \          |
| PC                               | 3.23 $\pm$ 0.07              | 0.000** | 2.23       |
| 样品组                              | 1.62 $\pm$ 0.18              | 0.008** | 0.62       |

2.4 人体功效评价结果

2.4.1 面部成像测试

（1）红区图像变化分析

面部红区图像主要显示毛细血管情况，红区颜色越红， $a^*$ 值越大，说明该部分新生血管和血红蛋白越密集，皮肤层次越深，间接反映皮肤炎症问题<sup>[13]</sup>。通过使用产品前后对比图，可反映皮肤敏感改善情况。图1为两名受试者使用产品前及使用产品14、28天后的面部红区图像。由图2可知，两名受试者在使用产品14、28天后， $a^*$ 值明显降低，颜色深度变浅，说明样品具有修红退敏效果。

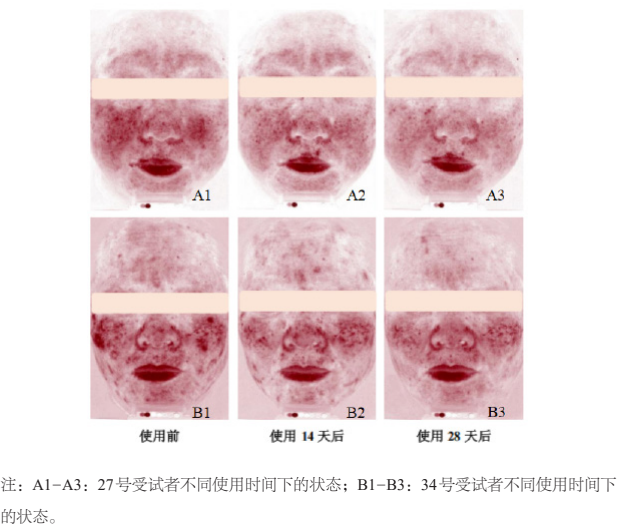


图1 受试者使用产品后后面部红区图像

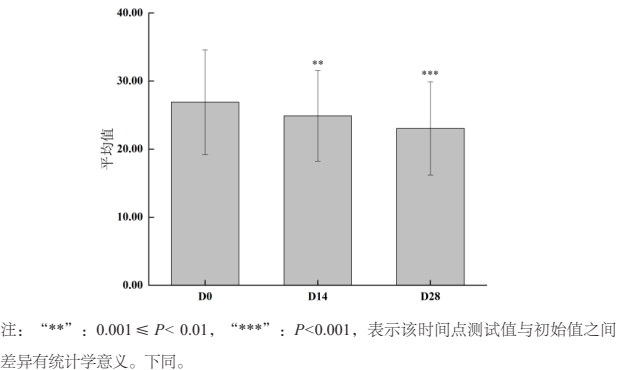
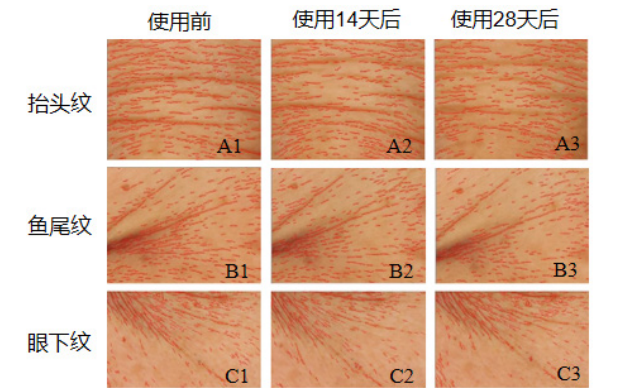


图2 红区分析  $a^*$ 值测试结果



(2) 抬头纹、鱼尾纹、眼下纹图像变化分析

皱纹是面部皮肤褶皱和折痕形成的结果，抬头纹、鱼尾纹、眼下纹等是由表情肌频繁收缩而产生<sup>[14]</sup>。配方中添加的乙酰基6肽-8是典型的类神经递质抑制肽，可在肌肉信号传递过程中发挥抑制作用，因此可用抬头纹、鱼尾纹、眼下纹形成情况来评估面部皮肤衰老程度。如图3~6所示，分别展示了2名受试者使用样品前、使用样品14、28天后的面部皱纹变化情况。使用28天后，抬头纹、鱼尾纹和眼下纹面积占比明显减少，说明样品祛皱效果良好。



注：A1-A3：8号受试者不同使用时间下的状态；B1-B3：25号受试者不同使用时间下的状态；C1-C3：11号受试者不同使用时间下的状态。

图3 受试者使用产品前后面部皱纹图像

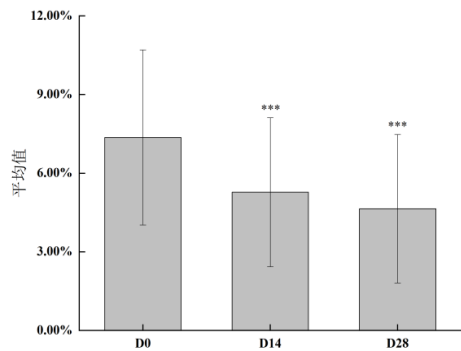


图4 抬头纹面积占比测试结果

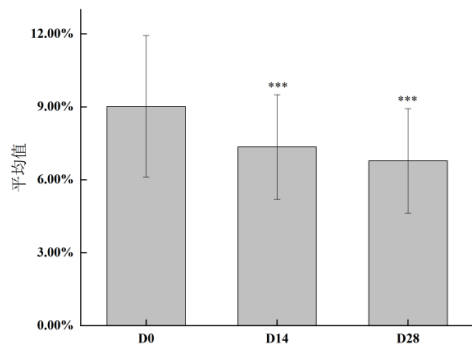


图5 鱼尾纹面积占比测试结果

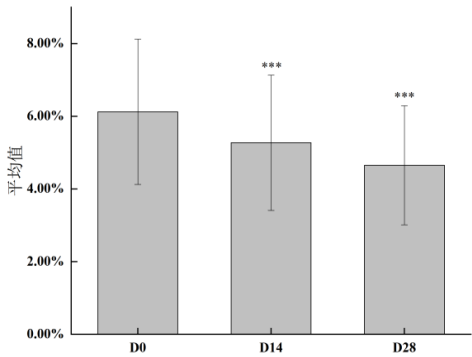


图6 眼下纹面积占比测试结果

2.4.2 皮肤光泽度测试结果

晚期糖基化终产物（AGEs）是非酶糖基化反应产生的共价产物，AGEs堆积是导致皮肤肤色暗沉的重要途径<sup>[15]</sup>。肌肽是化妆品中主要抗糖化成分，具有很强的抗氧化能力，通过减少自由基水平间接抑制 AGEs 生成，从而达到提升皮肤光泽度的效果。

对受试者使用样品前、使用样品14、28天后进行面部皮肤光泽度测定，皮肤光泽度测试结果见表12。光泽度值越大，皮肤光泽度越好。实验结果显示，使用14天后皮肤光泽度提升10.6%，使用28天后光泽度提升16.5%，说明使用样品后皮肤光泽度明显改善。

表12 皮肤光泽度测试数据统计

| 数据类型 | 平均值  | 标准偏差 | 相对初始值均值变化率/% | P值（与初始值对比） | 显著性（与初始值对比） |
|------|------|------|--------------|------------|-------------|
| D0   | 6.13 | 1.05 | -            | -          | -           |
| D14  | 6.78 | 1.27 | 10.6         | 0.000      | ***         |
| D28  | 7.14 | 1.26 | 16.5         | 0.000      | ***         |

注：统计分析结果：“\*”：差异有统计学意义（0.01 ≤ P < 0.05）；“\*\*\*”：差异有统计学意义（0.001 ≤ P < 0.01）；“\*\*\*\*”：差异有统计学意义（P < 0.001）。下同。

2.4.3 经皮水分散失 TWEL 测试结果

对受试者使用样品前、使用样品14、28天后进行经皮水分散失 TWEL 测定，测试结果见表13。经皮水分散失 TWEL 值越小，经皮水分散失越慢。实验结果显示，使用14天后经皮水分散失率下降16%，使用28天后下降21.8%。结果表明，使用该样品后，可降低皮肤经皮水分散失，改善皮肤含水量，保湿效果明显。

表13 经皮水分散失 TWEL 测试数据统计

| 数据类型 | 平均值   | 标准偏差 | 相对初始值均值变化率/% | P值（与初始值对比） | 显著性（与初始值对比） |
|------|-------|------|--------------|------------|-------------|
| D0   | 26.91 | 5.65 | -            | -          | -           |
| D14  | 22.61 | 4.94 | -16.0        | 0.000      | ***         |
| D28  | 21.05 | 4.64 | -21.8        | 0.000      | ***         |

2.4.4 皮肤弹性测试结果

对受试者使用样品前、使用样品 14、28 天后进行皮肤弹性测定，结果见表 14~17。皮肤弹性 R2、R5、R7 数值越大，皮肤弹性越好；参数 F4 数值越小，皮肤越紧致。由下表可知，与使用前对比，使用样品 14 天后皮肤弹性参数 R2、R5、R7 变化率分别为 9.1%、10.5%、8.8%（ $P<0.001$ ），紧致度参数 F4 变化率为 -11.3%（ $P<0.001$ ）；使用 28 天后皮肤弹性参数 R2、R5、R7 变化率分别为 12.7%、15.3%、12.0%（ $P<0.001$ ），紧致度参数 F4 变化率为 -16.2%（ $P<0.001$ ），均具有显著差异。结果表明，受试者在使用样品后皮肤弹性和紧致度提升，样品具有紧致功效。

| 表 14 皮肤弹性 R2 测试结果 |       |       |               |             |             |
|-------------------|-------|-------|---------------|-------------|-------------|
| 数据类型              | 平均值   | 标准偏差  | 相对初始值均值变化率 /% | P 值（与初始值对比） | 显著性（与初始值对比） |
| D0                | 0.528 | 0.061 | -             | -           | -           |
| D14               | 0.576 | 0.059 | 9.1           | 0.000       | ***         |
| D28               | 0.595 | 0.053 | 12.7          | 0.000       | ***         |

| 表 15 皮肤弹性 R5 测试结果 |       |       |               |             |             |
|-------------------|-------|-------|---------------|-------------|-------------|
| 数据类型              | 平均值   | 标准偏差  | 相对初始值均值变化率 /% | P 值（与初始值对比） | 显著性（与初始值对比） |
| D0                | 0.569 | 0.100 | -             | -           | -           |
| D14               | 0.629 | 0.073 | 10.5          | 0.000       | ***         |
| D28               | 0.656 | 0.070 | 15.3          | 0.000       | ***         |

| 表 16 皮肤弹性 R7 测试结果 |       |       |               |             |             |
|-------------------|-------|-------|---------------|-------------|-------------|
| 数据类型              | 平均值   | 标准偏差  | 相对初始值均值变化率 /% | P 值（与初始值对比） | 显著性（与初始值对比） |
| D0                | 0.351 | 0.055 | -             | -           | -           |
| D14               | 0.382 | 0.042 | 8.8           | 0.000       | ***         |
| D28               | 0.393 | 0.045 | 12.0          | 0.000       | ***         |

| 表 17 皮肤紧致度 F4 测试结果 |        |       |               |             |             |
|--------------------|--------|-------|---------------|-------------|-------------|
| 数据类型               | 平均值    | 标准偏差  | 相对初始值均值变化率 /% | P 值（与初始值对比） | 显著性（与初始值对比） |
| D0                 | 11.300 | 1.676 | -             | -           | -           |
| D14                | 10.019 | 1.493 | -11.3         | 0.000       | ***         |
| D28                | 9.464  | 1.497 | -16.2         | 0.000       | ***         |

2.4.5 受试者功效评价结果

表 18 为受试者使用样品 14、28 天后对样品抗皱紧致功效评价反馈结果。结果显示使用产品 14 天后，97% 的受试者同意面部皮肤更水润细腻，89% 的受试者认同皮肤光泽度得到提升，86% 及以上的受试者认同样品可以改善面部皱纹情况，受试者对于提高面部皮肤紧实度和弹性度的认同均达到 92%；使用样品 28 天后，受试者对于皮肤水润

细腻改善认同度达到 100%，94% 的受试者认同面部光泽度提升，对于面部皱纹改善情况的认同度达到 92% 及以上，受试者对于面部紧实度及弹性度的改善效果的认同度达到 94% 及以上，且所有受试者均认同样品温和无刺激。

| 表 18 受试者对抗皱紧致相关效果自评结果 |      |              |       |          |      |      |           |           |
|-----------------------|------|--------------|-------|----------|------|------|-----------|-----------|
| 考察指标                  | 考察时间 | 不同选项回答人数 / 人 |       |          |      |      | 有效果统计     |           |
|                       |      | 非常不同意        | 比较不同意 | 既不同意也不反对 | 比较同意 | 非常同意 | 有效果人数 / 人 | 人群有效果率 /% |
| 面部皮肤更水润细腻             | D14  | 0            | 0     | 1        | 16   | 19   | 35        | 97        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 0        | 11   | 25   | 36        | 100       |
| 面部皮肤光泽度提升             | D14  | 0            | 0     | 4        | 16   | 16   | 32        | 89        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 2        | 15   | 19   | 34        | 94        |
| 面部细纹变浅 / 少            | D14  | 0            | 0     | 5        | 20   | 11   | 31        | 86        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 1        | 17   | 18   | 35        | 97        |
| 面部干纹变浅 / 少            | D14  | 0            | 0     | 3        | 21   | 12   | 33        | 92        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 2        | 15   | 19   | 34        | 94        |
| 鱼尾纹变浅 / 少             | D14  | 0            | 0     | 4        | 21   | 11   | 32        | 89        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 2        | 17   | 17   | 34        | 94        |
| 眼下纹变浅 / 少             | D14  | 0            | 0     | 4        | 22   | 10   | 32        | 89        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 1        | 19   | 16   | 35        | 97        |
| 抬头纹变浅 / 少             | D14  | 0            | 0     | 4        | 23   | 9    | 32        | 89        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 3        | 15   | 18   | 33        | 92        |
| 面部皮肤松弛问题改善            | D14  | 0            | 0     | 4        | 21   | 11   | 32        | 89        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 2        | 15   | 19   | 34        | 94        |
| 面部皮肤更紧实               | D14  | 0            | 0     | 3        | 19   | 14   | 33        | 92        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 2        | 12   | 22   | 34        | 94        |
| 面部皮肤更有弹性              | D14  | 0            | 0     | 3        | 18   | 15   | 33        | 92        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 1        | 14   | 21   | 35        | 97        |
| 面部皮肤屏障能力、耐受性更好        | D14  | 0            | 0     | 3        | 20   | 13   | 33        | 92        |
|                       | D28  | 0            | 0     | 2        | 12   | 22   | 34        | 94        |
| 产品温和无刺激               | D14  | 0            | 0     | 0        | 12   | 24   | 36        | 100       |
|                       | D28  | 0            | 0     | 0        | 7    | 29   | 36        | 100       |

3 结论

通过体外抗皱紧致和人体功效评价，系统性验证抗皱紧致精华霜对于皮肤皱纹等状态的改善效果，验证结果如下：

（1）基于成纤维细胞测试，产品作用后，可显著提升 COL I、COL III、COL IV、COL VII 和 COL XVII 的 mRNA 相对表达量，具有促进胶原蛋白合成的作用；产品对 LN 蛋白相对表达量提升也具有显著性差异，证明产品有助于真皮层结构完整性构建。

(2) 基于角质形成细胞测试, 产品作用后, HAS1 和 HAS2 的 mRNA 相对表达量显著提升, 说明产品具有促进 HA 合成, 有助于维持细胞组织之间结构稳定性。

(3) 基于人体功效测试, 受试者使用产品 14、28 天后, 面部肌肤红血丝含量下降; 皮肤光泽度和 TWEL 值数据显示, 样品可改善皮肤暗沉, 提升皮肤含水量, 增加皮肤光泽感。同时, 受试者皮肤弹性、紧致度、抬头纹、鱼尾纹、眼下纹均有明显改善, 表面该产品抗皱紧致效果良好; 受试者对产品水润度、光泽度、抗皱紧致效果、耐受性等自评认同度均达到 86% 及以上。

综上所述, 该精华霜具有优异的抗皱、紧致效果。

## 参考文献

- [1]López-Otín C, Blasco M A, Partridge L, et al. Hallmarks of aging: An expanding universe[J]. Cell, 2023, 186(2): 243–278.
- [2]杜克斯, 李泽巧, 张宝江, 等. 面部皮肤衰老的外观变化及形成因素 [J]. 日用化学工业, 2022, 52(02): 199–206.
- [3]Kim M, Park H J. Molecular mechanisms of skin aging and rejuvenation[J]. Molecular mechanisms of the aging process and rejuvenation, 2016, 450.
- [4]Iannitti T, Morales-Medina J C, Coacci A, et al. Experimental and clinical efficacy of two hyaluronic acid-based compounds of different cross-linkage and composition in the rejuvenation of the skin[J]. Phar-

maceutical research, 2016, 33: 2879–2890.

- [5]蒋玉. 鲟鱼鳔胶原蛋白延缓皮肤自然衰老作用及分子机制研究 [D]. 江苏大学, 2019.
- [6]李小静, 黄虎, 陶侃, 等. 生物活性多肽在美容护肤领域应用及技术研究进展 [J]. 中国化妆品, 2023(03): 116–121.
- [7]Wang A S, Dreesen O. Biomarkers of cellular senescence and skin aging[J]. Frontiers in genetics, 2018, 9: 247.
- [8]Zhao X, Zhang X, Liu D. Collagen peptides and the related synthetic peptides: A review on improving skin health[J]. Journal of Functional Foods, 2021, 86: 104680.
- [9]李惠玲, 周春霞, 章漳. 细梗蔷薇愈伤组织提取物在人真皮成纤维细胞及 3D 表皮模型上的护肤功效探究 [J]. 日用化学工业 (中英文), 2023, 53(03): 300–307.
- [10]Rousselle P, Laigle C, Rousselet G. The basement membrane in epidermal polarity, stemness, and regeneration[J]. American Journal of Physiology–Cell Physiology, 2022, 323(6): C1807–C1822.
- [11]Zhang Y, Huang G, Zhang Z, et al. Protective effects of a novel FS–Collagen hydrolysates against UV–and d–galactose–induced skin aging[J]. Food Science and Biotechnology, 2025, 34(1): 257–267.
- [12]Vassal–Stermann E, Duranton A, Black A F, et al. A New C–Xylo–side induces modifications of GAG expression, structure and functional properties[J]. PLoS One, 2012, 7(10): e47933.
- [13]李诚桐, 赵华, 王敏. 化妆品功效评价 (IX)——图像分析法在化妆品功效评价中的应用 [J]. 日用化学工业, 2018, 48(10): 551–557.
- [14]彭蕴, 姜浩敏, 刘雨菲, 等. 神经递质抑制类肽淡化面部动态皱纹作用机理及研究进展 [J]. 香料香精化妆品, 2023(04): 30–36.
- [15]李汇柯, 冯楠, 王闻博, 等. 皮肤糖化反应发生机制、影响因素及抗糖化在化妆品行业中的发展现状 [J]. 日用化学工业, 2021, 51(02): 153–160.

## Efficacy Evaluation of an Anti-wrinkle Firming Essence Cream

Chen Xin, Wang Xiao-na, Ning Hui, Han Ting-ting, Yang Rui-juan, Lin Di  
(Shandong Freda Biotech Co., Ltd., Jinan, Shandong 250101)

**Abstract :** The efficacy of an anti-wrinkle and firming essence cream is comprehensively evaluated by using in vitro anti-wrinkle, firming and human efficacy evaluation tests. By conducting the product on the Human Dermal Fibroblasts (HSF) and Human Immortalized Epidermal Cells (HaCaT) models Determination of the content of I, III, IV, VII, XVII collagen and layer adhesion protein (Laminin, LN), hyaluronic acid synthase HAS1, HAS2 gene expression test; and human face enhancement gloss, anti-wrinkle and firming efficacy tests, which show that the essence cream has significant anti-wrinkle and firming effect.

**Keywords :** essence cream; anti-wrinkle; firming; in vitro and human efficacy evaluation

