

## 微动力系统在下颌低位阻生牙拔除中的研究进展

李娜<sup>1</sup> 范亚伟<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>山西医科大学口腔医学院·口腔医院口腔颌面外科,太原 030001; <sup>2</sup>山西医科大学第一医院口腔颌面外科,太原 030001

通信作者:范亚伟,Email:yaweifan1970@163.com

**【摘要】** 下颌低位阻生第三磨牙拔除术是牙槽外科中较为复杂的手术。近几年,随着微创技术在口腔领域的快速发展,传统拔牙技术已逐渐被取代。为使微创拔牙安全舒适高效,外科专用涡轮手机、超声骨刀和增速手机等微动力器械已逐渐应用于临床。每种微动力器械各具优势与不足,部分医师开始尝试将其联合使用。本文从优势互补、微创高效和少去骨、多分牙的角度出发,就各种最新微动力系统的优缺点及其联合使用辅助拔除下颌低位阻生牙做一阐述,使其优势互补,从而为临床医师及患者提供更多最佳选择。

**【关键词】** 外科专用涡轮手机; 种植机; 超声骨刀; 增速手机

**引用著录格式:**李娜,范亚伟.微动力系统在下颌低位阻生牙拔除中的研究进展[J].中华口腔医学研究杂志(电子版),2022,16(4):265-268.

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.04.011

### Research progress of micropower systems in the extraction of impacted mandibular third molars (Class C, Pell & Gregory)

Li Na<sup>1</sup>, Fan Yawei<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Shanxi Medical University School and Hospital of Stomatology, Taiyuan 030001, China; <sup>2</sup>Department of Oral and Maxillofacial Surgery, First Hospital of Shanxi Medical University, Taiyuan 030001, China  
Corresponding author: Fan Yawei, Email:yaweifan1970@163.com

**【Abstract】** The extraction of impacted mandibular third molars (Class C, Pell & Gregory) is a complicated operation in alveolar surgery. In recent years, with the rapid development of minimally invasive techniques in the field of dentistry, traditional extraction techniques have been gradually replaced. To make tooth extraction safe, comfortable, efficient and minimally invasive, high-speed dental handpieces, piezo-surgery, speed-increasing contra-angle handpieces and other micropower equipment have been gradually applied in clinical practice. Such micropower devices have their own advantages and disadvantages, such that the combined use of them has been found in clinic. Based on the complementarity, the degree of invasiveness, efficiency as well as the concept of less bone

removal and more teeth separation, this article discussed the advantages and disadvantages of the latest micropower systems and their combined use in the extraction of impacted mandibular third molars, so as to provide clinicians and patients with more options.

**【Key words】** High-speed dental handpiece; Implanter; Piezo-surgery; Speed-increasing contra-angle handpiece

DOI:10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2022.04.011

随着饮食变化,人类进化及颌骨退化等原因,阻生第三磨牙在人群中的发生率为90%,其中有33%的人最少有1颗阻生第三磨牙<sup>[1]</sup>。由于下颌低位阻生第三磨牙位置、深度和角度的特殊性,其存在易并发间隙感染、邻牙牙根吸收及远中龋和颌骨囊肿等<sup>[2-3]</sup>。目前,最主要的预防方法为拔除,其常见术后并发症有下牙槽神经损伤、术创感染、干槽症、颞下颌关节损伤、术后肿胀及皮下气肿等<sup>[4]</sup>。传统拔牙方法虽简单易行,但创伤大、并发症多,患者极度恐惧,体验感极差。从20世纪50年代开始,有学者将涡轮机应用于阻生牙拔除术中,开启了微动力系统拔牙的新时代<sup>[5]</sup>。之后逐渐有研究者将新型微动力系统如超声骨刀、电动拔牙手机和气动牙挺等应用于牙拔除术,弥补了传统拔牙技术的缺陷,极大改进了不足。

#### 一、气动式系统

1. 外科专用涡轮手机:20世纪90年代,外科专用涡轮手机开始应用于阻生齿的拔除<sup>[6]</sup>,由于其性能优越,已逐渐代替传统涡轮机。与传统涡轮机相比,外科专用涡轮手机有以下优势:(1)其机头长轴与机柄之间呈45°夹角,机头较小,术者视野更清楚,从而在可视下进行操作,切割方向更加灵活,更适合对下颌低位阻生智齿的牙体组织及周围骨组织进行切割。(2)操作时转速可达100 000 r/min以上,切割效率明显优于种植机、超声骨刀等微创拔牙设备,从而减少手术时间。(3)外科专用涡轮手机采用后排气设计,前端无气体排出,使机头下方无高压气流。术中可减小翻瓣范围,降低术后肿胀程度。冷却水以单点柱状集中喷在车针末端,直接冷却局部切削部位,避免了切割时产热过高灼伤邻近软硬组织。而传统的涡轮机冷却水呈雾状喷在牙体组织上,导致术者视野不清,且不能有效地冷却车针,切割产生的碎屑也会被向下的气流吹进深层组织,容易造成皮下气肿及拔牙创感染,同时高速气流造成操作区域内各种液体的飞溅会影响诊室环境。

(4)外科专用涡轮手机可直接连接在综合治疗台上,操作方便,减少了购买设备的费用。(5)配合外科专用加长切割裂钻,解决了拔除下颌低位阻生牙时分牙的难度。但是,也存在一些缺点:(1)转速过高,对软组织无保护作用且转速不可调节。(2)虽然其出水形式较传统涡轮机能更好地降低操作区域的温度,但配合使用加长裂钻时,可能无法达到预期的冷却效果。去骨时,有导致骨灼伤的风险,切割线边缘的骨细胞可因热损伤发生无菌性炎症或吸收,使患者术后出现疼痛并发症的风险增加。(3)使用外科专用涡轮手机时,也易污染诊室环境,被污染的气溶胶颗粒可出现在离患者4 m处<sup>[7]</sup>。

2. 气动牙挺:其采用气动高频震动的方式<sup>[8]</sup>,增隙和拔牙效率优于普通牙挺,普通牙挺因挺刃有一定厚度,在楔入牙周间隙时,用力太小可能无法楔入,用力过大容易滑脱,造成邻近软组织损伤,如骨质致密,常需借用锤子敲击楔入,可能会造成颞下颌关节的损伤及邻近牙槽骨劈裂。为解决此不足,挺刃菲薄的微创牙挺开始应用于临床,但因其强度不够,只能采用楔力,而不能使用杠杆力,否则常导致挺刃变形。因此,在2016年气动牙挺的研发获得了国家级技术专利,其直接插在牙椅上使用,施力位点精准稳定,无需敲击,手术安全性提高。但其还不能完全满足临床需求,常需配合其他器械使用。

3. 可多角度调节型牙科高速手机:此新型器械在操作过程中可调节性地多角度上下转动和摆动,更适用于下颌低位阻生第三磨牙的特殊解剖位置,减少了操作难度。但由于其刚申请专利,目前还未有相关文献报道。

4. 同步可视化牙科手机:此器械可实时将术区情况传递至显示终端,使操作盲区变可视化,如下牙槽神经,舌侧骨板和邻牙牙根;增加了去骨分牙过程中的可控性;减少了对翻瓣及去骨范围的要求;由于可视化效果的改善,手术时间缩短;更便于带教学生,医患沟通及医护配合;改善医生脊椎腰痛等职业病<sup>[9-10]</sup>。

## 二、超声系统

超声骨刀由意大利口外科医生Tomaso于1988年改进并应用在口颌面外科。其原理是利用高强度聚焦超声原理,通过换能装置将电能转化为机械能,经过高频超声震荡,达到切割目的<sup>[11]</sup>。我国啄木鸟超声骨刀于2009年在国外首先应用,2017年在国内开始应用于临床。此创新性设备具有以下优势:(1)冷切割模式:Gülনার等<sup>[12]</sup>研究表明,切割骨面时分别使用超声骨刀和涡轮钻,结果发现超声骨刀组产生的应激蛋白70表达水平仅为涡轮机组的一半,可见其操作时产热量极少,同时低温冷却水可对手术区域进行有效地降温,保证术区温度最高不超过38℃,避免了骨灼伤及邻近软组织损伤,术区组织活性得到很好的保证,有利于术后创口愈合<sup>[13-14]</sup>,减轻术后疼痛及肿胀等并发症<sup>[15]</sup>。(2)选择性组织切割<sup>[16]</sup>:该设备的工作频率一般是24.0~29.5 kHz,恰好对声阻抗较高的骨组织起到切割作用,对于声阻抗较低的软组织,则需要大于50 kHz的频率才能对其有切割作用。正因其对组织的识别功能,术中可避开牙周软组织、血管和周边神经等,即使刀头不小心接触,也不会导致其损伤,尤其对毗

邻下牙槽神经、舌神经的下颌低位阻生第三磨牙及存在较粗磨牙后管、前行管等下牙槽神经血管束分支的智齿,显示出其独特的优势,据文献报道,舌神经术中损伤的发生率为0%~23%<sup>[17]</sup>,下牙槽神经损伤的风险为13.2%<sup>[18]</sup>,因此,超声骨刀极大减小了术后并发症的发生。(3)微米级精确切割,震动小<sup>[19]</sup>;工作精度用微米计量,其头部摆动横向振幅<30 μm,径向振幅20~200 μm。微米级振幅使操作时几乎无震动,术者只需很小的力即可握持,最大程度地掌控切割动作,防止因切割失误导致邻近组织损伤,手术安全性及可控性得到提高。(4)空穴效应:利用此作用,既可限制手术区域出血<sup>[20]</sup>,又可清除创口内的碎屑和血液,从而使术野清晰,方便操作,减少了术中塞棉球止血的繁琐步骤。(5)操作灵活:其配有专用的多种功能、多种弯曲角度及形态的工作尖,可常规切割,亦可各种方向曲线运动,切割轨迹自由,适合在低位阻生第三磨牙独特的解剖位置及狭窄的空间内操作。由于工作尖细长,增隙时便于切除阻生牙周围的牙周韧带组织,插入较深的位置,更好解除牙齿阻力。同时可减少骨缺损,保持第二磨牙远颊及其远中的骨高度,最大程度地避免下颌第二磨牙远中探诊深度增加、附着丧失及附着龈宽度的减少。(6)无气流产生:术中可减少翻瓣范围,从而减轻术后肿胀程度及避免皮下气肿的发生。(7)输水管可重复灭菌使用:既减少了一次性物品的使用消耗又可达到无菌操作的目的,减少术后发生感染的概率。(8)噪音小<sup>[21]</sup>:减轻患者拔牙过程的紧张度和恐惧感,提高患者舒适度及主观感受。

但此新型设备也存在一些问题:(1)该设备价格较贵,需配备专用工作尖,使用成本高,增加了患者的拔牙手术费用。(2)其切割效率低,如术中需要去除较多骨质及分牙时,手术时间将明显延长,患者长时间大张口及创口长时间暴露,易导致颞下颌关节的损伤及术后反应的增加<sup>[22]</sup>,同时也增加了工作尖的使用时间,易导致其损伤,缩短使用寿命。

## 三、电动式系统

近几年,种植技术发展迅速,种植机逐渐开始应用于阻生智齿的拔除。与传统涡轮机相比,使用种植机有以下优势:(1)种植机常用转速为2 000~3 000 r/min,在去骨操作时可精确控制,从而避免不必要的骨量丢失及第二磨牙远中牙周组织附着的丧失及牙周袋的形成<sup>[23-24]</sup>;同时,其转速小,对组织切割时产热少,避免了对骨组织的热损伤,术后牙槽窝恢复较快,术后疼痛,皮下气肿等并发症减少。(2)可借助其独立的0.9%氯化钠溶液冷却水系统进行降温,既避免了骨灼伤,又满足无菌条件。(3)种植机常配有直机头和弯机头两种类型,其车针长度也不同,可满足拔除阻生齿时对角度及深度的要求。

但种植机也具有下列不足:(1)转速慢,牙齿切割效率低,从而延长了手术时间,导致患者的体验感降低;长期大张口会引起患者颞下颌关节的不适,长期的拔牙创口暴露也会增加患者的术后反应。(2)由于此设备价格较贵,限制了其广泛应用于临床。(3)一次性耗材使用增多,从而增加了拔牙手术的成本。

目前市面上出现了1:3、1:5的增速手机与其配合使用,将

种植机转速分别提高3、5倍,最高可增速至200 000 r/min,可以达到和外科专用涡轮手机相近的切割效果<sup>[25]</sup>。啄木鸟新型改良电动马达采用了外置盐水的方式,并可与1:3、1:4.2、1:5的增速手机配合使用。且其同时具备拔牙模式与修复模式。拔除阻生齿时可完全替代种植机。有研究表明,增速手机(电动手机)在操作过程中所产生的平均温度比外科专用涡轮手机(气动手机)低,且有更高的推进速率<sup>[26]</sup>。增速手机具有以下优势:(1)增速手机扭矩大<sup>[27]</sup>,属机械性多齿轮传导工作,搭配电动马达使用,操作过程中遇到阻力不会因减慢速度或止停而被卡在硬组织中,因此在临床实际操作中,比如分根、截断牙冠时,增速手机效率更高,且由于其在切割过程中保持高转矩,术者会有很好的接触反馈,从而使切割过程得到控制。而外科专用涡轮手机扭矩小,属气压带动机芯工作,其在操作中遇阻力就会减慢速度,导致转速不稳定,初学者术中难以精准把控,且因其小转矩,切割釉质时可能发生卡顿,影响切割效率,延长了手术时间。有研究表明,轻负载时,两种手机的表现相似,但当对手机施加更大的力并且增加切割速率时,外科专用涡轮手机无法应对稳定的重负载,往往会失速<sup>[28]</sup>。而增速手机能够更好地应对增加的负载。(2)牙科综合治疗椅结构复杂,其输水管内的环境条件可能促进微生物的增殖,在管道的内表面上形成生物膜<sup>[29]</sup>,对其管道进行清洁消毒较为困难,很难彻底灭菌,而增速手机配有独立的供水装置,可达到一患一换,避免了交叉感染,术后干槽症及创口感染的发生率显著降低。(3)其机头长轴与机柄之间呈45°夹角,使术者视野清楚,且其适用加长加粗车针,不仅方便操作,减少手术时间,且在分冠后,冠根间隙大,为挺出牙冠或牙根留有空间,减少手术难度。(4)新一代增速手机在重量上有很大程度的减轻,更有益于术者长时间操作。(5)其转速可调节,通常选用120 000~150 000 r/min,可控性高。(6)电动拔牙手机因其不使用压缩空气,所以只产生局部的污染,不太可能产生超出直接治疗区域(1.5 m)的气溶胶污染,从而可以在大多数开放式诊所环境中安全地使用<sup>[30]</sup>。其缺点是:(1)该设备价格较高,一次性物品消耗较多,增加了手术成本及患者拔牙费用。(2)对邻近牙周软组织、血管和神经无保护作用。

#### 四、联合使用,扬长避短

超声骨刀联合新型电动马达配合增速手机,在术中用增速手机完全代替外科专用涡轮手机<sup>[31]</sup>,在切骨增隙时使用超声骨刀,利用其器械的精细度,精准切割,分牙时使用增速手机,减少手术时间,当分冠或分根不彻底,又邻近舌神经或下牙槽神经时,或者智齿根尖有骨性粘连时,可借助超声骨刀进行精准切割<sup>[32]</sup>。结合两者优势,从而使拔牙手术时间比单纯使用骨刀明显缩短,且减少了神经损伤的风险,减少术中出血及对软组织的损伤,安全性高,有利于术后创口愈合,减轻术后疼痛、肿胀、张口受限等并发症,患者主观满意度提高,达到高效微创的手术效果,值得临床上应用推广。

口腔外科拔牙过程中的微创有以下三层含义:(1)必须保护好重要的神经血管;(2)节约手术时间;(3)在达到前两个目的的情况下,尽量减小创口。所以超声骨刀联合电动拔牙手机<sup>[33]</sup>,

这必然是一个社会发展趋势,牙椅上的手机适用于不见血的牙体预备、窝洞制备等,对拔除阻生齿等见血的治疗,卫生行政主管部门对医院的要求只会越来越严格,重点患者、高风险患者推荐使用电动拔牙手机联合超声骨刀,排除外科专用涡轮手机的弊端,将达到最佳临床效果,实现真正的微创治疗。

有部分文献报道了,低速直机配合高速涡轮机拔除下颌低位阻生第三磨牙<sup>[34]</sup>。气动牙挺、可多角度调节型手机,以及同步可视化手机的使用,但在临床上还未得到普及推广,缺乏更多的临床数据支持,因此本文对其联合使用将不做过多阐述。

目前,微创拔牙技术已应用于临床。工欲善其事必先利其器,拔牙手术的创伤,不仅与拔牙技术和智齿阻生程度有关,更与微创拔牙设备的使用有直接关系。随着先进器械和设备的推广,拔牙手术越来越微创安全,精准高效。在临床实际工作中,可根据患者需求及意愿、智齿阻生程度及与神经管的关系,选择最佳微动力系统联合使用,在软硬组织创伤控制及术中术后患者体验度方面达到最佳平衡点,从而实现舒适化诊疗。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突

#### 参 考 文 献

- [1] Arta SA, Pourabbas Kheyradin R, Mesgarzadeh AH, et al. Comparison of the influence of two flap designs on periodontal healing after surgical extraction of impacted third molars [J]. J Dent Res Dent Clin Dent Prospects, 2011, 5(1): 1-4. DOI: 10.5681/joddd.2011.001.
- [2] Le SH, Nguyen NM, Nguyen NT, et al. Anatomical positions of mesially/horizontally impacted mandibular third molars are significant predictors for distal caries in adjacent second molars [J]. Int J Dent, 2022; 8482209. DOI: 10.1155/2022/8482209.
- [3] Peñarrocha-Diago M, Camps-Font O, Sánchez-Torres A, et al. Indications of the extraction of symptomatic impacted third molars. A systematic review [J]. J Clin Exp Dent, 2021, 13(3): e278-e286. DOI: 10.4317/jced.56887.
- [4] Guillaumet - Claire MA, Juiz - Camps AM, Gay - Escoda C. Prevalence of intraoperative and postoperative iatrogenic mandibular fractures after lower third molar extraction: A systematic review [J]. J Clin Exp Dent, 2022, 14(1): e85-e94. DOI: 10.4317/jced.58390.
- [5] Kilpatrick HC. Removal of impacted third molars utilizing speeds up to 200,000 r.p.m [J]. Oral Surg Oral Med Oral Pathol, 1958, 11(4): 364-369. DOI: 10.1016/0030-4220(58)90073-2.
- [6] 胡开进,李永锋. 牙槽外科新进展 [J]. 实用医院临床杂志, 2014, 11(3): 14-17.
- [7] Lempel E, Szalma J. Effect of spray air settings of speed-increasing contra-angle handpieces on intrapulpal temperatures, drilling times, and coolant spray pattern [J]. Clin Oral Investig, 2022, 26(1): 523-533. DOI: 10.1007/s00784-021-04030-3.
- [8] 齐小良,张丽军. 气动牙挺与传统牙挺用于不同难度牙拔除术效果比较 [J]. 人民军医, 2021, 64(12): 1279-1281+1283. DOI: 10.3969/j.issn.1000-9736.2021.12.033.
- [9] 郭竹玲,黄厂,冉秋池,等. 一种同步可视化牙科手机的研发与应用 [J]. 中国医疗器械信息, 24(21): 26+33. DOI: 10.3969/j.

- issn.1006-6586.2018.21.010.
- [10] Emery RW, Korj O, Agarwal R. A review of in-office dynamic image navigation for extraction of complex mandibular third molars [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2017, 75 (8) : 1591 - 1600. DOI:10.1016/j.joms.2017.03.031.
- [11] Pavlíková G, Foltán R, Horká M, et al. Piezosurgery in oral and maxillofacial surgery [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2011, 40 (5):451-457. DOI:10.1016/j.ijom.2010.11.013.
- [12] Gülnahar Y, Hüseyin Köşger H, Tutar Y. A comparison of piezosurgery and conventional surgery by heat shock protein 70 expression [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2013, 42 (4) : 508 - 510. DOI:10.1016/j.ijom.2012.10.027.
- [13] Al - Delayme RMA. Randomized clinical study comparing Piezoelectric Surgery with conventional rotatory osteotomy in mandibular third molars surgeries [J]. *Saudi Dent J*, 2021, 33 (1):11-21. DOI:10.1016/j.sdentj.2019.11.010.
- [14] D'Alessandro D, Ricci C, Milazzo M, et al. Piezoelectric Signals in vascularized bone regeneration [J]. *Biomolecules*, 2021, 11 (11):1731. DOI:10.3390/biom11111731.
- [15] Vucetic M, Freilich M, Marija MS, et al. The effect of piezosurgery on the oxidative stress and immediate post extraction discomfort following complex teeth extractions prior to implant placement [J]. *Clin Oral Implants Res*, 2018, 29:467. DOI: 10.1111/clr.352\_13358.
- [16] Martins M, Vieira WA, Paranhos LR, et al. Comparison of piezosurgery and conventional rotary instruments in schneider's membrane sinus lifting: A pilot randomized trial [J]. *J Clin Exp Dent*, 2021, 13(8):e802-e808. DOI:10.4317/jced.57953.
- [17] Petroni G, Passaretti A, Zaccheo F, et al. Lingual flap protection during third molar surgery: A literature review [J]. *Eur J Dent*, 2021, 15(4):776-781. DOI:10.1055/s-0041-1730042.
- [18] El Mobadder M, Nammour S, Ortega M, et al. Photobiomodulation therapy applied after 6 months for the management of a severe inferior alveolar nerve injury [J]. *Life (Basel)*, 2021, 11 (12) : 1420. DOI:10.3390/life11121420.
- [19] Nehme W, Fares Y, Abou-Abbas L. Piezo-surgery technique and intramuscular dexamethasone injection to reduce postoperative pain after impacted mandibular third molar surgery: A randomized clinical trial [J]. *BMC Oral Health*, 2021, 21 (1) : 393. DOI:10.1186/s12903-021-01759-x.
- [20] Alrefai M, Daboul A, Fleischhacker B, et al. Piezoelectric versus conventional techniques for orthognathic surgery: Systematic review and meta-analysis [J]. *J Stomatol, Oral and Maxillofac Surg*, 2022, 123(5) :e273-e278. DOI:10.1016/j.jomas.2021.12.005.
- [21] Valente NA, Cosma L, Nocca G, et al. Piezoelectric device versus conventional osteotomy instruments in the comparison of three different bone harvesting methods: An istomorphometric, phonometric, and chronometric evaluation [J]. *Int J Oral Maxillofac Implants*, 2019, 34(5) :1070-1077. DOI:10.11607/jomi.7309.
- [22] Gulnahar Y, Alpan AL. Comparison of postoperative morbidity between piezoelectric surgery and conventional rotary instruments in mandibular third molar surgery: A split-mouth clinical study [J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2021, 26 (3) : e269-e275. DOI:10.4317/medoral.24085.
- [23] Sayed N, Bakathir A, Pasha M, et al. Complications of third molar extraction: A retrospective study from a tertiary healthcare centre in Oman [J]. *Sultan Qaboos Univ Med J*, 2019, 19 (3) : e230-e235. DOI:10.18295/squmj.2019.19.03.009.
- [24] Aniko-Włodarczyk M, Jaroń A, Preuss O, et al. Evaluation of the effect of surgical extraction of an impacted mandibular third molar on the periodontal status of the second molar-prospective study [J]. *J Clin Med*, 2021, 10(12) :2655. DOI:10.3390/jcm10122655.
- [25] Rotella M, Ercoli C, Funkenbusch PD, et al. Performance of single-use and multiuse diamond rotary cutting instruments with turbine and electric handpieces [J]. *J Prosthet Dent*, 2014, 111 (1):56-63. DOI:10.1016/j.prosdent.2013.06.003.
- [26] Ercoli C, Rotella M, Funkenbusch PD, et al. *In vitro* comparison of the cutting efficiency and temperature production of ten different rotary cutting instruments. Part II : electric handpiece and comparison with turbine [J]. *J Prosthet Dent*, 2009, 101(5) : 319-331. DOI:10.1016/S0022-3913(09)60064-0.
- [27] Campbell SC. Are friends electric? : A review of the electric handpiece in clinical dental practice [J]. *Dent Update*, 2013, 40 (3):194-196,199-200. DOI:10.12968/denu.2013.40.3.194.
- [28] Watson TF, Flanagan D, Stone DG. High and low torque handpieces: Cutting dynamics, enamel cracking and tooth temperature [J]. *Br Dent J*, 2000, 188 (12) : 680-686. DOI: 10.1038/sj.bdj.4800576.
- [29] Spagnolo AM, Sartini M, Cristina ML. Microbial contamination of dental unit waterlines and potential risk of infection: A narrative review [J]. *Pathogens*, 2020, 9(8) :651. DOI:10.3390/pathogens9080651.
- [30] Allison JR, Edwards DC, Bowes C, et al. The effect of high-speed dental handpiece coolant delivery and design on aerosol and droplet production [J]. *J Dent*, 2021, 112:103746. DOI:10.1016/j.jdent.2021.103746.
- [31] 向国林, 李林林, 魏钰璋, 等. 超声骨刀联合45°反角涡轮钻去除下颌阻生智齿的临床应用 [J]. *口腔医学研究*, 2020, 36(7) : 674-677. DOI:10.13701/j.cnki.kqxyj.2020.07.015.
- [32] Srivastava P, Shetty P, Shetty S. Comparison of surgical outcome after impacted third molar surgery using piezotome and a conventional rotary handpiece [J]. *Contemp Clin Dent*, 2018, 9 (Suppl 2):S318-S324. DOI:10.4103/ccd.ccd\_354\_18.
- [33] 白希婧, 吕东升, 周贤, 等. 增速手机配合种植机与高速涡轮机在下颌低位阻生智齿中的应用比较 [J]. *广东医学*, 2020, 41 (4):349-352. DOI:10.13820/j.cnki.gdyx.20193284.
- [34] 李方, 王涛, 苏智勇, 等. 低速手机配合高速涡轮机微创拔牙法的临床研究 [J]. *实用中西医结合临床*, 2021, 21(9) :98-99. DOI:10.13638/j.issn.1671-4040.2021.09.049.

(收稿日期:2022-05-09)

(本文编辑:王嫒)