

多聚脱氧核糖核苷酸在医疗美容中的最新应用

高原¹ 刘畅² 王博文² 通讯作者

1. 恒昱生物制药(山东)有限公司 山东 烟台 264000

2. 烟台市烟台山医院 山东 烟台 264003

摘要: 多聚脱氧核糖核苷酸 (Polydeoxyribonucleotide, PDRN) 是一种来源于鱼精蛋白的生物分子, 在医疗美容领域近年来备受关注。本文综述了 PDRN 在医疗美容中的最新应用。首先介绍了 PDRN 的生物学特性和作用机制, 重点阐述了其在伤口愈合、皮肤再生、抗衰老和脱发治疗等方面的作用。其次, 对 PDRN 在面部填充、皮肤美白、皱纹改善、疤痕修复等美容治疗中的临床应用进行了详细阐述, 并总结了其安全性和有效性。最后, 探讨了 PDRN 在医疗美容领域的发展前景和可能的研究方向, 为其进一步应用提供了展望。

关键词: 多聚脱氧核糖核苷酸; 伤口愈合; 抗衰老; 美容

1 PDRN 生物学特性和作用机制

PDRN 主要来源于鲑鱼 (*Oncorhynchus mykiss*) 和虹鳟鱼的精液。这些鱼类的精液含有丰富的 DNA 片段, 适合提取 PDRN^[1]。PDRN 由分子量范围从 50kDa 到 1500kDa 的 DNA 片段组成。这些片段能够促进细胞增殖和组织再生^[2]。PDRN 与人类 DNA 具有高度相似性, 这使得它能够在人体内被识别和利用, 这种生物相似性是 PDRN 广泛应用于医学美容的基础之一。PDRN 能够生成核苷酸和核苷, 这些成分对 DNA 的形成起着重要作用, 从而加速组织再生和伤口愈合的过程, 这一特性使其在医学美容中被广泛用于修复皮肤损伤和改善皮肤质量。PDRN 具备显著的抗炎特性, 这使其能够减轻皮肤炎症和不适。其能够抑制炎症介质的释放, 从而降低皮肤的红肿和刺激感^[3], 还能改善肌肤状态, 促进更健康的皮肤外观。PDRN 通过促进新血管的形成, 能够改善皮肤的血液供应和营养供给, 从而提升皮肤的整体健康状态和外观^[4]。这一功能对于治疗皮肤老化、色素沉着等问题具有重要意义。PDRN 还被证明能促进胶原蛋白的合成。使用 PDRN 可以有效刺激胶原蛋白的产生, 从而减少细纹和皱纹的出现, 增加皮肤的紧致度和弹性^[2]。PDRN 在软组织再生和皮肤重塑方面的潜力也得到了认可。它能够改善皮肤的整体质地, 这一特性使其成为非手术美容治疗中的一种理想选择, 特别是在面部抗衰老和皮肤复兴的应用中。研究还发现, PDRN 具有抗黑色素生成的作用。这意味着它可以帮助减少色素沉着和肤

色不均, 促进皮肤的光泽和均匀性。这对许多寻求美白和提亮肤色效果的消费者来说是一个重要的优势^[5]。

细胞增殖对于组织修复和再生至关重要。PDRN 通过多种机制促进细胞增殖: (1) 提高细胞生长因子 (如 VEGF) 的表达: PDRN 能刺激内源性生长因子的释放, 这些因子有助于细胞的增殖和生长; (2) 激活细胞信号通路: 研究显示, PDRN 可激活一些重要的细胞信号通路, 如 PI3K/Akt 通路, 这些通路在细胞增殖和存活中起重要作用^[6]; (3) 减少细胞凋亡: PDRN 能够降低细胞凋亡的发生率, 从而保持更多的活细胞用于再生和修复^[7]。

细胞迁移是指细胞从一个地方移动到另一个地方的过程, 这一过程对于伤口愈合和组织再生同样重要。PDRN 在细胞迁移方面的作用主要表现在以下几个方面:

(1) 促进成纤维细胞迁移: PDRN 能够显著提高成纤维细胞的迁移能力, 这对于皮肤伤口的愈合至关重要; (2) 增强细胞的黏附性: 通过改善细胞与基质的相互作用, PDRN 可增强细胞的迁移能力, 使其更容易在受损区域聚集和生长^[6]; (3) 调节细胞骨架: PDRN 还可以影响细胞骨架的重组, 从而促进细胞的运动和迁移。

PDRN 因其在细胞增殖和迁移方面的显著效果, 正逐渐成为医疗美容领域的重要材料。通过促进细胞生长和加速伤口愈合, PDRN 为皮肤再生和抗衰老治疗提供了新的可能性。随着研究的深入, 其应用范围有望进一步扩展, 为更多患者带来福音。

2 PDRN 在医疗美容中的应用

随着年龄的增长，皮肤的自然修复能力下降。PDRN 被应用于抗衰老治疗中，通过增强皮肤的自我修复能力，改善皱纹的深度和皮肤的整体外观。PDRN 的使用可以改善皮肤的质地，对于希望提升皮肤外观的患者来说，是一种有效的治疗选择。通过刺激胶原蛋白的合成，PDRN 帮助恢复皮肤的弹性，从而减少皱纹的出现^[4]。

激光治疗是一种广泛应用于医学美容的技术，研究表明，将 PDRN 注射与激光治疗相结合，可以显著增强治疗效果，主要体现在以下几个方面^[3, 6]：（1）通过增加皮肤的再生和修复能力，PDRN 能够提高激光治疗的有效性。例如，PDRN 可以加强激光治疗后皮肤的愈合速度，减少恢复时间；（2）激光治疗可能会引起皮肤红肿和不适，而 PDRN 的抗炎特性能够减轻这些副作用，帮助皮肤更快恢复正常状态；（3）在治疗脱发时，PDRN 注射可以增强激光治疗对毛囊的刺激，促进毛发生长；（4）结合使用 PDRN 的激光治疗能显著改善皮肤的质感和弹性，使肌肤看起来更加光滑和年轻。一些临床研究已证明 PDRN 与激光治疗结合的有效性。例如，某项研究显示，在接受激光治疗的患者中，接受 PDRN 注射的患者在皮肤愈合、红肿程度和满意度方面均优于未接受 PDRN 的对照组^[3]。此外，PDRN 还被发现能够增强激光治疗后的皮肤水合作用，使皮肤保持更好的水润状态。

PDRN 注射可以有效促进皮肤的再生和修复。通过注射 PDRN，能够增强细胞之间的信号传递，促进皮肤内胶原蛋白和弹性纤维的生成，从而改善皮肤的整体结

构和外观。这种再生效应对皮肤因衰老、损伤或其他因素而导致的退化现象尤其有效。PDRN 不仅能够提升皮肤的水分含量，还能使皮肤更加紧致和平滑。

3 PDRN 在转化医学中的潜力与发展前景

PDRN 在骨再生领域、软组织损伤领域、神经再生领域、糖尿病性溃疡领域的应用同样令人瞩目。研究发现，PDRN 能够刺激成骨细胞的活动，促进骨组织的再生和修复。这使得 PDRN 在骨折愈合、骨缺损修复等方面展现出广阔的应用前景。软组织损伤是再生医学中的一个重要领域。PDRN 的应用可以加速软组织的愈合过程，减轻炎症反应，并促进组织的再生与修复。PDRN 在神经再生中的潜力也在不断被探索。初步研究表明，PDRN 可能通过促进神经细胞的增殖和分化来支持神经损伤后的修复过程。这为外周神经损伤和神经退行性疾病的治疗提供了新的思路。PDRN 在糖尿病性溃疡的治疗中显示出了良好的效果，通过促进血管生成和细胞增殖，加速了伤口的愈合过程^[4]。

市场对具有再生和修复功能的产品需求不断增加。PDRN 成为了抗衰老和修复类产品中的热门成分。目前市场上已有多种含 PDRN 的产品，包括面霜、精华液、注射剂等。这些产品的多样化满足了不同消费者的需求，能够针对性地解决各种皮肤问题。近年来，多项科学研究证实了 PDRN 的有效性和安全性，这为其市场推广提供了坚实的基础。预计未来几年，PDRN 产品市场将持续增长。随着技术的进步和消费者认知的提升，PDRN 的应用将更加广泛，可能会拓展到更多的美容和医疗领域。

参考文献：

[1]Rho NK, Han KH, Cho M, Kim HS: A survey on the cosmetic use of injectable polynucleotide: The pattern of practice among Korean Dermatologists. *Journal of cosmetic dermatology* 2024, 23(4):1243–1252.

[2]Khan A, Wang G, Zhou F, Gong L, Zhang J, Qi L, Cui H: Polydeoxyribonucleotide: A promising skin anti-aging agent. *Chinese Journal of Plastic and Reconstructive*

Surgery 2022, 4(4):187–193.

[3]Squadrito F, Bitto A, Irrera N, Pizzino G, Pallio G, Minutoli L, Altavilla D: Pharmacological Activity and Clinical Use of PDRN. *Frontiers in pharmacology* 2017, 8:224.

[4]Lee KWA, Chan KWL, Lee A, Lee CH, Wan J, Wong S, Yi KH: Polynucleotides in Aesthetic Medicine: A Review of Current Practices and Perceived Effectiveness.

International journal of molecular sciences 2024, 25(15).

[5]Yi KH, Winayanuwattikun W, Kim SY, Wan J, Vachatimanont V, Putri AI, Hidajat IJ, Yogya Y, Pamela R: Skin boosters: Definitions and varied classifications. Skin research and technology : official journal of International Society for Bioengineering and the Skin (ISBS) [and] International Society for Digital Imaging of Skin (ISDIS) [and] International Society for Skin Imaging (ISSI) 2024, 30(3):e13627.

[6]Colangelo MT, Galli C, Guizzardi S: The effects of polydeoxyribonucleotide on wound healing and

tissue regeneration: a systematic review of the literature. Regenerative medicine 2020.

[7]Lin MY, Lin CS, Hu S, Chung WH: Progress in the Use of Platelet-rich Plasma in Aesthetic and Medical Dermatology. The Journal of clinical and aesthetic dermatology 2020, 13(8):28–35.

[8]Yu M, Lee JY: Polydeoxyribonucleotide improves wound healing of fractional laser resurfacing in rat model. Journal of cosmetic and laser therapy : official publication of the European Society for Laser Dermatology 2017, 19(1):43–48.