

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4949.2025.09.047

冷光美白技术在口腔美容中的研究进展

杨连杰, 蒋小锋, 范小溪, 陈玉琴, 罗涛

(遂宁市中心医院口腔医学中心, 四川 遂宁 629000)

[摘要] 随着社会对口腔美学需求的日益增长, 牙齿美白技术已成为口腔医学美容领域的研究热点。冷光美白技术因操作便捷、效果显著等特点, 近年来在临床中得到广泛应用。本文介绍了口腔医学美容中牙齿美白技术的分类与发展现状, 阐明冷光美白技术的研究背景及其在满足患者美观需求中的重要性。在此基础上, 分析传统牙齿美白方法及其弊端、冷光美白的新技术及冷光美白相比传统美白方法的优势; 之后重点探讨了冷光美白的适应证与禁忌证, 并提供了标准化操作流程; 通过分析现有临床数据, 评估了其美白效果、持久性及可能产生的副作用, 通过全面分析冷光美白, 以期为临床实践提供有价值的参考。未来研究需聚焦于材料学、光动力学与数字技术的交叉创新, 以推动该技术迈向更精准、更安全的阶段。

[关键词] 口腔医学; 冷光美白技术; 口腔美容

[中图分类号] R783

[文献标识码] A

[文章编号] 1004-4949 (2025) 09-0191-04

Research Progress of Cold Light Whitening Technology in Oral Cosmetology

YANG Lianjie, JIANG Xiaofeng, FAN Xiaoxi, CHEN Yuqin, LUO Tao

(Oral Medicine Center, Suining Central Hospital, Suining 629000, Sichuan, China)

[Abstract] With the increasing demand for oral aesthetics in society, tooth whitening technology has become a research hotspot in the field of oral medical cosmetology. In recent years, the cold light whitening technology has been widely used in clinical practice due to its convenient operation and remarkable effects. This article introduces the classification and development status of tooth whitening technologies in oral medical cosmetology, clarifies the research background of the cold light whitening technology and its importance in meeting patients' aesthetic needs. On this basis, it analyzes the traditional tooth whitening methods and their disadvantages, the new technologies of cold light whitening, and the advantages of cold light whitening compared with traditional whitening methods. Then, it focuses on the indications and contraindications of cold light whitening and provides a standardized operation process. By analyzing existing clinical data, it evaluates its whitening effect, durability, and possible side effects. By comprehensively analyzing cold light whitening, this article aims to provide valuable references for clinical practice. Future research needs to focus on the cross-innovation of materials science, photodynamics and digital technology to promote this technology to a more precise and safer stage.

[Key words] Stomatology; Cold light whitening technology; Oral cosmetology

冷光美白技术 (cold light whitening technology) 作为口腔医学美容领域的关键技术之一, 其核心原理是利用特定波长 (400~650 nm) 的蓝光激活美白剂 (如过氧化氢或过氧化脲), 通过光催化氧化反应高效分解牙齿色素分子, 从而实现快速、安全的牙齿美白^[1, 2]。相比于传统美白方法 (如化学漂白或机械抛光), 该技术具

有操作时间短、效果显著、对牙体组织损伤小等优势, 现已成为临床牙齿美白的主要手段之一^[3]。目前, 口腔美容技术主要包括瓷贴面修复、树脂美学修复、激光美白及冷光美白等。其中, 瓷贴面虽能长期改善牙齿色泽, 但存在牙体预备量较大、成本高等问题; 树脂修复易发生染色和老化; 激光美白因热效应可能增加牙髓敏感的

风险^[4]。冷光美白因微创性和高效性受到广泛关注,但其仍存在个体疗效差异大、术后敏感发生率较高、长期效果稳定性不足等问题^[5]。此外,现有研究对光源参数优化、新型美白剂开发及个性化治疗方案的探讨仍不充分,限制了该技术的进一步应用。本文旨在系统综述冷光美白技术的临床适应证、操作规范、影响因素及最新进展,重点分析其在操作流程、美白持久效果及安全性等方面的内容,以期优化临床实践提供理论依据,推动口腔美容技术的精准化发展。

1 冷光美白技术的发展

1.1 传统牙齿美白方法及其弊端 在冷光美白技术出现前,牙齿美白主要依赖于传统的物理和化学方法。早期美白方法包括在牙齿表面涂抹美白药物,并通过特定光线的照射加速美白过程。这种方法虽然能够在一定程度上去除牙齿表面的污渍和色素,但由于技术限制,往往存在诸多弊端。例如,美白药物可能因操作不当对牙龈等软组织造成损伤,导致红肿、溃疡甚至组织坏死^[6]。此外,传统冷光美白使用的过氧化氢和酸性漂白剂会暂时削弱牙釉质,引起牙齿敏感、牙龈炎、牙齿脱矿等不良反应。长期或过度使用还可能导致牙齿敏感加剧,影响日常饮食和生活质量。

1.2 冷光美白的新技术 随着科技的不断进步,新技术的应用为冷光美白技术带来了更高的效率和安全性。第一,LED光源的应用是冷光美白技术的一大进展。传统的冷光美白多采用卤素灯或等离子弧光源,而新型LED光源具有更低的热辐射和更高的光能利用率,能够有效减少牙齿表面的温度升高,从而降低牙髓组织的损伤风险。此外,LED光源的波长可调性使其能够更好地激活美白剂中的过氧化物,提高美白效果。第二,纳米技术的引入也为冷光美白技术带来了新的突破。通过将美白剂中的过氧化物与纳米颗粒结合,可以有效提高美白剂的渗透性和稳定性。纳米颗粒的高表面积和活性能够增强过氧化物的分解效率,从而提高美白效果,同时减少对牙釉质的损伤。第三,光敏剂的应用也在冷光美白技术中展现出良好前景。光敏剂能够在特定波长的光照射下产生活性氧,进一步增强美白剂的作用。结合光敏剂的冷光美白技术不仅能够缩短美白时间,还能提高美白的持久性。第四,数字化技术的发展为个性化美白方案的制定提供了可能。通

过口腔扫描和3D打印技术,可以为患者量身定制美白托盘,确保美白剂的均匀分布和最佳接触,从而提高美白效果和患者的舒适度。

1.3 冷光美白相比传统美白方法的优势 冷光美白技术利用特殊的光学处理技术来去除牙齿表面及深层附着的色素^[7]。与传统美白方法相比,冷光美白技术具有诸多优势,其通过引入高科技冷光,结合感光催化剂,大幅度提高了漂白剂的效率,使得美白过程大幅度缩短,通常只需30 min就能够完成美白全过程。该技术能够有效提升牙齿的色阶,使牙齿外观产生明显的变化,且美白效果持久。此外,冷光美白技术还含有釉面保护剂,不仅不会伤害牙齿,还会强化牙釉质,提升牙齿的透明感和光泽度,使美白效果更加自然^[8]。

2 冷光美白技术在口腔医学中的应用

2.1 冷光美白技术的适应证与禁忌证 冷光美白技术适应证主要包括外源性色素沉积和轻度内源性色素沉积。外源性色素沉积通常由饮食、吸烟或不良口腔卫生习惯导致,如咖啡、茶、红酒等饮料的长期摄入^[9, 10]。冷光美白技术能够有效去除牙齿表面的色素沉积,恢复牙齿的自然色泽。此外,轻度内源性色素沉积,如由于年龄增长或轻微的四环素牙引起的变色,也可以通过冷光美白技术得到改善。然而,冷光美白技术并不适用于所有患者。其禁忌证包括严重的内源性色素沉积、牙釉质发育不全、龋齿、牙龈疾病以及对光敏感的患者^[11]。另外,孕妇和哺乳期妇女也被建议避免使用冷光美白技术,尽管目前尚无明确证据表明其对胎儿或婴儿有直接影响,但出于安全考虑,通常建议推迟美白治疗。对于青少年,由于牙髓腔较大,牙齿敏感性较高,也应谨慎使用冷光美白技术。

2.2 冷光美白技术的操作流程 冷光美白技术作为一种非侵入性的牙齿美白方法,因其具有快速、安全 and 有效的特点,已在口腔医学中得到广泛应用。其操作流程主要包括以下几个步骤,以确保治疗的安全性和有效性。第一,术前准备是冷光美白操作的重要环节。医生需要对患者进行全面口腔检查,评估牙齿和牙龈健康状况,排除龋齿、牙龈炎等不适合进行美白的情况。同时,医生需与患者沟通,了解其美白期望值,并进行必要的术前拍照,以便术后进行效果对比。第二,牙齿的清洁和隔离。为避免美白剂对牙龈的刺激

和确保美白剂的有效性,医生会对牙齿表面进行彻底清洁,去除牙菌斑和牙石。随后,使用专业的牙龈保护剂或橡皮障将牙龈与牙齿隔离,以防止美白剂接触牙龈引起不适^[12]。第三,在完成隔离后,医生将美白剂均匀地涂抹在牙齿表面。美白剂通常含有过氧化氢或过氧化脲成分,其在冷光的照射下会释放出活性氧,渗透牙釉质和牙本质,分解色素分子。冷光设备的选择和使用需要根据患者具体情况进行调整,以确保最佳的美白效果。美白过程通常持续15~30 min,期间医生会根据需要调整光源的位置和强度,并持续观察患者反应。在手术中,患者需全程佩戴防护眼镜以保护眼睛不受冷光刺激。第四,术后处理同样关键。美白结束后,医生会清除牙齿表面的美白剂,并再次对牙齿进行清洁。患者可能会在术后出现轻微的牙齿敏感,可使用脱敏牙膏或进行氟化处理以缓解不适^[13, 14]。

2.3 冷光美白技术的美白持久效果 冷光美白的效果主要体现在对牙齿表面色素的去除和牙齿亮度的提升上。张英等^[11]研究表明,冷光美白技术能够在短时间内有效提高牙色,且疼痛评分和敏感度比较无差异,表现出对牙齿结构和口腔健康无明显的负面影响。彭宇等^[15]研究表明,冷光美白技术联合渗透树脂治疗氟斑牙前牙患者能提高美学修复效果,且未增加牙齿敏感度,有效提高治疗满意度。这一过程不仅能够有效去除由咖啡、茶、烟草等引起的外源性色素沉积,还能部分改善由药物或疾病导致的内源性色素沉积。刘鑫等^[16]临床试验结果显示,冷光美白技术在短时间内即可有效提高牙齿的亮度和白度。通常在一次治疗后,患者牙齿亮度可以提高2~5个色阶,具体效果因个体差异而异。且术后即刻牙齿敏感发生率为20.00%,低于皓齿Boost诊室内美白治疗组的55.00%。冷光美白效果的持久性不仅关系到患者的满意度,还影响到治疗的长期成本效益。冷光美白技术的效果具有一定持久性,通常可以维持6个月~2年,具体时间取决于患者的饮食习惯和口腔卫生状况。然而,尽管冷光美白技术在美白效果上表现出色,但其效果也受到多种因素的影响。例如,牙齿的初始颜色、牙釉质的健康状况以及美白剂的浓度和照射时间等都会影响最终的美白效果。此外,个体的生理差异也可能导致对美白效果的不同反应。因此,在进行冷光美白治疗前,牙科医生通常会对患者的牙齿

状况进行全面评估,以制定个性化的美白方案。唐照丽^[17]研究显示,在氟斑牙前牙美学修复中,冷光美白组总有效率(95.74%)高于瓷贴面组(93.62%),且美学满意度(97.87%)高于瓷贴面组(82.98%),证实冷光美白技术有着良好的美学修复效果。

2.4 冷光美白技术的安全性 冷光美白技术尽管效果突出,但仍存在一定的副作用和风险。其中较为常见的是,由于美白剂中的过氧化物成分渗透牙釉质,可能导致牙本质小管开放,从而引发牙齿对冷热刺激的敏感性增加^[18]。这种敏感通常是暂时的,但在某些情况下可能持续较长时间,给患者带来不适。牙龈刺激也是冷光美白的潜在风险之一。在美白过程中,过氧化物可能接触到牙龈组织,引起局部刺激或灼伤,表现为牙龈红肿、疼痛甚至溃疡。为了减轻这一风险,临床操作中通常会使用保护性屏障或凝胶来隔离牙龈。然而,若操作不当或患者个体差异,仍可能出现牙龈不适的情况。冷光美白可能也对牙齿结构产生影响。高浓度的美白剂在短时间内导致牙釉质的微观结构变化,降低其硬度和耐磨性。虽然这种影响在临床中不突出,但长期频繁使用美白技术可能会增加牙齿磨损的风险。此外,冷光美白的效果因人而异,部分患者可能对美白结果不满意,导致心理上的失落感或焦虑感。为此,牙医在治疗前应充分告知患者可能出现的效果和风险,并根据患者的牙齿状况制定个性化的美白方案,以减少不良反应的发生^[19, 20]。

3 冷光美白技术的未来研究方向与挑战

3.1 提高美白效果的持久性与稳定性 尽管冷光美白技术已取得巨大的进展,但其效果的持久性仍是临床关注的重点。目前,美白效果通常可维持6个月~2年,但受患者饮食习惯(如咖啡、茶、红酒摄入)和口腔卫生习惯的影响,部分患者可能在短期内出现色素再沉积。未来研究可聚焦于长效缓释美白剂的开发:通过纳米载体技术(如脂质体或聚合物纳米颗粒)包裹过氧化物,实现美白成分的缓慢释放,延长美白效果;与釉质再矿化技术的结合:在美白后使用含氟或生物活性材料(如羟基磷灰石)的护釉剂,修复在美白过程中受损的牙釉质微观结构,并减少色素的再附着;光敏剂的优化:探索新型光敏剂(如卟啉类化合物)与特定波长光源的协同作用,提升活性

氧的靶向性,减少对健康牙体组织的损伤。

3.2 降低牙齿敏感与软组织损伤的风险 牙齿敏感是冷光美白最常见的副作用,其发生与过氧化物渗透牙本质小管有关。未来技术改进包括:脱敏预处理方案,在美白前使用含钾离子(如硝酸钾)或生物玻璃的脱敏剂,封闭牙本质小管,降低术后敏感发生率;动态光能调节技术,通过实时监测牙髓温度(如红外热成像)自动调节冷光强度,避免过热刺激牙髓神经;寻找生物相容性更优的美白剂,开发基于过氧化脲的缓释凝胶,去替代高浓度过氧化氢,从而减少对牙龈的化学刺激。

3.3 个性化与数字化技术的深度融合 随着精准医疗的发展,冷光美白可结合以下技术实现个性化治疗。一方面,人工智能辅助色阶的预测,通过深度学习分析患者牙齿初始色阶、釉质厚度及色素类型,预测美白效果并优化治疗方案;另一方面,3D打印定制化托盘,利用口内扫描数据设计贴合患者牙列的美白托盘,确保美白剂均匀覆盖,减少牙龈暴露风险;此外,可穿戴光疗设备。开发家用低强度冷光设备,配合低浓度美白剂,实现分阶段温和美白,提升患者依从性。

4 总结

冷光美白技术凭借安全性和有效性得到广泛应用,其通过特定波长蓝光激活过氧化物美白剂的催化机制,在确保治疗安全性的同时能够有效提升牙齿美白效率,较传统化学漂白具有显色效果更有效、色泽稳定性更持久、牙体损伤更轻微等优势;然而该技术仍面临术后牙齿敏感发生率高、个体疗效差异显著、长期效果维持机制不明确等临床挑战,未来研究应着力于优化光能参数、开发新型复合美白剂、建立个性化治疗方案以及探索多技术联合应用模式,以进一步提升其临床疗效和适用范围,推动冷光美白技术在口腔美学修复领域的规范化应用与发展。

【参考文献】

- [1]陆卫,武艳飞,侯岚燕.Beyond冷光美白技术联合渗透树脂及微研磨对中度氟斑牙前牙美学修复效果及持久性分析[J].中国地方病防治杂志,2024,39(4):344-346.
- [2]朱陈元,周琴,徐玲.上海地区口腔住院医师规培学员对牙齿冷光美白治疗的认知及应用情况调查[J].口腔颌面修复学杂志,2024,25(1):45-50.
- [3]卢霞,邓霞,王忠朝,等.微研磨与渗透树脂分别联合冷光美白治疗氟斑牙疗效观察[J].中国美容医学,2022,31(3):129-132.
- [4]马国强,谢英庚.渗透树脂联合冷光美白对氟斑牙的临床运用分析[J].中国地方病防治杂志,2021,36(2):187-188,190.
- [5]杨善麟.Beyond冷光美白剂联合酸蚀粘结处理对不同程度氟斑牙釉质强度影响[J].中国地方病防治杂志,2019,34(2):192-193,197.
- [6]谷希,张立亚,李春年.渗透树脂联合微研磨或联合美白用于氟斑牙治疗的美学效果分析[J].实用口腔医学杂志,2021,37(1):77-80.
- [7]张倩倩,彭文立.美塑光固化复合树脂在氟斑牙美容修复中的效果观察[J].淮海医药,2020,38(4):362-365.
- [8]刘艳春,白琴.Beyond冷光美白联合祛氟剂治疗氟斑牙的疗效观察[J].贵州医药,2019,43(6):959-960.
- [9]李钜生.微研磨-冷光美白联合渗透树脂治疗着色型氟斑牙的价值[J].西藏医药,2021,42(3):24-26.
- [10]谢淑娟,欧阳柳,王林虎,等.两种脱敏剂治疗冷光美白所致牙齿敏感效果比较[J].中国药师,2020,23(6):1134-1136.
- [11]张英,康媛媛.冷光美白技术及其延伸应用[J].中国实用口腔科杂志,2010,3(9):513-517.
- [12]于阳阳,刘荣,夏霏,等.运用HSB模型评价冷光美白对氟斑牙色相、饱和度及亮度的影响及相关性研究[J].中国美容医学,2023,32(8):151-155.
- [13]张迪,李敏,刘进.渗透树脂对漂白后牙釉质表面结构、显微硬度及颜色的影响[J].中华口腔医学杂志,2022,57(5):509-515.
- [14]周美西,朱琳虹.影响牙齿美白效果的因素[J].口腔疾病防治,2021,29(6):428-432.
- [15]彭宇,李梦园,陈霞.Beyond冷光美白技术联合渗透树脂在氟斑牙前牙美学修复中的应用[J].中国美容医学,2023,32(9):140-144.
- [16]刘鑫,高黎,郭娜,等.Beyond冷光美白与皓齿Boost诊室内美白治疗个别前牙黄色变的效果比较[J].河南医学研究,2020,29(7):1159-1162.
- [17]唐丽照.瓷贴面与冷光美白在氟斑牙前牙美学修复中的效果比较[J].河南医学研究,2020,29(10):1783-1784.
- [18]张丽娟,李涛,郭晓峰,等.渗透树脂联合微研磨及冷光美白治疗氟斑牙的临床效果评价[J].实用口腔医学杂志,2020,36(2):357-360.
- [19]王爽,谷旭,程梁,等.VivaSens脱敏剂在牙齿冷光美白术中预防牙本质敏感的应用及效果评价[J].吉林大学学报(医学版),2014,40(1):170-174.
- [20]张迪,李敏,刘进.渗透树脂对漂白后牙釉质表面结构、显微硬度及颜色的影响[J].中华口腔医学杂志,2022,57(5):509-515.