

咬合力对种植固定修复体食物嵌塞的影响

钱金润¹ 谢志刚¹ 张舒¹ 许亚楠²

1. 昆明医科大学附属口腔医院种植科 昆明 650106;

2. 昆明医科大学附属口腔医院牙周病科 昆明 650106

[摘要] 食物嵌塞在种植修复体修复后颇为常见,且显著影响患者的满意度。咬合因素与食物嵌塞的产生有着紧密关联,咬合接触分布导致的天然牙移动等异常因素可能直接导致运动型食物嵌塞的出现;同时,由于种植修复体位置相对固定,咬合前驱力导致天然牙近中漂移,引起种植修复体静止型食物嵌塞。本文针对咬合在天然牙及种植修复体食物嵌塞发病机制中的作用、食物嵌塞的预防和治疗予以综述,为食物嵌塞患者的临床治疗提供有益借鉴。

[关键词] 食物嵌塞; 邻接丧失; 咬合; 种植固定修复

[中图分类号] R783.6 **[文献标志码]** A **[doi]** 10.7518/gjkq.2026122



本文链接

OSID 码

Effect of occlusal forces on food impaction in fixed implant-supported restoration

Qian Jinrun¹, Xie Zhigang¹, Zhang Shu¹, Xu Yanan²

1. Dept. of Oral Implantology, Hospital of Stomatology, Kunming Medical University, Kunming 650106, China; 2. Dept. of Periodontology, Kunming Medical University School and Hospital of Stomatology, Kunming 650106, China

Supported by: Xingdian Talents-Medical and Health Talents Project (XDYC-YLWS-2023-049); Yunnan Province Oral Disease Clinical Medical Research Center Key Project (2022ZD005); Key Joint Special Project of Yunnan Provincial Science and Technology Department and Kunming Medical University (202101AY070001-025)

Correspondence: Xie Zhigang, Email: 13708425039@163.com

[Abstract] Food impaction is rather common after fixed implant-supported restorations, and it significantly affects patient satisfaction. Studies have shown that occlusal factors are closely associated with the occurrence of food impaction. Abnormal factors, such as the movement of natural teeth caused by the distribution of occlusal contacts, may directly lead to the appearance of kinetic food impaction. The anterior component of occlusal force may result in the mesial drift of natural teeth due to the relatively fixed position of implant restorations, thereby causing static food impaction in dental implants. In this article, the role of occlusion in the pathogenesis of food impaction in natural teeth and implant restorations and the prevention and treatment of food impaction are reviewed to enhance the understanding of clinicians and provide valuable references for the clinical treatment of patients with food impaction.

[Key words] food impaction; proximal contact loss; occlusion; fixed implant-supported restoration

食物嵌塞是指咀嚼过程中,食物碎屑受到来自

自颊舌方向的侧向力或垂直方向的咀嚼力,被楔入在原先存在或咬合瞬间形成的邻面空间内的症状^[1]。而食物嵌塞已经成为种植体修复后的常见并发症之一。Chanthasan等^[2]研究发现:种植体单冠修复后,66.9%的患者会出现食物嵌塞的自觉症状。尽管食物嵌塞被归类为种植体修复的轻微并发症,但其会显著降低患者对种植修复治疗效果的满意度^[2]。

[收稿日期] 2025-09-04; **[修回日期]** 2026-01-21

[基金项目] 兴滇英才-医疗卫生人才项目(XDYC-YLWS-2023-049); 云南省口腔疾病临床医学研究中心重点项目(2022ZD005); 云南省科技厅昆明医科大学联合专项重点项目(202101AY070001-025)

[第一作者] 钱金润, 硕士, Email: 584576114@qq.com

[通信作者] 谢志刚, 主任医师, 博士, Email: 13708425039@163.com

食物嵌塞的发生与咬合力及咬合接触方式异常, 种植修复体轮廓外形不当, 种植修复体与邻牙生理动度差异, 对殆牙充填式牙尖, 邻牙及种植修复体位置、形态不良, 龈乳头退缩, 颌骨生长发育等相关^[3-4]。

种植修复体邻牙的咬合与食物嵌塞之间的相关性越来越受学界的关注, 本文主要结合咬合力作用下天然牙移动及其对食物嵌塞的影响, 对种植修复体运动型和静止型食物嵌塞的原因及机制进行分析和综述。

1 食物嵌塞的分类及其与邻接丧失的关系

食物嵌塞根据邻接间隙产生的时间节点不同, 可分为静止型食物嵌塞及运动型食物嵌塞^[5]。静止型食物嵌塞是指在非咬合状态下, 两相邻牙齿之间缺乏邻面接触关系, 即邻接关系部分或全部丧失而导致的食物嵌塞。运动型食物嵌塞是指在咬合接触时, 两相邻牙齿之间发生短暂分离, 食物进入邻接处, 在咬合结束后仍滞留于该间隙中。

根据食物嵌塞的方向, 可分为垂直型食物嵌塞、水平型食物嵌塞及混合型食物嵌塞^[6]。水平型食物嵌塞是指牙龈乳头充盈不足, 食物水平方向进入邻间隙; 垂直型食物嵌塞是指食物在殆力作用下垂直进入邻接间隙中; 混合型食物嵌塞同时具备以上2种特征。

种植修复后的食物嵌塞症状多为静止型食物嵌塞, 即多发生在邻面接触关系部分或全部丧失的情况下。据Byun等^[7]研究发现: 邻接关系不良组的食物嵌塞发生率是邻接关系紧密组的2.2倍。Liang等^[8]统计结果与其类似, 静止型食物嵌塞发生率为55.4%, 是运动型食物嵌塞(14.7%)的4倍左右。垂直型及混合型食物嵌塞可分为有无邻接丧失的两类^[6], 水平型食物嵌塞有邻面接触^[7], 不属于邻接丧失。

2 邻接丧失的发生部位

种植固定修复体的邻接丧失率为34%~66%^[9], 高于天然牙2.5倍^[10], 其发生率在牙列的不同位置有所不同。近中的邻接丧失发生率是远中的2倍^[11], 而种植单冠戴牙11年后近中邻接丧失可能性是远中的3倍, 并且与食物嵌塞相关^[9]; 后牙区的食物嵌塞发生率高于前牙区^[12]。

3 咬合作用下天然牙移动及其对食物嵌塞的影响

3.1 前驱力 (anterior component of force, ACF)

在咬合过程中, 咬合力将通过后牙牙尖斜面产生不同方向的分力, 其中近中方向分力即ACF, 可能导致牙齿近中向的移动^[13]。ACF与近中邻牙解剖接触点位移量存在相关性^[14], 因此在间隙远中的牙齿发生近中位移, 可以用ACF解释。间隙处牙齿的远中位移可以通过缺乏ACF或存在远中向分力 (posterior component of force, PCF) 来解释。Vardimon等^[15]发现: PCF小于ACF 4~7倍, 并且咬合力作用在远中游离牙时, 即使ACF为PCF的5倍, PCF仍能抵消ACF的推动作用。随着咬合面的磨耗, 牙长轴向近中倾斜, ACF也将越来越大, 远中牙的近中移动将维持牙弓的稳定性。

在牙尖交错位时, 上下牙应有近远中向稳定的接触点。在近远中方向上的接触点中, 上颌牙的远中斜面与下颌牙的近中斜面, 所形成的称为闭合终止点; 上颌牙的近中斜面与下颌牙的远中斜面, 所形成的称为平衡点。

闭合终止点应与平衡点同时接触, 即存在同步且作用平衡的ACF和PCF, 以防止牙齿的异常移动^[16]。赵喆等^[17]通过数字化口腔扫描 (简称口扫) 的方式, 分析运动型食物嵌塞患者咬合前后邻接间隙的变化, 发现食物嵌塞处咬合时邻接间隙相对增大。Wang等^[18]通过咬合前后数字化口扫, 将非咬合状态下邻接触点、线拟合至咬合模型中, 比较咬合前后接触点空间位置的变化, 结果显示: 运动型食物嵌塞处, 邻接变化最大值多大于30 μm , 而非食物嵌塞处变化最大值多小于30 μm 。王青等^[19]通过数字化口扫数据拟合的方式, 发现有食物嵌塞的第二磨牙, 近/远中斜面的咬合接触面积比大于对照牙, 因此认为咬合接触不平衡是其食物嵌塞的潜在原因。Zhao等^[20]的研究中, 将留有咬合印记的数字化口扫与Dental pre-scale咬合分析系统相结合, 发现运动型食物嵌塞的第二磨牙近中向咬合力小于对照牙, 且存在显著差异, 作者认为第二磨牙远中向咬合过大, 可能导致其食物嵌塞。

3.2 天然牙的近中移动趋势

Nicklisch等^[21]对99名患者拔除的牙齿进行组织学分析, 测量无细胞外源性纤维牙骨质的厚度, 发现后牙普遍存在近中向的漂移。天然牙的近中

移动是以根部为支点进行的,因咀嚼而长期存在的近中向推力,将推动远中牙近中向移位,关闭磨耗处形成的微小间隙,保持牙弓内牙列的紧密接触^[14]。有研究^[22]表明:即使成年之后,天然牙每年仍在缓慢发生近中向移动。Bishara等^[23]的研究发现:上、下颌骨在20年间,总长度均发生变化,分别缩短1.0、0.8 mm。

3.3 咬合力下天然牙其他方向的移动

天然牙垂直方向的下沉,可能影响牙冠在邻接处的宽度,下沉中的牙冠与楔子类似,将增加邻接紧密度。Dörfer等^[24]发现:咀嚼后上颌牙列的邻接强度增大,而下颌牙列不变,他们认为可能是上颌牙槽骨更疏松,咬合时上颌牙更容易沉入牙槽窝中,因而其邻接紧密度有所增加。

另外,天然牙颊舌向的移动与牙弓的宽窄可能存在关联。颊向移动牙弓变宽,而舌腭向移动将使牙弓变窄,宽牙弓可能导致邻间隙增大。有研究^[25-26]发现:咬合力集中在推天然牙颊侧移位的接触点时,将增宽牙弓,可能会导致食物嵌塞,而推舌侧移位的接触点,将使牙弓变窄,可能降低食物嵌塞风险。Oh等^[27]通过将咬合接触点分为ABC型(图1),研究不同接触类型对邻接紧密度的影响,结果与之前的研究不同,上颌没有B型咬合接触点的(上颌腭尖颊斜面与下颌颊尖舌斜面接触点,即可能引导腭向移动的斜面),相比有咬合接触的患者,邻接紧密度更大,因此他们认为在该研究中,颊腭向移动不是邻接紧密度变化的原因,主要原因是天然牙的垂直向下沉。

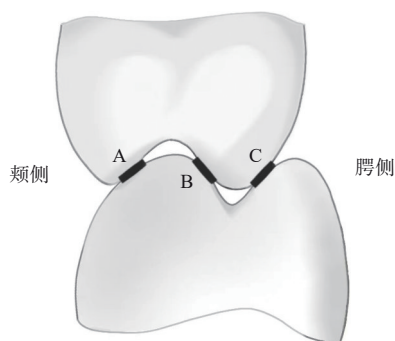


图 1 ABC型咬合接触点

Fig 1 ABC-type occlusal contact points

4 种植修复体与天然牙间的食物嵌塞

天然牙的移动以牙周膜为基础,而种植固定修复体通过骨整合方式固定于牙槽骨内,在行使

咀嚼功能时,牙周膜的存在容许天然牙比种植修复体有更大范围的移动度。而种植修复体与骨组织以骨整合方式结合,生理运动空间受到限制,同时种植修复体在颌骨内位置相对固定,并不发生类似于“天然牙近中漂移”的移动,也不随颌骨改建发生位置变化。咬合过程中种植修复体与天然牙间的移动度差异,可能产生邻接短暂分离;同时,天然牙在咬合分力作用下的移动趋势,使得在长期咬合负载时可能与种植修复体之间存在相对位移。有学者^[28]通过数字模型叠加技术,发现邻近种植修复体的天然牙大多有近中移动的现象,在有邻接丧失的牙弓中,相邻牙齿的运动模式取决于牙弓中的位置,其中上下磨牙/前磨牙主要发生近中漂移,下颌前牙为唇舌侧运动并伴有近中移动,上颌前牙则主要为唇侧移动,且几乎所有牙的邻接处均有磨损。

4.1 静止型食物嵌塞与咬合的关系

Hua等^[29]通过黑色咬合硅橡胶记录咬合接触位置,结合咬合记录仪,建立三维咬合坐标,并计算种植邻牙咬合力不同方向的分量,同时使用50 μm金属条测量邻接紧密度,观测两者随时间变化的相互关系,结果显示:种植修复体邻接丧失组,种植修复体邻牙在咬合力量分析中呈现较高力值,且近中分力较高,是驱动邻牙近中移动的可能原因;另一研究^[30]显示:当对殆牙为活动义齿时,种植修复体近中邻接丧失率较对殆为天然牙的降低0.381倍,他们认为原因可能是不同修复类型的咀嚼效率不同,对殆牙为活动义齿时邻牙受力小,导致两者邻接丧失率存在差异。

关于咬合对种植修复体邻接丧失的影响,有学者得出不同结论。French等^[31]对4 200枚种植体进行随访,发现有咬合接触的种植修复体中18.9%出现邻接丧失,而无咬合接触的种植修复体中15.4%有邻接丧失,两者差异有统计学意义($P=0.003$)。虽然男性咬合力量大于女性,但该研究显示:两者之间种植修复体邻接丧失发生率差异不大。由于种植修复体与颌骨相对固定的原因,从种植体邻牙的受力进行分析,种植修复体无咬合接触,邻牙承受的咬合力应更大,而该研究中并未显示其邻接丧失率更大,因此作者认为咬合力并不是邻接丧失的首要影响因素。

根据天然牙ACF移动的原理,当种植修复体及邻牙长期在较大咬合力量作用下,可能会增大ACF,导致邻牙近中向移动,以弥补近中邻牙之

间磨损产生的间隙,同时种植体“锚定”于牙槽骨上,两者之间的相对位移导致邻接部分或全部丧失,进而造成静止型食物嵌塞。

4.2 运动型食物嵌塞与咬合的关系

运动型食物嵌塞的主要原因之一是在咬合过程中,邻间隙的近远中牙短暂性移动度不同产生的相对间隙。在咬合力的作用下,天然牙在近远中向、颊舌向及垂直向均可能产生一定移动,种植修复体与天然牙动度的差异、咬合力作用下天然牙不同方向的移动对邻接紧密度产生影响,构成了运动型食物嵌塞的重要原因^[6]。

5 食物嵌塞的预防及治疗

5.1 咬合调整

一些学者通过不同方法反馈异常咬合接触点,并有针对性的进行局部调整或序列调整。徐娟等^[32]通过咬合硅橡胶印记对天然牙运动型食物嵌塞进行对症治疗,如骀外展隙处硅橡胶较薄的,调磨对侧的充填式牙尖;骀面窝沟处硅橡胶较薄的,加深窝沟建立食物排溢通道;远中天然牙有远中向移动的,调磨其近中斜面,序列治疗后2周,患者食物嵌塞症状均消失。杨洋等^[33]也提出上颌第二磨牙如仅在远中颊尖近中斜面出现接触高点时,应适当调磨,减小PCF。葛建水等^[34]通过调整咬合治疗垂直型食物嵌塞,用塞尺判断骀运循环中邻间隙是否大于0.06 mm,对后牙骀运循环中接触的斜面进行调整,并加深、加宽食物排溢道,如上颌磨牙食物嵌塞,调整远中牙的近中沟及颊沟;下颌磨牙食物嵌塞,调整近中牙的远中沟及舌沟。马毅慧等^[35]认为:咬合主功能区分布与食物嵌塞存在密切关系,需要对咬合接触进行调整来治疗食物嵌塞。张力等^[36]通过数字化口扫模型,进行咬合分析,对食物嵌塞天然牙进行调整,将咬合主功能区移至骀面中央,临床效果较好。咀嚼过程中,天然牙咬合接触点的分布、面积和受力大小可能对邻接关系有一定影响,可以通过咬合纸、蜡片、咬合记录材料、T-scan或数字化口扫的咬合界面,显示异常咬合接触点,调整咬合受力区,改善分力大小和方向,以减少天然牙移动导致的邻接变化^[35]。

5.2 其他预防及治疗方式

在预防和治疗种植修复体食物嵌塞方面,很多学者进行过不同的尝试和研究。种植修复方式

应尽量选择可拆卸更换的方式,Varthis等^[37]建议尽量选用螺丝固位方式,便于更换牙冠或者调整邻接。有学者^[38]提出适当增加戴牙时种植修复体邻接紧密度,但Ren等^[39]研究发现:种植修复体初戴时将紧密度设计为正常天然牙3倍,3个月后修复体的邻接紧密度均显著降低,加大邻接紧密度的有效性尚存争议。在对骀牙明显伸长呈阶梯状,以及邻牙向缺牙区大幅度倾斜等情况下,种植修复之前,应先通过正畸治疗调整至正常骀曲线^[19];轻度的对骀牙伸长及邻牙倾斜可少量调磨后再取模。在对骀有充填式牙尖时,可以降低牙尖高度,预防食物嵌塞症状^[17,40]。在牙冠的设计制作阶段,应注意骀面预留食物排溢通道,防止食物碎屑的滞留;邻面接触区域应适当增大接触面积,设计为面接触^[2,41];有研究^[42]通过深度学习发现:增大颊侧及骀方外展隙,可以降低运动型食物嵌塞发生概率;穿龈轮廓与修复体长轴角度应小于30°^[43],避免邻面过凸外形导致的菌斑堆积;种植体平台直径应与冠修复体的尺寸相匹配,宽牙冠应匹配宽的种植体平台^[44]等。戴入种植修复体后,使用正畸保持器^[45],一定程度上可以维持牙列形态,减少和避免邻面磨损,维持牙弓稳定,进而减少食物嵌塞发生率。

若出现食物嵌塞,有邻接丧失的情况下,可对种植修复体拆卸加瓷^[37];如邻牙需修复,也可通过邻牙的修复恢复邻接^[46];还有通过正畸技术关闭邻接间隙的治疗方式,但该方法适应证有限,长期效果不确定。检查邻牙牙周情况,若有牙齿出现松动应进行牙周基础治疗。若无邻接丧失,应检查并调整咬合,实现正常的骀力分布。若为水平型食物嵌塞,必要时进行软组织增量恢复龈乳头^[47]。当食物嵌塞难以通过治疗解决时,可以教导患者通过正确的刷牙方法,如巴氏刷牙法、圆弧法、竖刷法,结合牙线或牙间隙刷去除食物残渣及菌斑^[4]。有研究^[48-49]显示:在刷牙时辅助使用牙线或者牙间隙刷,可以显著去除牙菌斑,降低种植体周围牙龈炎症水平。

6 总结与展望

种植固定修复体食物嵌塞与种植邻牙的咬合存在明显相关关系。食物嵌塞根据邻间隙产生的时机分为静止型食物嵌塞及运动型食物嵌塞。静止型食物嵌塞与邻接丧失存在高度相关性。随年

龄的增长,牙列邻接处均有磨耗而产生间隙,天然牙在咬合力作用下,将被其近中分力推向前,以弥补前牙邻间缝隙,种植体因缺乏牙周膜而“锚定”于牙槽骨内,修复体与邻牙发生邻面接触丧失。同时,邻牙受力大小与邻接丧失可能存在关联,邻牙受力越大,越容易出现邻接丧失。运动型食物嵌塞的重要原因之一是邻牙可逆性的相对移动。处于不同位置的天然牙,由于咬合接触点的分布,可能发生不同方向的短暂移动,对邻接紧密度均会产生不同影响。而种植修复体的生理运动空间受限,因此咬合时邻牙受力大小及受力区也成为运动型食物嵌塞的关联因素。

种植固定修复体食物嵌塞并发症颇高的背景下,咬合对于种植固定修复体食物嵌塞的影响研究尤为重要,学者们期待有针对性地分析食物嵌塞可能的咬合原因,从而降低食物嵌塞的发生率。然而由于咬合变量的复杂性,以及咬合和咀嚼系统的持续性变化,有关咬合力对种植固定修复体食物嵌塞的影响,以往的临床研究较少。种植修复体食物嵌塞严重程度与间隙宽度及空间大小的量化关系,以及种植修复体不同类型食物嵌塞的诸多影响因素中咬合力的影响程度,如何在临床中发挥数字化优势进行精细化咬合调整(如三维点云^[42]、虚拟咬合纸^[20]、T-scan^[50]等)仍然是未来需要研究的方向。

利益冲突声明:作者声明本文无利益冲突。

7 参考文献

- [1] Linkow LI. Contact areas in natural dentitions and fixed prosthodontics[J]. J Prosthet Dent, 1962, 12(1): 132-137.
- [2] Chanthasan S, Mattheos N, Pisarnurakit PP, et al. Influence of interproximal peri-implant tissue and prosthesis contours on food impaction, tissue health and patients' quality of life[J]. Clin Oral Implants Res, 2022, 33(7): 768-781.
- [3] Papalexopoulos D, Samartzi TK, Tsirogiannis P, et al. Impact of maxillofacial growth on implants placed in adults: a narrative review[J]. J Esthet Restor Dent, 2023, 35(3): 467-478.
- [4] Chopra A, Sivaraman K, Narayan AI, et al. Etiology and classification of food impaction around implants and implant-retained prosthesis[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2019, 21(2): 391-397.
- [5] Wright EF. Elimination of a food impaction problem in the posterior maxillary region[J]. J Prosthet Dent, 1993, 69(5): 540-541.
- [6] 葛严军, 潘韶霞. 种植固定修复后食物嵌塞的发生原因及防治[J]. 中国实用口腔科杂志, 2024, 17(1): 26-32.
Ge YJ, Pan SX. Causes and prevention of food impaction after fixed im-plant supported restoration[J]. Chin J Pract Stomatol, 2024, 17(1): 26-32.
- [7] Byun SJ, Heo SM, Ahn SG, et al. Analysis of proximal contact loss between implant-supported fixed dental prostheses and adjacent teeth in relation to influential factors and effects. A cross-sectional study[J]. Clin Oral Implants Res, 2015, 26(6): 709-714.
- [8] Liang CH, Nien CY, Chen YL, et al. The prevalence and associated factors of proximal contact loss between implant restoration and adjacent tooth after function: a retrospective study[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2020, 22(3): 351-358.
- [9] Ko KW, Cheng CW, Hsu YJ, et al. A two-year prospective study to compare the peri-implant parameters of posterior implant-supported single crowns with and without mesial proximal contact loss[J]. J Dent Sci, 2024, 19(3): 1673-1679.
- [10] Oh WS, Oh J, Valcanaia AJ. Open proximal contact with implant-supported fixed prostheses compared with tooth-supported fixed prostheses: a systematic review and meta-analysis[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2020, 30(6): e99-e108.
- [11] Sheba M, Floriani F, Nimmo A, et al. Interproximal contact loss between implant restorations and adjacent natural teeth: a systematic review and meta-analysis[J]. J Prosthodont, 2024, 33(4): 313-323.
- [12] Fathi A, Mosharraf R, Ebadian B, et al. Prevalence of proximal contact loss between implant-supported prostheses and adjacent natural teeth: an umbrella review[J]. Eur J Dent, 2022, 16(4): 742-748.
- [13] Stallard H. The anterior component of the force of mastication and its significance to the dental apparatus[J]. Dent Cosm, 1923, 65(5): 457-474.
- [14] Southard TE, Behrents RG, Tolley EA. The anterior component of occlusal force. Part 2. Relationship with dental malalignment[J]. Am J Orthod Dentofa-

- cial Orthop, 1990, 97(1): 41-44.
- [15] Vardimon AD, Beckmann S, Shpack N, et al. Posterior and anterior components of force during bite loading[J]. *J Biomech*, 2007, 40(4): 820-827.
- [16] 王茂夏, 戴冠宇, 孟玉坤. 垂直型食物嵌塞的机制探究[J]. *国际口腔医学杂志*, 2018, 45(2): 245-248.
Wang MX, Dai GY, Meng YK. Mechanism of vertical food impaction[J]. *Int J Stomatol*, 2018, 45(2): 245-248.
- [17] 赵喆, 周明, 王青, 等. 邻接紧密型食物嵌塞的发病特点及邻接间隙变化的量化研究[J]. *实用口腔医学杂志*, 2022, 38(1): 65-69.
Zhao Z, Zhou M, Wang Q, et al. The characters of food impaction of the teeth with tight proximal contact and quantitative study of the in-terproximal space change[J]. *J Pract Stomatol*, 2022, 38(1): 65-69.
- [18] Wang HY, Chen H, Tian SK, et al. Quantitative evaluation of the proximal contact area gap change characterization under intercuspals occlusion by intra-oral 3D scanning: food impaction with tight proximal contact[J]. *J Esthet Restor Dent*, 2024, 36(9): 1258-1266.
- [19] 王青, 赵喆, 唐恺, 等. 第二磨牙全冠修复后食物嵌塞的临床分析与邻接紧密型全冠咬合接触的量化研究[J]. *实用口腔医学杂志*, 2023, 39(3): 343-347.
Wang Q, Zhao Z, Tang K, et al. Clinical analysis of food impaction and quantitative study of occlusal contact after crown restoration of the second molars [J]. *J Pract Stomatol*, 2023, 39(3): 343-347.
- [20] Zhao Z, Wang Q, Li JL, et al. Occlusal contact characteristics of molar teeth with food impaction: insights from a new digital technique[J]. *J Dent*, 2024, 147: 105133.
- [21] Nicklisch N, Hinrichs C, Palaske L, et al. Variability in human tooth cementum thickness reflecting functional processes[J]. *J Periodontal Res*, 2024, 59(2): 408-419.
- [22] Klinge A, Tranaeus S, Becktor J, et al. The risk for infraposition of dental implants and ankylosed teeth in the anterior maxilla related to craniofacial growth, a systematic review[J]. *Acta Odontol Scand*, 2021, 79(1): 59-68.
- [23] Bishara SE, Treder JE, Damon P, et al. Changes in the dental arches and dentition between 25 and 45 years of age[J]. *Angle Orthod*, 1996, 66(6): 417-422.
- [24] Dörfer CE, von Bethlenfalvy ER, Staehle HJ, et al. Factors influencing proximal dental contact strengths[J]. *Eur J Oral Sci*, 2000, 108(5): 368-377.
- [25] Ishihara H. Influence of occlusal contacts on tooth displacement[J]. *Kokubyo Gakkai Zasshi*, 2000, 67(4): 310-321.
- [26] Satsuma T. Measurement and analysis of upper first premolar movement in six-degree-of-freedom[J]. *Nihon Hotetsu Shika Gakkai Zasshi*, 1999, 43(2): 344-354.
- [27] Oh SH, Nakano M, Bando E, et al. Relationship between occlusal tooth contact patterns and tightness of proximal tooth contact[J]. *J Oral Rehabil*, 2006, 33(10): 749-753.
- [28] Jo DW, Kwon MJ, Kim JH, et al. Evaluation of adjacent tooth displacement in the posterior implant restoration with proximal contact loss by superimposition of digital models[J]. *J Adv Prosthodont*, 2019, 11(2): 88-94.
- [29] Hua W, Tomotake Y, Kan NG, et al. Implant prostheses and adjacent tooth migration: preliminary retrospective survey using 3-dimensional occlusal analysis[J]. *Int J Prosthodont*, 2008, 21(4): 302-304.
- [30] Koori H, Morimoto K, Tsukiyama Y, et al. Statistical analysis of the diachronic loss of interproximal contact between fixed implant prostheses and adjacent teeth[J]. *Int J Prosthodont*, 2010, 23(6): 535-540.
- [31] French D, Naito M, Linke B. Interproximal contact loss in a retrospective cross-sectional study of 4325 implants: distribution and incidence and the effect on bone loss and peri-implant soft tissue[J]. *J Prosthet Dent*, 2019, 122(2): 108-114.
- [32] 徐娟, 方碧松, 马宏, 等. 序列调骀法治疗运动型食物嵌塞的临床观察[J]. *华西口腔医学杂志*, 2009, 27(6): 626-628, 632.
Xu J, Fang BS, Ma H, et al. Clinical observation of sequential occlusal adjustment for kinetic food impaction[J]. *West China J Stomatol*, 2009, 27(6): 626-628, 632.
- [33] 杨洋, 谭建国. 一步一步做好牙体缺损修复后食物嵌塞的预防和治疗[J]. *中华口腔医学杂志*, 2021, 56(8): 821-825.

- Yang Y, Tan JG. Prevention and treatment of food impaction after full crown restoration: step by step [J]. Chin J Stomatol, 2021, 56(8): 821-825.
- [34] 葛建水, 闻妙仙. 垂直型食物嵌塞调殆治疗中选磨顺序与定位的初步探讨[J]. 口腔医学, 2014, 34(1): 76-78.
- Ge JS, Wen MX. Preliminary discussion on the order and location of grinding in vertical food impaction treatment[J]. Stomatology, 2014, 34(1): 76-78.
- [35] 马毅慧, 郭家平, 王虎中, 等. 咬合主功能区调整对食物嵌塞治疗效果临床观察[J]. 临床口腔医学杂志, 2013, 29(11): 683-685.
- Ma YH, Guo JP, Wang HZ, et al. Clinical studies of occlusal adjustment with main functional zones for food impaction[J]. J Clin Stomatol, 2013, 29(11): 683-685.
- [36] 张力, 姚丽娜, 袁玮, 等. 口内扫描在食物嵌塞治疗中的应用[J]. 实用口腔医学杂志, 2022, 38(1): 102-106.
- Zhang L, Yao LN, Yuan W, et al. Application of intraoral scanning in the treatment of food impaction [J]. J Pract Stomatol, 2022, 38(1): 102-106.
- [37] Varthis S, Tarnow DP, Randi A. Interproximal open contacts between implant restorations and adjacent teeth. Prevalence-causes-possible solutions[J]. J Prosthodont, 2019, 28(2): e806-e810.
- [38] Shi JY, Zhu Y, Gu YX, et al. Proximal contact alterations between implant-supported restorations and adjacent natural teeth in the posterior region: a 1-year preliminary study[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2019, 34(1): 165-168.
- [39] Ren SX, Lin Y, Hu XL, et al. Changes in proximal contact tightness between fixed implant prostheses and adjacent teeth: a 1-year prospective study[J]. J Prosthet Dent, 2016, 115(4): 437-440.
- [40] 李卓仑, 武峰, 李琳琳, 等. 邻接紧密型食物嵌塞的发病机制与诊疗技术研究进展[J]. 中华口腔医学杂志, 2019, 54(4): 278-281.
- Li ZL, Wu F, Li LL, et al. Etiology and clinical technology of the food impaction with tight proximal contacts[J]. Chin J Stomatol, 2019, 54(4): 278-281.
- [41] Wang J, Tang YM, Qiu LX, et al. Influence of buccal emergence profile designs on peri-implant tissues: a randomized controlled trial[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2022, 24(3): 329-338.
- [42] Cheng YT, Wang ZJ, Shi Y, et al. Research on the characteristics of food impaction with tight proximal contacts based on deep learning[J]. Comput Math Methods Med, 2021, 2021: 1000820.
- [43] Soulam S, Slot DE, van der Weijden F. Implant-abutment emergence angle and profile in relation to peri-implantitis: a systematic review[J]. Clin Exp Dent Res, 2022, 8(4): 795-806.
- [44] Dixon DR, London RM. Restorative design and associated risks for peri-implant diseases[J]. Periodontol 2000, 2019, 81(1): 167-178.
- [45] Kandathilparambil MR, Nelluri VV, Vayadadi BC, et al. Evaluation of biological changes at the proximal contacts between single-tooth implant-supported prosthesis and the adjacent natural teeth—an *in vivo* study[J]. J Indian Prosthodont Soc, 2020, 20(4): 378-386.
- [46] 李可冰, 王晓红, 胡万宁. 固定义齿修复后食物嵌塞的原因分析及扩隙树脂修复治疗[J]. 华西口腔医学杂志, 2016, 34(4): 395-397.
- Li KB, Wang XH, Hu WN. Cause of food impaction after fixed denture restoration and therapeutic effect of gap expansion and resin repair[J]. West China J Stomatol, 2016, 34(4): 395-397.
- [47] Rasperini G, Tavelli L, Barootchi S, et al. Interproximal attachment gain: the challenge of periodontal regeneration[J]. J Periodontol, 2021, 92(7): 931-946.
- [48] Bevilacqua L, Lorenzon MG, Bjedov M, et al. Evaluation of the efficacy of inter-dental brush and dental floss for peri-implant mucositis: a crossover randomized clinical trial[J]. Int J Dent Hyg, 2024, 22(3): 779-788.
- [49] AlMoharib HS, AlAskar MH, Abuthera EA, et al. Efficacy of three interdental cleaning methods for peri-implant health maintenance of single implant-supported crowns: a randomised clinical trial[J]. Oral Health Prev Dent, 2024, 22: b4854607.
- [50] Qadeer S, Özcan M, Edelhoff D, et al. Accuracy, reliability and clinical implications of static compared to quantifiable occlusal indicators[J]. Eur J Prosthodont Restor Dent, 2021, 29(3): 130-141.
- (本文编辑 王姝)