

逆行性种植体周炎病因与治疗的研究进展

夏激瑶¹ 王婧² 屈依丽¹

1. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 口腔疾病国家临床医学研究中心
四川大学华西口腔医院修复Ⅱ科 成都 610041;
2. 口腔疾病防治全国重点实验室 国家口腔医学中心 口腔疾病国家临床医学研究中心
四川大学华西口腔医院种植科 成都 610041

[摘要] 逆行性种植体周炎(RPI)是发生于种植体根尖部的罕见生物并发症,表现为围绕种植体根尖部的类圆形或不规则的低密度影像,是种植体早期失败的重要原因之一。目前,RPI的病因与发病机制尚不完全明确。现有研究表明该疾病可能与细菌感染、骨灼伤和异物反应等多种因素有关,同时该疾病的治疗决策也尚无统一论。因此本文主要通过回顾RPI的潜在病因与治疗策略,总结其防治要点,为临床上该疾病的预防和诊治提供参考。

[关键词] 逆行性种植体周炎; 根尖周炎; 防治决策

[中图分类号] R781.4 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2026126



本文链接

OSID 码

Progress on etiology and treatment of retrograde peri-implantitis

Xia Weiyao¹, Wang Jing², Qu Yili¹

1. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Dept. of Prosthodontics II, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China; 2. State Key Laboratory of Oral Diseases & National Center for Stomatology & National Clinical Research Center for Oral Diseases & Dept. of Implantology, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Supported by: Key Research and Development Project, Science and Technology Department of Sichuan Province (2024YFFK0200); Youth Project of Sichuan Provincial Natural Science Foundation (2024NSFSC1598)

Correspondence: Qu Yili, Email: qqyili@126.com

[Abstract] Retrograde peri-implantitis (RPI) is an infrequent biological complication that occurs in the apical region of implants, presenting as a circular or irregular low-density image surrounding the implant apex. It is one of the most important causes of early implant failure. The etiology and pathogenesis of RPI remain incompletely understood. Studies have shown that it may be related to multiple factors, including bacterial infection, bone overheating, and foreign body reactions. Furthermore, the treatment for RPI is not standardized. In this article, the etiology and treatment of RPI are reviewed to provide a reference for the prevention and treatment of this disease in clinical practice.

[Key words] retrograde peri-implantitis; apical periodontitis; prevention and treatment strategy

[收稿日期] 2025-04-22; **[修回日期]** 2026-02-09

[基金项目] 四川省科技厅重点研发项目(2024YFFK0200); 四川省自然科学基金青年项目(2024NSFSC1598)

[第一作者] 夏激瑶, 医师, 硕士, Email: xwy20000615@163.com

[通信作者] 屈依丽, 教授, 博士, Email: qqyili@126.com

逆行性种植体周炎(retrograde peri-implantitis, RPI), 又称种植体根尖周病变(implant periapical lesion, LPL), 是种植体植入后累及其根尖周组织的罕见生物并发症, 发病率为0.26%~1.86%^[1-2]。现有证据^[3]表明: RPI多发生于术后6个月内, 是种植早期失败的重要原因之一。RPI的诊

断主要基于影像学表现,表现为围绕种植体根尖部的类圆形或不规则的低密度影像^[4-5];同时结合临床表现可将其分为静止型RPI和活动型RPI。静止型RPI常是由于种植床预备过深导致种植体根尖部形成封闭空腔、种植体颊舌向偏斜导致其根方无骨及无菌性骨坏死,常无明显临床症状^[6];而活动型RPI则与细菌定植、骨灼伤等引起的持续性炎症反应有关,可伴有瘘管、疼痛、红肿等临床表现。目前,RPI的病因、治疗方法尚待明确。因此,本文主要基于RPI的病因和治疗方法进行讨论,总结其防治策略,为RPI的预防、诊断与治疗提供参考。

1 RPI的病因及影响因素

RPI的致病因素尚不清晰。根据现有文献报道,其主要致病因素包括:细菌感染、骨灼伤、微骨折及异物反应,其他影响因素则包括种植体表面特性及宿主相关因素。

1.1 细菌感染

1.1.1 种植位点细菌激惹

种植位点的残留细菌激惹是RPI的病因之一。患牙拔除后,致病菌在其表面形成保护层并进入代谢静止状态^[7-9];在植入种植体时,致病菌可被激活并定植在种植体表面,最终破坏根尖区骨结合界面并引起RPI^[8]。目前认为,种植位点残留细菌可能来源于以下2种病灶。1)根尖周病源性残留感染:有根管治疗失败史或根尖周病史的患牙拔除后,即使拔牙窝完全愈合,仍然能够在32%的拔牙位点中检测到细菌^[8,10-12]。研究^[13-14]表明:该位点的RPI发生风险是正常对照组的7.2倍。Muñoz-Cámara等^[15]的前瞻性队列研究表明:若能在即刻种植前对患牙根尖周病变区进行充分清理和去污,能够有效降低RPI的发生率,这提示种植体植入前的拔牙窝感染控制是预防RPI的关键措施;2)牙周病源性残留感染^[16-17]:因严重牙周破坏而拔除患牙的位点同样可能残留细菌和感染物质。研究^[14]表明:RPI感染灶中检测出最常见的细菌为属于牙周致病菌群的牙龈卟啉单胞菌。然而,Quirynen等^[1]的研究显示:因牙周炎拔除患牙与RPI并无显著相关性,推测可能与RPI厌氧微环境导致的优势菌群改变有关。但无论在延期种植还是即刻种植病例中,拔除患牙后彻底清理拔牙窝是降低RPI和种植体早期失败发生率的核心。

1.1.2 邻牙牙髓感染或根尖周炎(apical periodontitis, AP)扩散

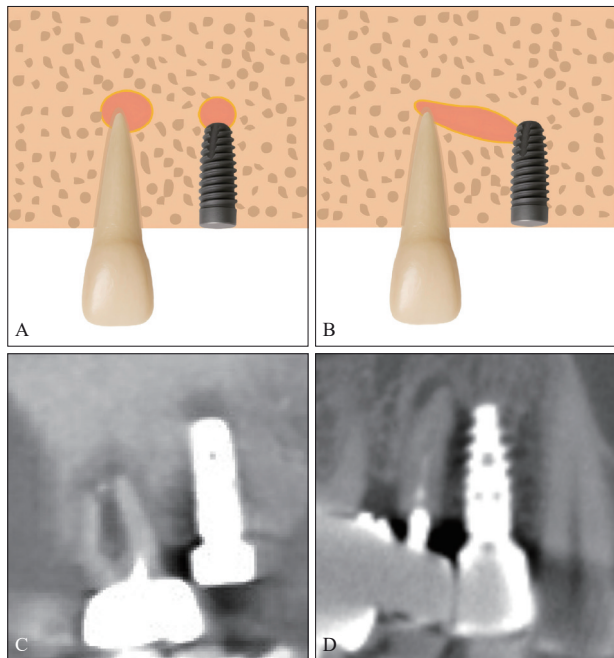
邻牙牙髓病变及AP扩散是RPI的重要病因,好发于骨小梁密度较低的上颌骨^[18-20]。Zhou等^[21]的研究显示:即使邻牙已完善根管治疗,RPI发病率仍高达7.8%,这可能与根管系统解剖变异及细菌生物膜持续定植有关。此外,种植体与邻牙根尖距离<2 mm及根管治疗与种植体植入间隔<4周则是RPI发病的危险因素。当邻牙存在慢性AP时,RPI发病率显著升高至25%(OR=8)^[10,14]。基于该临床现象,丁锋等^[22]尝试利用即刻种植联合邻牙开髓的方法构建动物模型,同时把握种植体根方与邻牙间的距离<3 mm以保证模型构建成功率。同时有学者^[23]建议种植-牙体牙髓联合序列治疗以预防RPI,即当虚拟种植体距离邻牙AP距离(implant-apical periodontitis distance, IAD)小于3 mm时,需先进行邻牙根管(再)治疗后待病损范围缩小再考虑种植手术。但IAD的“安全距离”仍需高证据等级的临床研究验证。

笔者通过文献分析及临床观察总结出邻牙牙髓感染或AP扩散引起RPI的影像学表现可以分为2型(图1)。I型:邻牙根尖透射影与种植体根尖部低密度暗影无直接联通。该分型的致病机制可能与种植体植入后与邻牙形成的“种植-牙根尖复合区(implant-tooth apical complex zone)”局部微环境中巨噬细胞等介导的细胞相互作用有关,即邻牙AP的病原菌能够潜在调节巨噬细胞破骨向分化,从而影响种植体早期骨结合局部微环境中成骨与破骨的平衡,造成局部骨结合失败^[24-27];II型:邻牙根尖透射影与种植体根尖部联通,推测其成因为邻牙感染通过疏松的骨松质扩散至种植体根尖周,导致种植体-骨界面结合失败。目前,该分型仅参考临床和影像学表现,其分子调控机制及相关信号通路仍需进一步验证。

1.2 骨灼伤与微骨折

种植窝洞预备过程过量产热导致骨坏死,细胞崩解释放大量的酶引起炎症反应,会导致骨结合失败并引起RPI发生。Lavelle等^[28]的研究表明:骨组织若处于47~50℃且持续时间超出1 min即可能影响骨结合,下颌骨和I类骨中因骨质致密、血供差,更易发生骨灼伤。因此,在术前设计时应充分评估骨质,在术中预备时应增加提拉频率并充分冷却,降低骨灼伤和RPI发生的风险。此外,种植体过早或过重负载导致牙槽骨微骨折可

能导致种植体周局部血供中断和无菌性骨坏死，最终发展为RPI^[29]。



A、C：I型，邻牙根尖透射影与种植体根尖部低密度暗影无直接联通；B、D：II型，邻牙根尖透射影与种植体根尖部联通。

图1 邻牙牙髓感染或AP扩散的RPI影像学分型

Fig 1 Imaging classification of RPI related to adjacent pulp infection or AP

1.3 其他病因

Nedir等^[30]曾报道1例淀粉样颗粒异物反应引起RPI的病例，组织病理学检查显示病变区纤维结缔组织内有密集的炎症浸润和淀粉颗粒，考虑其来源于手术过程佩戴的淀粉样颗粒涂层手套。此外，手术瘢痕、残留牙齿碎片同样可能引起RPI的发生^[2,31]。

1.4 相关影响因素

1.4.1 种植体表面特性

现代种植体表面改性技术通过调整亲水性与粗糙度提升骨结合速率，但其同样增加了细菌黏附的风险^[32]。Quirynen等^[1]的研究表明：TiUnite种植体与机械加工表面种植体的RPI发病率存在显著差异 ($P<0.0001$)。机械加工表面种植体会迅速被炎性包膜包绕使炎症封闭，但TiUnite种植体表面经电化学阳极氧化处理形成的多孔状含磷氧化钛涂层可以加速骨结合过程，因此其冠部骨结合发生先于炎性组织包绕，表现出RPI特征。然而，Renvert等^[33]则认为：现有证据对表面特性与RPI的关联性仍存在争议，可能受微生物定植环境差

异和宿主免疫反应多样性等因素影响。

1.4.2 宿主因素

患者全身或局部因素可能促进RPI的发生。人类免疫缺陷病毒 (human immunodeficiency virus, HIV) 感染引起患者自身免疫功能受损时，种植体摄菌作用增强^[2]，同时HIV病毒可能通过影响微循环而改变骨改建速率^[34-35]，增加RPI的发生风险。其他疾病如糖尿病和骨质疏松症等也可能增加RPI的感染风险^[36]。

综上，RPI的病因具有多源性特征。Sussman^[37]提出的经典分型将致病因素系统划分为2类：I型源于种植术中操作误差导致的邻牙牙髓失活，如根方骨灼伤或种植体压迫邻牙根尖血供，引起牙髓坏死，进而造成炎症波及种植体根尖；II型则来源于邻牙牙髓感染或根尖周病。Sarmast等^[6]在此基础上进一步扩展，补充了III型（种植体颊舌向位置异常导致根方骨缺损）和IV型（种植于感染残留位点诱发细菌激惹）。鉴于RPI的复杂病因，临床医生在种植术前需要详细采集患者局部及全身情况，充分评估种植位点骨质及邻牙状态，并利用数字化技术及多学科联合治疗优势，降低RPI发生风险，从而提高种植成功率。

2 治疗方法

RPI的治疗策略目前尚无统一共识，但其干预手段可分为非手术治疗与手术治疗，具体方案需依据致病原因、临床表现以及种植体松动度等综合考虑。

2.1 非手术治疗

2.1.1 抗生素治疗

抗生素治疗在RPI非手术治疗中占据重要地位，文献支持的常用方案为连续服用1周阿莫西林 (500 mg/tid) 或克林霉素 (300 mg/tid)。Waasdorp等^[38]报道1例无症状RPI患者在连续服用阿莫西林后，种植体根尖放射线透射影消失，表明抗生素对静止期病灶存在抑制作用。然而，单纯抗生素方案的有效性存在临床表现依赖性。文献报道的成功案例多集中于无临床症状的静止型RPI，而对于伴有瘘管、疼痛、红肿等临床表现的活动型病例，单纯抗生素治疗难以阻断疾病进程^[39-40]。因此，基于现有证据，笔者建议将抗生素作为术前辅助治疗，通过抑制急性炎症反应从而延缓疾病进展，为后续手术创造有利条件。

2.1.2 邻牙根管（再）治疗/显微根尖手术（endodontic microsurgery, EMS）

消除邻牙感染来源是治疗由邻牙牙髓或AP扩散引起的RPI的治疗原则。根据Sussman分型体系，Ⅰ型与Ⅱ型RPI的治疗均需遵循“感染源控制优先”原则。部分病例报道^[41]显示：在对邻牙实施完善根管治疗后，邻牙根尖周病损和种植体根尖周暗影均完全愈合。如若在邻牙存在难治性慢性AP或难以建立根管通道时，则需选择EMS彻底消除邻牙感染。但是值得注意的是，临床医生需要谨慎评估行邻牙EMS时是否需要同期处理种植体根尖周病损的感染炎症，尽量避免二次手术的创伤。基于临床观察及前述影像学分类，笔者认为，如为邻牙牙髓感染或AP扩散引起的Ⅰ型RPI则可选择单纯处理邻牙，如为Ⅱ型或术中探查发现病灶联通则往往需进行联合手术同期处理^[10]。

2.2 手术治疗

RPI的手术治疗以彻底清除感染、重建骨缺损为核心目标。目前，常用的手术方法包括翻瓣清创及种植体根尖切除，但术式选择上尚无统一一定论。

2.2.1 翻瓣去污

针对存在进行性骨缺损的活动型RPI，实施彻底的感染灶清除是治疗的核心。Di Murro等^[16]通过对6例RPI病例的长期随访证实，采用翻瓣清创术联合骨增量技术可使种植体8年存留率达100%，提示该术式在消除炎症及促进骨再生方面具有良好疗效。Shivakumar等^[36]建议：所有RPI病例均需通过手术去污，最大程度保证种植体存留与功能恢复。但值得注意的是，RPI的治疗决策应遵循“以病因为导向”的原则：对于邻牙源性RPI，通

过邻牙根管（再）治疗或EMS治疗消除感染源后，若种植体根尖暗影消失，则无需再进行翻瓣去污；但若暗影依然存在，则需考虑进一步手术治疗。

2.2.2 种植体根尖切除术

尽管部分学者认为通过翻瓣清创即可阻止活动型RPI的进一步发展，但一些学者则认为考虑到种植体表面螺纹、粗糙表面以及难以清洁的种植体结构，通过物理或化学方法可能难以彻底去除定植在该区域的感染物质，因此提出通过翻瓣清创联合种植体根尖切除的治疗方法。Balshi等^[42]对39例RPI病例行种植体根尖切除术的研究显示，该治疗方案的成功率高达97.4%。但是，目前对于单纯翻瓣清创和种植体根尖切除的疗效比较尚无统一一定论。多数病例通过彻底的翻瓣去污即可治愈，但若病损位于种植体舌侧或种植体存在特殊结构时，常规清洁器械如钛刷等无法进入病损区域导致感染物质难以完全清理，可以考虑进行种植体根尖切除，但需要注意切忌损伤种植体内连接结构^[2]。

2.2.3 拔除种植体

当探查发现种植体出现松动时，应拔除失败种植体并清理牙槽骨，视剩余骨量进行即刻再植或延期再植^[2,38]。

逆行性种植体周围炎的临床管理需基于种植体稳定性及病因的明确诊断，通过消除感染来源，控制种植体周炎症，保证种植体的长期稳定是临床治疗的目标^[11]。因此，临床医生需要充分掌握RPI的病因及对应的治疗决策（图2），当采用合适的治疗方法时，种植体存留率可达75%~100%^[11,16,36,42]。

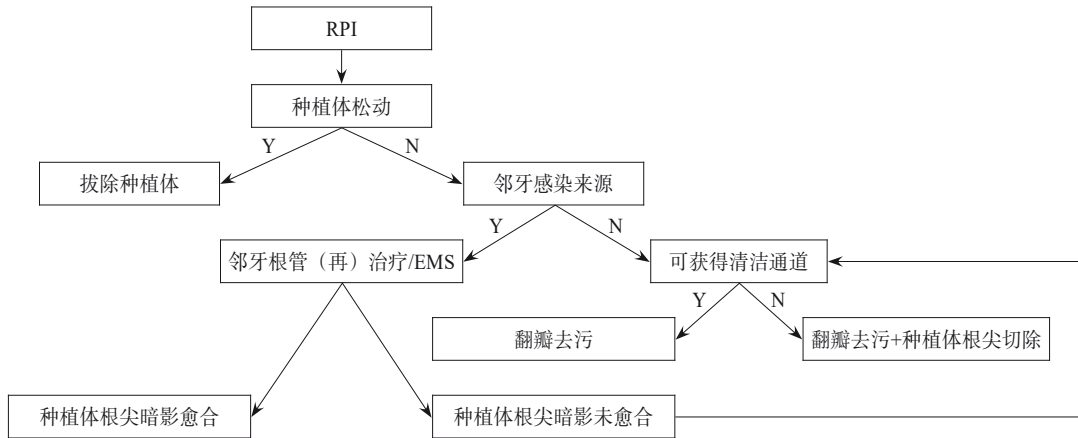


图 2 RPI的治疗决策

Fig 2 Treatment strategy for RPI

3 预防

随着对 RPI 病因及其临床管理策略的不断深入, 其治疗成功率已逐步提高。然而, 现有部分治疗手段仍可能带来不同程度的创伤和不适, 患者亦需承担一定的时间与经济成本, 且存在种植体失败的风险。因此, 精准识别并干预 RPI 的致病因素, 及时消除潜在感染源, 是实现有效预防的关键。针对种植位点的细菌激惹风险, 建议在患牙拔除后充分搔刮与清创拔牙窝, 并在种植预备过程中保持充分冷却, 以避免热源导致的骨灼

伤。若邻牙存在牙髓感染或 AP, 需优先对其进行感染控制。当 IAD<3 mm 时, 若可建立有效的根管预备通道, 应优先进行根管(再)治疗, 并观察 3~6 个月, 待根尖周暗影减退、IAD>3 mm 以上后再考虑种植体植入。若无法进行根管(再)治疗, 或 IAD<3 mm, 建议同步开展邻牙 EMS 与种植手术, 以缩短治疗周期、降低二次手术创伤、提高患者依从性及整体治疗的成本效益^[23,43-44] (图 3)。笔者前期研究结合相关文献认为, 此类联合策略在控制感染、保障种植体长期稳定性方面具有积极意义, 且具备较高的临床可行性, 值得进一步推广与应用。

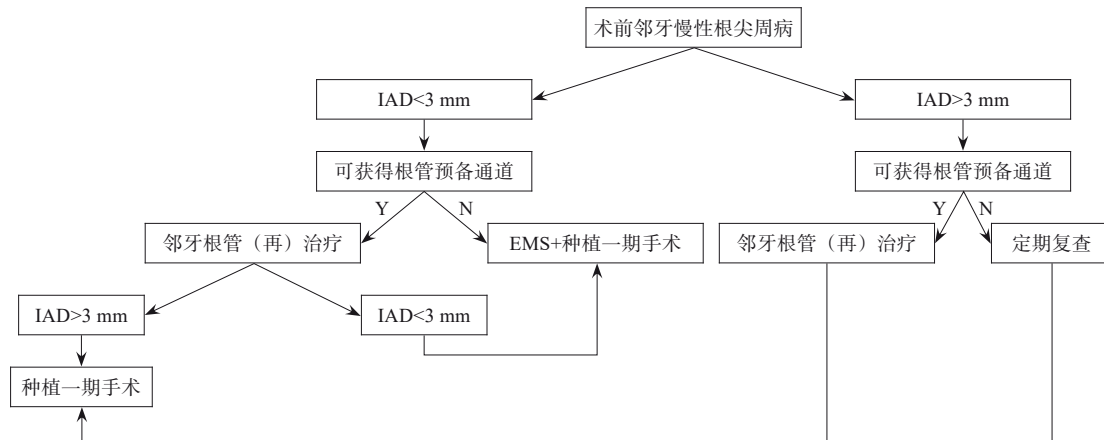


图 3 术前种植位点邻牙存在慢性根尖周病的处理

Fig 3 Management of adjacent teeth with chronic apical periodontitis prior to surgery

RPI 是一种以种植体根尖周骨破坏为特征的罕见并发症, 其病因复杂, 涉及种植位点残留感染、邻牙牙髓感染或 AP 扩散、骨灼伤及异物反应等, 且受种植体表面特性与宿主全身状态的共同影响。针对上述病因, 临床治疗应以消除感染, 控制炎症为核心: 通过服用抗生素或邻牙根管(再)治疗等非手术治疗控制及消除感染源, 通过手术治疗(包括翻瓣清创、种植体根尖切除等)彻底清除炎症物质, 重建骨缺损。针对 RPI 的预防则强调术前多学科评估治疗、术中规范操作及数字化设计优化种植体三维位置, 确保种植体与邻牙根尖病损的“安全距离”。

本综述系统总结了 RPI 的病因与临床管理策略, 构建了以病因为导向的诊疗框架, 同时提出了 RPI 影像学分型及 IAD 的“安全距离”, 为降低 RPI 发病率、提升种植成功率、推动精准防治提供参考。

利益冲突声明: 作者声明本文无利益冲突。

4 参考文献

- [1] Quirynen M, Vogels R, Alsaadi G, et al. Predisposing conditions for retrograde peri-implantitis, and treatment suggestions[J]. Clin Oral Implants Res, 2005, 16(5): 599-608.
 - [2] Chan HL, Wang HL, Bashutski JD, et al. Retrograde peri-implantitis: a case report introducing an approach to its management[J]. J Periodontol, 2011, 82(7): 1080-1088.
 - [3] Di Murro B, Papi P, Di Murro C, et al. Correlation between endodontic pulpal/periapical disease and retrograde peri-implantitis: a case series[J]. Aust Endod J, 2021, 47(2): 358-364.
 - [4] 曾文奕, 杜宇. 逆行性种植体周炎的诊断、病因与防治[J]. 中华口腔医学杂志, 2022, 57(3): 302-306.
- Zeng WY, Du Y. Diagnosis, etiology, prevention

- and treatment in retrograde peri-implantitis[J]. *Chin J Stomatol*, 2022, 57(3): 302-306.
- [5] Quirynen M, Gijbels F, Jacobs R. An infected jaw-bone site compromising successful osseointegration [J]. *Periodontol 2000*, 2000, 33: 129-144.
- [6] Sarmast ND, Wang HH, Sajadi AS, et al. Classification and clinical management of retrograde peri-implantitis associated with apical periodontitis: a proposed classification system and case report[J]. *J Endod*, 2017, 43(11): 1921-1924.
- [7] Al-Ahmad A, Ameen H, Pelz K, et al. Antibiotic resistance and capacity for biofilm formation of different bacteria isolated from endodontic infections associated with root-filled teeth[J]. *J Endod*, 2014, 40(2): 223-230.
- [8] Nelson S, Thomas G. Bacterial persistence in den-toalveolar bone following extraction: a microbiological study and implications for dental implant treatment[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2010, 12(4): 306-314.
- [9] Ayangco L, Sheridan PJ. Development and treatment of retrograde peri-implantitis involving a site with a history of failed endodontic and apicoectomy procedures: a series of reports[J]. *Int J Oral Maxillo-fac Implants*, 2001, 16(3): 412-417.
- [10] Alssum LR, Alghofaily MM, Aleyiydi AS, et al. The incidence of retrograde peri-implantitis in a single university dental hospital training center: a retrospective analysis[J]. *Medicina*, 2023, 59(3): 560.
- [11] Peñarrocha-Diogo MA, Blaya-Tárraga JA, Menéndez-Nieto I, et al. Implant survival after surgical treatment of early apical peri-implantitis: an ambispective cohort study covering a 20-year period[J]. *Int J Oral Implantol*, 2020, 13(2): 161-170.
- [12] Peñarrocha-Oltra D, Blaya-Tárraga JA, Menéndez-Nieto I, et al. Factors associated with early apical peri-implantitis: a retrospective study covering a 20-year period[J]. *Int J Oral Implantol*, 2020, 13(1): 65-73.
- [13] Burdurlu MÇ, Dagasan VÇ, Tunç O, et al. Retrograde peri-implantitis: evaluation and treatment protocols of a rare lesion[J]. *Quintessence Int*, 2021, 52(2): 112-121.
- [14] Lefever D, Van Assche N, Temmerman A, et al. Aetiology, microbiology and therapy of periapical lesions around oral implants: a retrospective analysis [J]. *J Clin Periodontol*, 2013, 40(3): 296-302.
- [15] Muñoz-Cámara D, Gilbel-Del Águila O, Pardo-Zamora G, et al. Immediate post-extraction implants placed in acute periapical infected sites with immediate prosthetic provisionalization: a 1-year prospective cohort study[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2020, 25(6): e720-e727.
- [16] Di Murro B, Canullo L, Pompa G, et al. Prevalence and treatment of retrograde peri-implantitis: a retrospective cohort study covering a 20-year period[J]. *Clin Oral Investig*, 2021, 25(7): 4553-4561.
- [17] McAllister BS, Masters D, Meffert RM. Treatment of implants demonstrating periapical radiolucencies [J]. *Pract Periodontics Aesthet Dent*, 1992, 4(9): 37-41.
- [18] Pistilli R, Canullo L, Menini M, et al. Retrograde peri-implantitis associated with residual cysts: 3 case reports[J]. *J Am Dent Assoc*, 2020, 151(12): 956-961.
- [19] Solomonov M, Via S, Dinur N, et al. Retrograde peri-implantitis: incidence and possible co-existing factors: a retrospective analysis[J]. *Aust Dent J*, 2022, 67(4): 340-343.
- [20] Daubert D, Black RM, Chrepa V, et al. Endodontic peri-implant defects: a new disease entity[J]. *J Endod*, 2020, 46(3): 444-448.
- [21] Zhou W, Han C, Li DH, et al. Endodontic treatment of teeth induces retrograde peri-implantitis[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2009, 20(12): 1326-1332.
- [22] 丁锋, 王蕾, 王悦, 等. 逆行性种植体周围炎动物建模方式初探[J]. *实用口腔医学杂志*, 2019, 35(2): 201-204.
- [23] 满毅, 黄定明. 美学区种植骨增量与邻牙慢性根尖周病的联合治疗策略(上): 应用基础及适应证[J]. *国际口腔医学杂志*, 2022, 49(5): 497-505.
- Man Y, Huang DM. Combined treatment strategy of oral implantology and endodontic microsurgery for bone augmentation and endodontic diseases in aesthetic area (part 1): application basis and indications

- [J]. *Int J Stomatol*, 2022, 49(5): 497-505.
- [24] Mei F, Xie MR, Huang XF, et al. *Porphyromonas gingivalis* and its systemic impact: current status[J]. *Pathogens*, 2020, 9(11): 944.
- [25] Ran SJ, Huang J, Liu B, et al. *Enterococcus faecalis* activates NLRP3 inflammasomes leading to increased interleukin-1 beta secretion and pyroptosis of THP-1 macrophages[J]. *Microb Pathog*, 2021, 154: 104761.
- [26] Salvi GE, Bosshardt DD, Lang NP, et al. Temporal sequence of hard and soft tissue healing around titanium dental implants[J]. *Periodontol* 2000, 2015, 68(1): 135-152.
- [27] Bigueti CC, Cavalla F, Silveira EM, et al. Oral implant osseointegration model in C57Bl/6 mice: microtomographic, histological, histomorphometric and molecular characterization[J]. *J Appl Oral Sci*, 2018, 26: e20170601.
- [28] Lavelle C, Wedgwood D. Effect of internal irrigation on frictional heat generated from bone drilling[J]. *J Oral Surg*, 1980, 38(7): 499-503.
- [29] Roos-Jansåker AM, Renvert S, Egelberg J. Treatment of peri-implant infections: a literature review[J]. *J Clin Periodontol*, 2003, 30(6): 467-485.
- [30] Nedir R, Bischof M, Pujol O, et al. Starch-induced implant periapical lesion: a case report[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2007, 22(6): 1001-1006.
- [31] Langer L, Langer B, Salem D. Unintentional root fragment retention in proximity to dental implants: a series of six human case reports[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2015, 35(3): 305-313.
- [32] Wassmann T, Kreis S, Behr M, et al. The influence of surface texture and wettability on initial bacterial adhesion on titanium and zirconium oxide dental implants[J]. *Int J Implant Dent*, 2017, 3(1): 32.
- [33] Renvert S, Polyzois I, Claffey N. How do implant surface characteristics influence peri-implant disease[J]. *J Clin Periodontol*, 2011, 38(Suppl 11): 214-222.
- [34] Amiel C, Ostertag A, Slama L, et al. BMD is reduced in HIV-infected men irrespective of treatment[J]. *J Bone Miner Res*, 2004, 19(3): 402-409.
- [35] Erbe M, Rickerts V, Bauersachs RM, et al. Acquired protein C and protein S deficiency in HIV-infected patients[J]. *Clin Appl Thromb Hemost*, 2003, 9(4): 325-331.
- [36] Shivakumar B, Mohamed J, Sudarsan S, et al. Retrograde peri-implantitis[J]. *J Indian Soc Periodontol*, 2010, 14(1): 57.
- [37] Sussman HI. Periapical implant pathology[J]. *J Oral Implantol*, 1998, 24(3): 133-138.
- [38] Waasdorp J, Reynolds M. Nonsurgical treatment of retrograde peri-implantitis: a case report[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2010, 25(4): 831-833.
- [39] Peñarrocha-Diago M, Boronat-Lopez A, García-Mira B. Inflammatory implant periapical lesion: etiology, diagnosis, and treatment: presentation of 7 cases[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2009, 67(1): 168-173.
- [40] Gong JM, Zhao RM, Yu ZH, et al. A novel histopathological classification of implant periapical lesion: a systematic review and treatment decision tree[J]. *PLoS One*, 2022, 17(12): e0277387.
- [41] Gong JM, Al-Sosowa AA, Zhao RM, et al. Successful management of peri-implant infection from the endodontic lesion of adjacent natural tooth[J]. *Case Rep Dent*, 2023, 2023: 5034582.
- [42] Balshi SF, Wolfinger GJ, Balshi TJ. A retrospective evaluation of a treatment protocol for dental implant periapical lesions: long-term results of 39 implant apicoectomies[J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2007, 22(2): 267-272.
- [43] 满毅, 黄定明. 美学区种植骨增量与邻牙慢性根尖周病的联合治疗策略(下): 临床诊疗流程及实践病例[J]. *国际口腔医学杂志*, 2022, 49(6): 621-632.
- Man Y, Huang DM. Combined treatment strategy of oral implantology and endodontics microsurgery (part 2): clinical protocol and practical cases[J]. *Int J Stomatol*, 2022, 49(6): 621-632.
- [44] Wang J, Luo YL, Tan XL, et al. Horizontal bone augmentation of the edentulous area with simultaneous endodontic microsurgery of the adjacent tooth: a digitally-driven multidisciplinary case report with a 1-year follow-up[J]. *Int J Oral Implantol*, 2021, 14(4): 435-451.

(本文编辑 王姝)