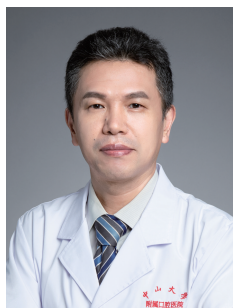


下颌第三磨牙拔除术中下牙槽神经损伤的原因、临床评估与预防

吴家顺 孙伟 曾国忠 申仪 郑广森 唐海阔

中山大学附属口腔医院, 光华口腔医学院, 广东省口腔医学重点实验室, 广东省口腔疾病临床医学研究中心, 广州 510055

通信作者: 唐海阔, Email: tanghaikuo@163.com



唐海阔

【摘要】 下颌第三磨牙拔除术是造成下牙槽神经(IAN)损伤的主要原因,其导致的感觉麻木、感觉过敏和疼痛等症状给患者带来沉重的后果,是临床上待解决的难题。本文将围绕下颌第三磨牙拔除术中 IAN 损伤的临床病理表现与功能评估、危险因素及预防进展进行综述,以期理解 IAN 损伤的原因和病理机制,指导 IAN 损伤评估和临床预防策略提供参考。

【关键词】 下颌第三磨牙; 下牙槽神经损伤; 拔牙

基金项目: 广东省自然科学基金(2023A1515010399); 中国博士后科学基金(2022M723595)

引用著录格式: 吴家顺, 孙伟, 曾国忠, 等. 下颌第三磨牙拔除术中下牙槽神经损伤的原因、临床评估与预防[JOL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2023, 17(6): 394-399.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.06.004

The causes, clinical evaluation, and prevention of inferior alveolar nerve injury in the mandibular third molar extraction surgery

Wu Jiashun, Sun Wei, Zeng Guozhong, Shen Yi, Zheng Guangsen, Tang Haikuo

Hospital of Stomatology, Guanghua School of Stomatology, Sun Yat-sen University, Guangdong Provincial Key Laboratory of Stomatology, Guangdong Provincial Clinical Research Center of Oral Diseases, Guangzhou 510055, China

Corresponding author: Tang Haikuo, Email: tanghaikuo@163.com

【Abstract】 Inferior alveolar nerve (IAN) injury was mainly caused by the extraction of the mandibular third molar, and it is regarded as a difficult clinical problem since its symptoms including numbness, hypersensitivity, and pain influence the patients' quality of life. This article reviewed the clinical signs, pathological changes, functional assessment,

risk factors, and prevention progress of IAN injury in order to provide references for understanding its causes and pathological mechanisms, and developing its evaluation and clinical prevention strategies.

【Key words】 Mandibular third molar; Inferior alveolar nerve injuries; Tooth extraction

Fund programs: Natural Science Foundation of Guangdong Province (2023A1515010399); China Postdoctoral Science Foundation (2022M723595)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2023.06.004

下牙槽神经(inferior alveolar nerve, IAN)为三叉神经下颌支的最大分支,其损伤的发生率为0.26%~8.4%,在大多数情况下是暂时性损伤,永久性损伤发生率低于1%^[1]。下颌第三磨牙与 IAN 的关系极为密切,下颌第三磨牙拔除术也是 IAN 损伤最重要的原因^[2]。虽然,下颌第三磨牙拔除术导致 IAN 损伤的发生率较低,但是由于 IAN 损伤修复难度大、手段有限和效果差,下颌第三磨牙拔除术导致的 IAN 损伤仍然备受临床医师关注^[3]。本文将围绕 IAN 损伤的临床病理表现与功能评估、危险因素及预防进展进行综述,以期临床工作提供参考。

一、下牙槽神经损伤的临床表现与功能评估

1. IAN 损伤的临床病理表现: IAN 损伤可发生一系列的病理性退行性变化,如脱髓鞘病变、髓鞘断裂、轴索病变和神经元变性。当受到轻度损伤时, IAN 可发生局灶性脱髓鞘改变,神经外膜或束膜仍保持完整,神经可自行发生再髓鞘化而完全修复。当 IAN 受到严重损伤时,出现轴索断裂和神经元变性,此时轴突膨胀、髓磷脂分解成脂肪滴,产生沃勒样变性^[1]。严重损伤的神经往往发生瘢痕样修复或形成神经瘤,导致感觉迟钝或敏感。神经元、巨噬细胞、雪旺细胞和成纤维细胞等均在神经修复

中发挥重要的作用^[4]。在神经损伤6~8周后,雪旺细胞首先被激活并包绕损伤的神经元,通过分泌细胞外基质和神经生长因子促进神经元的修复^[5]。而成纤维细胞可包绕再生的神经元形成新的神经束膜,但过多的成纤维细胞增殖可产生瘢痕样修复,导致神经瘤的形成^[6-7]。当神经受到轻微损伤时,仅20%~30%的轴突出现损伤,损伤的神经可以通过侧芽生长进行修复,而当损伤涉及90%的神经轴突时,神经主要是通过再生进行修复^[8]。

IAN损伤可表现为同侧下唇、颊部或下颌前磨牙及前牙区唇颊侧牙龈等部位的麻木、感觉减退、痛觉过敏和异常性疼痛。下颌第三磨牙拔除术后IAN损伤患者的最常见主诉是感觉麻木和感觉减退,表现为在清醒的状态下,对IAN支配区域的刺激无感觉反应或感觉反应的阈值升高。部分患者还伴有感觉异常,出现电麻样感、灼烧感、蚁走样感或轻触患处的不适感。IAN损伤亦可表现为相应支配区域的皮肤或黏膜的刺痛感或灼痛感,并可因精神因素或机械刺激而激发,表现为痛觉敏感。长期的感觉异常或疼痛不适可引起患者情绪异常和心理障碍,进一步加剧患者的主观不适,导致口角流涎、咬唇、咀嚼和发音障碍等行为问题,严重影响患者的日常生活^[9]。

2. IAN损伤专科评估与等级划分:当发生IAN损伤时,应对患者神经损伤程度进行系统的临床评估,并定期监测神经损伤的恢复情况。首次评估结果和监测结果是判断IAN损伤能否恢复和恢复程度的重要依据。临床上根据患者的主观感受和客观检查结果评估IAN损伤,包括痛觉、触觉、压觉、两点辨别觉、温度觉和本体感觉的评价等。最详尽的临床综合评价方法是Zuniga等^[10]和Eliav等^[11]学者发表的评定标准。但这些评价方法项目繁杂、耗时,并且需要专门的检测工具,临床上难以广泛实施。目前,临床上最常用的IAN损伤后感觉功能评定标准为改良英国医学研究委员会感觉神经评估量表(表1),该量表只对患者的痛觉、触觉和两点辨别觉进行评价,简洁易用、评价耗时短,且所有项目只需要棉签、探针、直尺和两脚规便可进行^[12]。该评定标准将神经功能等级分为S0~S4。等级为S2及以上表明神经连续性尚可,神经损伤可在短期内完全恢复,而如果感觉障碍等级为S0,则表示神经损伤严重,功能恢复效果不佳。

基于IAN的功能障碍程度和解剖损伤水平,不

表1 改良英国医学研究委员会感觉神经评估量表

分级	描述
S0	感觉完全丧失
S1	神经支配区域存在深部痛觉
S2	存在一定程度表浅痛觉和触觉
S2+	存在表浅痛觉和触觉,但有感觉过敏
S3	存在表浅痛觉和触觉,无感觉过敏,两点辨别觉>15 mm
S3+	与S3相同,且感觉定位良好,两点辨别觉7~15 mm
S4	与S3相同,两点辨别觉<6 mm

同学者提出了IAN损伤的分类。Seddon在1943年最早提出神经损伤的分类方法,分为神经麻痹、轴索断裂和神经完全断裂^[13]。神经麻痹是指仅存在神经传导阻滞,无轴突的损伤,髓鞘和轴突的解剖连续性未破坏,这可能是由于局灶性脱髓鞘造成的,损伤可在几个月内恢复。轴索断裂是神经纤维变性造成的,这种类型的损伤可部分恢复。最严重的神经损伤是神经的完全断裂,神经失去信号传导功能,且无法自行恢复。Sunderland在1951年对神经损伤的分类水平进行了改进,依据解剖损伤程度将其分为5级^[14]。1级相当于Seddon分类中的神经麻痹,存在局部神经传导障碍,但神经保持完整,多可在2~3周内恢复;2~4级为不同程度的轴索断裂导致的功能障碍,2级为仅有轴突的损伤,神经可再生,3级伴有神经内膜的损伤或撕裂,恢复可能不完全,而4级为神经束膜亦有损伤;5级为神经的完全断裂,神经功能难以恢复^[14]。

二、下牙槽神经损伤的危险因素

尽管下颌第三磨牙拔除术导致IAN损伤具有很大的不确定性,对其相关危险因素的分析仍有助于术前神经损伤风险的评估、医患沟通和制定手术策略。近年来,学者们已经提出诸如解剖相关因素、手术相关因素和年龄等均与IAN损伤有关。

1. 解剖相关因素/影像学表现的相关性:下颌第三磨牙拔除术中IAN损伤最主要的原因是IAN与下颌第三磨牙位置毗邻。影像学检查是评估下颌第三磨牙和IAN空间距离的主要手段,其中口腔全景曲面体层片可清晰显示下颌第三磨牙解剖位置、阻生角度和深度,具备放射剂量小、耗费低、设备简单和操作简易等优点,是初步评估下颌第三磨牙与IAN神经管的解剖位置的首选方法^[15-16]。口腔全景曲面体层片中IAN与下颌第三磨牙的位置关系可划分为远离关系、接近关系和密切关系。在一项1589例下颌第三磨牙口腔全景曲面体层片观察研究中

发现,两者位置为远离关系占29%、靠近关系占55%、密切关系仅占16%^[17]。IAN与下颌第三磨牙的位置为密切关系时,IAN损伤的发生率最高,约为11%,而远离和接近关系的损伤发生率均小于1%。学者们认为下颌第三磨牙根尖暗影、偏移、变窄或分叉,以及IAN偏移、缩窄和骨白线中断等征象是IAN与下颌第三磨牙位置关系密切的表现^[18-19]。在Kim等^[20]的一项研究中,共纳入12 842例患者,单变量逻辑回归分析表明根尖偏移、根尖变窄和IAN神经管偏移、变窄是IAN损伤的高危因素;而多变量逻辑回归分析表明根尖变暗、根尖偏移、根尖变窄和根尖分叉及神经管变窄均是IAN损伤的高危因素。

口腔全景曲面体层片只能在二维平面显示IAN与下颌第三磨牙的位置,其周围解剖结构的重叠难以全面清晰地显示两者的空间关系。锥形束CT(cone-beam computed tomography, CBCT)能够提供牙齿及其周围结构的高质量三维成像,是评估下颌第三磨牙的位置、牙根与IAN神经管位置关系的金标准^[21-22]。通过轴向面、冠状面和矢状面上单独观察,可以消除周围解剖结构的重叠,并可观察IAN与根尖的颊舌向位置关系^[23]。研究显示,44.3%的IAN位于下颌第三磨牙根尖下方、33.2%位于颊侧、21.6%位于舌侧、0.9%位于两根之间,其中IAN位于根尖舌侧的损伤风险显著高于其他位置^[24],这可能是由于下颌第三磨牙舌侧脱位间接挤压神经管所致。另外,CBCT影像不仅能观察到IAN神经管壁的完整性,而且能直接测量管壁缺如的面积^[25]。研究发现,如果管壁缺如面积大于3 mm²,IAN损伤的风险会增加20%^[26]。同时,术中观察到IAN暴露时发生IAN损伤的风险亦增高^[27]。另外,IAN神经管与下颌第三磨牙接触区的横截面形态可间接反映两者位置关系的密切程度,与圆形和泪滴形不同,哑铃形往往提示IAN神经管受根尖挤压,发生IAN损伤的风险显著增高^[28]。虽然,CBCT在评估下颌第三磨牙与IAN的位置关系上有巨大的优势,但临床研究显示尚无证据支持术前CBCT评估能够降低术后IAN损伤的发生率^[28-29]。

2. 手术相关因素:下颌第三磨牙拔除术包含多个复杂操作步骤,不同的手术操作和因素均可导致IAN损伤,如暴力劈牙导致牙根移位、增隙压迫神经管、高速涡轮机直接损伤、拔牙创血肿压迫、神经管壁缺失感染扩散和刮匙搔刮损伤^[30]。临床上常有术者因临床经验不足、操作不恰当和盲目操作等造

成IAN意外损伤。Hasegawa等^[24]对年资1~4年、5~9年和大于10年的手术医师拔除下颌第三磨牙的IAN损伤发生率进行了比较,发现5~9年术者的发生率最高,但差异尚无统计学意义。锤击劈冠、敲击增隙等传统拔牙技术可能因暴力操作、牙根移位、器械进入神经管,导致IAN的损伤;而外科高速涡轮机拔除法在磨除骨质和切割分牙过程中,钻针可直接切割损伤IAN^[31]。徐玲玲等^[32]比较了劈冠法和微创高速涡轮钻法拔除下颌第三磨牙导致IAN损伤发生率的差异,发现并无明显差别。相似地,杜岩等^[33]的研究也发现两种拔牙技术的IAN损伤发生率无明显差异,这可能是IAN损伤临床发生率较低,检验效能不足造成的。因此,微创拔牙方法能否减少IAN损伤的发生仍需要大样本临床研究进一步探讨。另外,与局部麻醉相比,全身麻醉下拔除下颌第三磨牙导致IAN损伤的风险更高,这可能与全身麻醉术中患者体位不利于操作、手术入路创伤大和手术器械差异,以及全身麻醉手术选择的病例手术难度较大有关^[34]。

3. 其他因素:研究显示,患者的年龄是影响下颌第三磨牙拔除术后IAN损伤的危险因素。随着年龄的增长,牙根不断发育完善,牙根的形态变得复杂,牙根与IAN的位置关系更密切,同时颌骨的密度增加、弹性下降,这些都是增加拔牙难度和导致IAN损伤的重要因素。因此,有学者提出建议,应在24岁前完成下颌第三磨牙的拔除,以减少IAN损伤,特别是永久性损伤的发生率^[35]。

三、下牙槽神经损伤的预防

术者专业知识的储备、术前完善影像学检查和对IAN损伤的详细评估、安全微创的手术策略和操作是预防IAN损伤的重要因素。近20年来,国内外学者对预防IAN损伤的拔牙新技术新策略进行了研究,下面对这些新技术的循证医学证据进行回顾。

1. 正畸牵引拔牙:即采用正畸牵引高风险的下颌第三磨牙远离神经管后,再进行手术拔除^[36]。Wang等^[37]设计了基于支抗钉的简易牵引策略完成了8例下颌第三磨牙的牵引拔除,术后均未出现下唇麻木,而对照组8例中出现4例IAN损伤。然而这种方法需长达6~12个月的牵引,并且需多次复诊,治疗费用高,临床上并未广泛地开展。另外,Livas等^[38]对正畸牵引拔除下颌第三磨牙的文献进行了系统评价,发现既往研究掺杂较大的偏倚,研究质量低,认为正畸拔除法的有效性需要高质量的前瞻

性研究进一步证实。与之相反, Kalantar Motamedi 等^[39]的文献系统评价结果显示, 尽管正畸拔除法有缺点, 但是可有效避免 IAN 损伤, 减少术后下颌第二磨牙远中牙周骨质缺损的发生。

2. 超声骨刀: 超声骨刀利用高强度的聚焦超声技术, 通过工作尖的高频超声震动切割骨组织, 同时避免损伤黏膜和血管神经等软组织。目前研究证实, 使用超声骨刀可降低拔牙术后疼痛、肿胀等并发症。Badenoch-Jones 等^[40]对文献进行系统评价发现, 与涡轮机拔牙法相比, 超声骨刀可降低手术损伤 IAN 的风险。

3. 截冠术: 使用涡轮机截除下颌第三磨牙牙冠及部分牙根, 保留牙槽嵴 3 mm 以下牙根, 既去除了易造成冠周炎、邻牙牙周破坏、颌骨囊肿等病变的牙冠部分, 又避免了拔除牙根时损伤 IAN。对照临床研究和系统评价均证实, 下颌第三磨牙截冠术后疼痛、肿胀反应的发生率较传统拔牙术更低, 同时能够有效避免 IAN 的损伤^[41]。在截冠后遗留在颌骨的牙根可向冠方移动, 远离 IAN, 此时行牙根拔除术可降低 IAN 损伤的发生率。有研究发现, 长期遗留在颌骨的牙根很少出现感染、根尖炎症等并发症, 不少学者认为大部分下颌第三磨牙截冠术无须二次手术拔除牙根^[42-43]。截冠术特别适用于对于牙根粘连无法行正畸牵引拔除的下颌第三磨牙, 但不适用于存在牙根炎症或松动牙的拔除。需要注意的是, 水平阻生的下颌第三磨牙行截冠术时可能会在切割牙冠时损伤 IAN。

四、小结

下颌第三磨牙拔除术导致 IAN 损伤是备受临床医师关注的难题, 随着大样本临床病例研究和基础研究的深入, IAN 损伤的危险因素、病理损伤和修复机制不断被揭示, 同时神经损伤评估方法也不断被完善。另外, 近 20 年来, 正畸牵引拔除、超声骨刀和截冠术等新技术的应用为预防 IAN 损伤提供了新的策略。然而, 目前仍未有广泛开展的下颌第三磨牙拔除方法能够完全避免 IAN 的损伤, 同时 IAN 损伤后修复仍十分困难, 未来需要更多的临床试验与基础研究进行探讨。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突

参 考 文 献

[1] Gülicher D, Gerlach KL. Sensory impairment of the lingual and inferior alveolar nerves following removal of impacted mandibular

third molars[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2001, 30(4): 306-312. DOI: 10.1054/ijom.2001.0057.

[2] Leung YY. Management and prevention of third molar surgery-related trigeminal nerve injury: Time for a rethink[J]. *J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg*, 2019, 45(5): 233-240. DOI: 10.5125/jkaoms.2019.45.5.233.

[3] Ducic I, Yoon J. Reconstructive options for inferior alveolar and lingual nerve injuries after dental and oral surgery: An evidence-based review[J]. *Ann Plast Surg*, 2019, 82(6): 653-660. DOI: 10.1097/sap.0000000000001783.

[4] Min Q, Parkinson DB, Dun XP. Migrating Schwann cells direct axon regeneration within the peripheral nerve bridge[J]. *Glia*, 2021, 69(2): 235-254. DOI: 10.1002/glia.23892.

[5] Bolívar S, Navarro X, Udina E. Schwann cell role in selectivity of nerve regeneration[J]. *Cells*, 2020, 9(9): 2131. DOI: 10.3390/cells9092131.

[6] Dun XP, Parkinson DB. Classic axon guidance molecules control correct nerve bridge tissue formation and precise axon regeneration[J]. *Neural Regen Res*, 2020, 15(1): 6-9. DOI: 10.4103/1673-5374.264441.

[7] Klimaschewski L, Claus P. Fibroblast growth factor signalling in the diseased nervous system[J]. *Mol Neurobiol*, 2021, 58(8): 3884-3902. DOI: 10.1007/s12035-021-02367-0.

[8] Carvalho CR, Oliveira JM, Reis RL. Modern trends for peripheral nerve repair and regeneration: Beyond the hollow nerve guidance conduit[J]. *Front Bioeng Biotechnol*, 2019, 7: 337. DOI: 10.3389/fbioe.2019.00337.

[9] Coulthard P, Kushnerev E, Yates JM, et al. Interventions for iatrogenic inferior alveolar and lingual nerve injury[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2014(4): CD005293. DOI: 10.1002/14651858.CD005293.pub2.

[10] Zuniga JR, Essick GK. A contemporary approach to the clinical evaluation of trigeminal nerve injuries[J]. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 1992, 4(2): 353-367. DOI: 10.1016/S1042-3699(20)30593-8.

[11] Eliav E, Gracely RH, Nahlieli O, et al. Quantitative sensory testing in trigeminal nerve damage assessment[J]. *J Orofac Pain*, 2004, 18(4): 339-344.

[12] Poort LJ, van Neck JW, van der Wal KG. Sensory testing of inferior alveolar nerve injuries: A review of methods used in prospective studies[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2009, 67(2): 292-300. DOI: 10.1016/j.joms.2008.06.076.

[13] Labanc JP. Classification of nerve injuries[J]. *Oral Maxillofac Surg Clin North Am*, 1992, 4(2): 285-296. DOI: 10.1016/S1042-3699(20)30589-6.

[14] Campbell WW. Evaluation and management of peripheral nerve injury[J]. *Clin Neurophysiol*, 2008, 119(9): 1951-1965. DOI: 10.1016/j.clinph.2008.03.018.

[15] Janovics K, Soós B, Tóth Á, et al. Is it possible to filter third molar cases with panoramic radiography in which roots surround the inferior alveolar canal? A comparison using cone - beam

- computed tomography [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2021, 49 (10):971-979. DOI: 10.1016/j.jcms.2021.05.003.
- [16] Datta S, Malick R, Menon S, et al. Correlation of panoramic radiological and intra-operative findings of impacted mandibular 3rd molar in relation to inferior alveolar canal: A prospective study [J]. *J Maxillofac Oral Surg*, 2021, 20 (4): 689-695. DOI: 10.1007/s12663-020-01410-2.
- [17] Smith WP. The relative risk of neurosensory deficit following removal of mandibular third molar teeth: The influence of radiography and surgical technique [J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2013, 115 (1): 18-24. DOI: 10.1016/j.oooo.2012.03.017.
- [18] Qi W, Lei J, Liu YN, et al. Evaluating the risk of post-extraction inferior alveolar nerve injury through the relative position of the lower third molar root and inferior alveolar canal [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 48 (12): 1577-1583. DOI: 10.1016/j.ijom.2019.07.008.
- [19] Matzen LH, Petersen LB, Schropp L, et al. Risk factors observed in 2-dimensional radiographs for permanent injury of the inferior alveolar nerve after removal of mandibular third molars: A case-control study [J]. *Oral Surg Oral Med Oral Pathol Oral Radiol*, 2023, 136 (4): 490-499. DOI: 10.1016/j.oooo.2023.05.009.
- [20] Kim JW, Cha IH, Kim SJ, et al. Which risk factors are associated with neurosensory deficits of inferior alveolar nerve after mandibular third molar extraction? [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2012, 70 (11): 2508-2514. DOI: 10.1016/j.joms.2012.06.004.
- [21] Yilmaz D, Ataman-Duruel ET, Beycioğlu Z, et al. The radiological evaluation of mandibular canal related variables in mandibular third molar region: A retrospective multicenter study [J]. *J Oral Maxillofac Res*, 2022, 13 (3): e2. DOI: 10.5037/jomr.2022.13302.
- [22] Leung YY, Hung KF, Li DTS, et al. Application of cone beam computed tomography in risk assessment of lower third molar surgery [J]. *Diagnostics (Basel)*, 2023, 13 (5): 919. DOI: 10.3390/diagnostics13050919.
- [23] Takatsuka D, Tachinami H, Tomihara K, et al. Novel strategy to predict high risk of inferior alveolar nerve injury during extraction of lower third molars based on assessment of computed tomographic images of multiple anatomical features [J]. *Br J Oral Maxillofac Surg*, 2022, 60 (5): 570-576. DOI: 10.1016/j.bjoms.2021.09.014.
- [24] Hasegawa T, Ri S, Shigeta T, et al. Risk factors associated with inferior alveolar nerve injury after extraction of the mandibular third molar—A comparative study of preoperative images by panoramic radiography and computed tomography [J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2013, 42 (7): 843-851. DOI: 10.1016/j.ijom.2013.01.023.
- [25] Bhardwaj P, Bhardwaj Y, Ram R, et al. Radiographic factors associated with inferior alveolar nerve exposure during mandibular third molar surgery and their influence on neurosensory deficit: A prospective study [J]. *J Oral Biol Craniofac Res*, 2022, 12 (6): 818-822. DOI: 10.1016/j.jobcr.2022.08.025.
- [26] Li Y, Ling Z, Zhang H, et al. Association of the inferior alveolar nerve position and nerve injury: A systematic review and meta-analysis [J]. *Healthcare (Basel)*, 2022, 10 (9): 1782. DOI: 10.3390/healthcare10091782.
- [27] On SW, Cho SW, Byun SH, et al. Clinical significance of intraoperative exposure of inferior alveolar nerve during surgical extraction of the mandibular third molar in nerve injury [J]. *J Clin Med*, 2021, 10 (19): 4379. DOI: 10.3390/jcm10194379.
- [28] Petersen LB, Vaeth M, Wenzel A. Neurosensors disturbances after surgical removal of the mandibular third molar based on either panoramic imaging or cone beam CT scanning: A randomized controlled trial (RCT) [J]. *Dentomaxillofac Radiol*, 2016, 45 (2): 20150224. DOI: 10.1259/dmfr.20150224.
- [29] Robbins J, Smalley KR, Ray P, et al. Does the addition of cone-beam CT to panoramic imaging reduce inferior dental nerve injuries resulting from third molar surgery? A systematic review [J]. *BMC Oral Health*, 2022, 22 (1): 466. DOI: 10.1186/s12903-022-02490-x.
- [30] 金乾瑞, 谢志坚. 下牙槽神经损伤的病因、评估与治疗 [J]. *口腔医学*, 2013, 41 (6): 551-556. DOI: 10.13591/j.cnki.kqyx.2021.06.014.
- [31] Laino L, Mariani P, Laino G, et al. Impacted lower third molar under inferior alveolar canal: Technical strategy for minimally invasive extraoral surgical approach [J]. *J Craniomaxillofac Surg*, 2021, 32 (5): 1890-1893. DOI: 10.1097/scs.00000000000007457.
- [32] 徐玲玲, 卜奇华. 不同方法将下颌阻生智齿拔出的临床效果探讨及下牙槽神经损伤的预防措施分析 [J]. *浙江创伤外科*, 2015, 20 (2): 293-294. DOI: 10.3969/j.issn.1009-7147.2015.02.042.
- [33] 杜岩, 赵湘, 常攀辉. 涡轮手机法与传统劈凿法在下颌阻生智齿拔除术中下牙槽神经损伤情况的比较 [J]. *现代口腔医学杂志*, 2021, 35 (3): 191-194.
- [34] Constantinides F, de Nardi M, Lenhardt M, et al. Influence of the anesthetic modality on the development of neurological injury after lower third molar extraction: A systematic review of the literature [J]. *Dent Med Probl*, 2022, 59 (2): 291-299. DOI: 10.17219/dmp/139472.
- [35] Blondeau F, Daniel NG. Extraction of impacted mandibular third molars: Postoperative complications and their risk factors [J]. *J Can Dent Assoc*, 2007, 73 (4): 325.
- [36] Zhou J, Hong H, Zhou H, et al. Orthodontic extraction of a high-risk impacted mandibular third molar contacting the inferior alveolar nerve, with the aid of a ramus mini-screw [J]. *Quintessence Int*, 2021, 52 (6): 538-546. DOI: 10.3290/j.qi.b1244345.
- [37] Wang Z, Liu Z, Shi Y, et al. A novel orthodontic extraction method for removal of impacted mandibular third molars in close proximity to inferior alveolar nerve [J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2019, 77 (8): 1575.e1-1575.e6. DOI: 10.1016/j.joms.2019.04.

- 013.
- [38] Livas C, Delli K. Does orthodontic extraction treatment improve the angular position of third molars? A systematic review [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2017, 75 (3) : 475-483. DOI: 10.1016/j.joms.2016.10.035.
- [39] Kalantar Motamedi MR, Heidarpour M, Siadat S, et al. Orthodontic extraction of high - risk impacted mandibular third molars in close proximity to the mandibular canal: A systematic review [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2015, 73 (9) : 1672-1685. DOI:10.1016/j.joms.2015.03.031.
- [40] Badenoch-Jones EK, David M, Lincoln T. Piezoelectric compared with conventional rotary osteotomy for the prevention of postoperative sequelae and complications after surgical extraction of mandibular third molars: A systematic review and meta-analysis [J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2016, 54 (10) : 1066-1079. DOI:10.1016/j.bjoms.2016.07.020.
- [41] Ali AS, Benton JA, Yates JM. Risk of inferior alveolar nerve injury with coronectomy vs surgical extraction of mandibular third molars—A comparison of two techniques and review of the literature [J]. J Oral Rehabil, 2018, 45 (3) : 250-257. DOI: 10.1111/joor.12589.
- [42] Póvoa RCS, Mourão C, Geremias TC, et al. Does the Coronectomy a feasible and safe procedure to avoid the inferior alveolar nerve injury during third molars extractions? A systematic review [J]. Healthcare (Basel), 2021, 9 (6) : 750. DOI: 10.3390/healthcare9060750.
- [43] Nishimoto RN, Moshman AT, Dodson TB, et al. Why is mandibular third molar coronectomy successful without concurrent root canal treatment? [J]. J Oral Maxillofac Surg, 2020, 78(11):1886-1891. DOI:10.1016/j.joms.2020.05.046.
- (收稿日期:2023-09-21)
(本文编辑:王嫚)