

# 数字化技术引导正畸牵引治疗冠根折牙齿的临床应用初探

孙伯阳 翟家彬 黄兰柱 郭婷

南京市口腔医院, 南京大学医学院附属口腔医院, 南京大学口腔医学研究所, 南京 210008

通信作者: 郭婷, Email: guoting\_nj@126.com

**【摘要】** 正畸牵引是冠根折牙齿保存治疗的重要技术手段, 尤其在前牙外伤的治疗中, 通过正畸牵引可将龈下断面牵引至龈上, 并联合多学科治疗, 最大程度地恢复患者功能、改善美观。但是在临床应用中, 正畸牵引缺乏预见性和精确的牵引指标, 并且缺牙状态维持3~6个月影响患者伤后的身心健康恢复。本研究通过数字化技术精准设定牵引目标位置, 制作导板准确实施牵引术, 紧密联系修复治疗等一系列处理, 提高整体治疗的可预知性、增加治疗成功率。

**【关键词】** 冠根折牙齿; 数字化技术; 正畸牵引

**基金项目:** 南京市卫生科技发展专项资金项目计划(YKK21184, YKK23179)

**引用著录格式:** 孙伯阳, 翟家彬, 黄兰柱, 等. 数字化技术引导正畸牵引治疗冠根折牙齿的临床应用初探[J/OL]. 中华口腔医学研究杂志(电子版), 2024, 18(5): 330-335.

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.05.008

## Digital technology guides the clinical application of orthodontic extrusion in the treatment of crown-root fracture teeth

Sun Boyang, Zhai Jiabin, Huang Lanzhu, Guo Ting

Nanjing Stomatological Hospital, Affiliated Hospital of Medical School, Institute of Stomatology, Nanjing University, Nanjing 210008, China

Corresponding author: Guo Ting, Email: guoting\_nj@126.com

**【Abstract】** Orthodontic extrusion is an important technical means for the preservation and treatment of crown-root fracture teeth, especially in the treatment of anterior tooth trauma. Combining with multidisciplinary treatment, the subgingival segment can be pulled to be supra-crestal through orthodontic extrusion. The patient's function can be restored to the greatest extent and the aesthetics can be improved. However, the current orthodontic traction lacks predictability and accurate traction indicators, so that patients need to be partially edentulous for 3-6 months, which greatly affects the physical and mental health of patients after injury. In this study, a series of treatments such as accurately setting the traction target position, making a guide plate to accurately implement traction, and closely linking repair therapy were used to improve the predictability of the overall treatment and increase the success rate of treatment.

**【Key words】** Crown root fracture tooth; Digital technology; Orthodontic extrusion

**Fund programs:** Special Fund for Health Science and technology development of Nanjing (YKK21184, YKK23179)

DOI: 10.3877/cma.j.issn.1674-1366.2024.05.008

冠根折(crown-root fracture)是指外力作用下牙冠和牙根同时折断, 造成牙釉质、牙本质和牙骨质的损伤。其中, 牙髓未暴露为简单冠根折(uncomplicated crown-root fracture), 牙髓暴露为复杂冠根折(complicated crown-root fracture with pulp exposure)<sup>[1]</sup>。有研究显示, 复杂冠根折约占冠根折

损伤总数的97.3%<sup>[2]</sup>。冠根折牙齿的折裂线多始于牙冠斜向牙根方向, 断面位于龈下的冠根折牙齿治疗难度较大、预后较差<sup>[3]</sup>。正畸牵引术是通过正畸的方法牵引龈下断面至龈上, 暴露牙齿结构, 获取足够的修复高度, 是临床上应用较为广泛的一种保根治疗。但是, 传统的正畸牵引治疗在术前缺乏详

细的设计,术中缺乏可预见性的操作,术后缺乏可量化的牵引指标,导致牵引过程和终末修复脱节,从而影响治疗效果。随着数字化技术在口腔领域的快速发展,本研究将多种数字化技术引入正畸牵引术中,从诊断分析到虚拟移动,把治疗目标的设定和序列化治疗有机融合,精准施治,为冠根折牙齿的治疗提供新思路。

### 操作流程

数字化技术的应用涵盖病情评估、方案设计、临床实现和随访评估等整个过程,实现精确诊断和精准治疗。冠根折牙齿数字化诊疗基本流程如图1所示。采集冠根折患者的数字化信息,获取残冠根精确长度、位置等;接下来通过模拟设计治疗的终点,以终为始,有的放矢,以最终修复体位置为导向,逆向推导牵引量;制作3D打印导板,引导整个治疗的推进;最终通过美学修复的分析制作,呈现出较好的修复效果。

#### 一、临床数据的获取及诊断

需采集的资料包括口内扫描、锥形束CT(cone beam computer tomography, CBCT)、正侧位数码照片和口内照片等数字资料。

#### 二、设置关键参数,虚拟移动得到目标位

准确根-骨关系的确定是基于对初诊CBCT影像的处理,通过计算机软件去除软组织及牙龈,获得残根的精确位置。辅助虚拟移动规划实现牙齿移动和方案设计。移动设置关键参数是:(1)断面位于龈上至少1 mm;(2)移动后的冠根比小于1:1。

### 三、3D打印制作个性化引导板

将CBCT影像与口内扫描数据进行拟合,获得数字化蜡型,设计3D打印制作临时修复体或牙齿移动导板。该导板起到临时牙的作用,组织面预留的空间是断段拟移动的距离,同时对两侧的牙齿有支撑作用,有加强邻牙支抗的作用。

### 四、序列治疗过程

1. 快速正畸牵引:选择近远中至少2颗牙作为支抗牙,采用轻力牵引,力值0.05 ~ 0.06 N<sup>[4]</sup>,通过弓丝作用牵拉残根,每3周复诊1次。每次复诊测量,其参考点就是导板组织面。当断段接触导板即提示达到规划位置。

2. 牙冠延长术:笔者团队主要采用正畸牵引和牙冠延长术的联合治疗。当牵引牙基本到位后即进行牙冠延长术,去除因牵引增生的牙槽骨、牙周膜,修整牙龈形态。这样既有利于后期的保持,也提供更加协调的龈缘位置。

3. 修复体的制作和调整:去除临时冠,调整基牙,对患者进行口内扫描及比色。对扫描数据进行设计,打印并制作终末修复体。口内调整并粘接。

### 五、术后随访评估

嘱患者戴牙后1、3和6个月进行复诊。主要检查修复体状态、咬合状态和牙龈位置等。根据情况拍摄CBCT等影像进行术后评估及随访。

### 案例分析

#### 一、一般资料

患者,男性,41岁,企业员工。主诉:上前牙外伤后1个月要求修复。现病史:患者于2022年6月

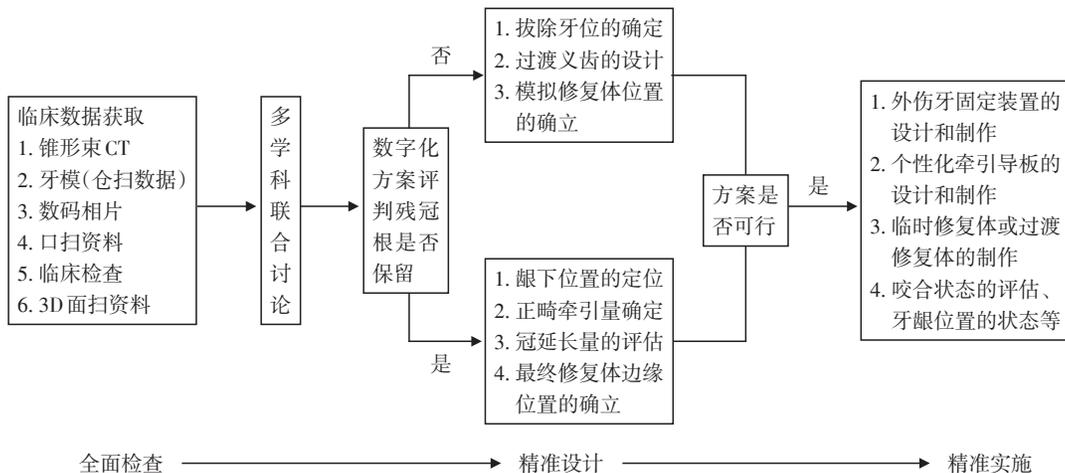


图1 冠根折牙齿数字化诊疗流程图

18日骑电瓶车时摔倒,面部着地,致面部皮肤破裂出血,牙齿折断。经120急送至当地医院救治,予以清创缝合、抗炎和消肿等治疗措施。后至南京大学医学院附属口腔医院就诊,初诊医生拍摄CBCT,并完成外伤牙“根管治疗术”等治疗。现要求完成后续治疗。2022年7月3日CBCT示:11、21冠根折,未见明显根折。患者一般情况可,体力正常,睡眠正常,体重无明显变化,大小便正常。既往史:平素体健,否认传染病史,否认“高血压”等病史,否认手术史、外伤史,否认输血史,否认药物过敏史。个人史:生于原籍,未婚。吸烟<10支/天,偶饮酒。家族史:父母健在,均体健,家族中无传染病及遗传病史。

## 二、检查

1. 口内检查:恒牙列,双侧磨牙中性关系。11、21冠根折,唇侧折裂线位于龈上约2 mm,11腭侧折裂线位于龈下约1 mm,21腭侧折裂线位于龈下约2 mm,暂封存,叩痛(-),余留牙体未见明显松动。34,35楔状缺损。下牙列轻度拥挤。牙龈稍红肿,未探及明显牙周袋。张口度及张口型未见明显异常(图2)。



图2 冠根折患者治疗前正面相及口内相 A:正面相;B:正面咬合相;C:前牙咬合相;D:前牙腭侧相。

2. 面部检查:面部基本对称(图2A);双侧关节无明显异常。

3. 影像学检查:CBCT(2022年7月3日)示11、21腭侧折裂线约平牙槽嵴顶。根尖X线片(2022年7月12日)示11、21根充尚严密,根尖周末见明显阴影(图3)。

## 三、诊断

1. 11、21冠根折。
2. 面部挫裂伤术后。
3. 34、35楔状缺损。

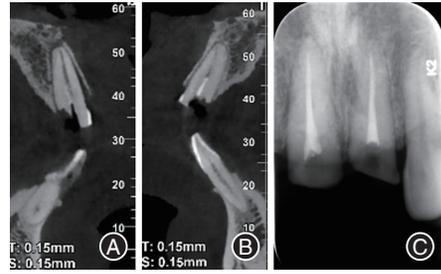


图3 冠根折患者治疗前锥形束CT(CBCT)及根管治疗后根尖X线片 A:治疗前11矢状位;B:治疗前21矢状位;C:根管治疗后根尖X线片。

## 四、鉴别诊断

1. 冠折:主要累及牙釉质和牙本质,伤及牙髓为复杂冠折。简单冠折治疗方案较为明确,复杂冠折根据情况行不同的牙髓处理。

2. 冠根折:是指在外力作用下,牙冠和牙根同时折断,损伤牙釉质、牙本质和牙骨质。是否累及牙髓分为简单冠根折和复杂冠根折。

3. 根折:根部牙体折裂,包括根部牙本质和牙骨质,同时伴有根折平面牙髓和牙周膜的损伤。根据折裂位置分为根尖1/3、根中1/3和根颈1/3。

## 五、治疗方案

对外伤牙齿的处理,包括以下方案选择。方案一:正畸牵引11、21,后期桩核冠修复。方案二:拔除11、21,后期种植修复。和患者充分沟通后,保存意愿较为强烈,选择方案一治疗。

## 六、治疗

1. 数字信息综合分析,模拟移动,制定治疗计划。基于CBCT影像获取初诊时的患牙三维位置(图4A~4B),设置关键参数进行模拟移动,将患牙断面最低点置于龈上至少1 mm,以及移动后的冠根比小于1,获得患牙需要的移动量,绿色影像是移动后的牙根位置(图4C~4D)。通过数字化微笑设计技术直观展现修复效果,获取中线、切缘位置等关键数据,为后期的蜡型设计提供参考(图5)。

2. 数字化蜡型设计及临时修复体的制作。采用设计软件对患牙位点处采用悬空桥架式设计,以模拟移动中计算出的距离为参考值,在唇腭侧均预留出患牙需要牵引的空间(图6)。使用弹性树脂材料,通过数字化切削获得临时修复体并在模型上试戴调整(图7)。

3. 临时修复体的戴入及正畸牵引。使用树脂材料粘接戴入临时修复体。修复体兼具牵引导板和临时牙的作用,桥架式的设计给邻牙提供充足的

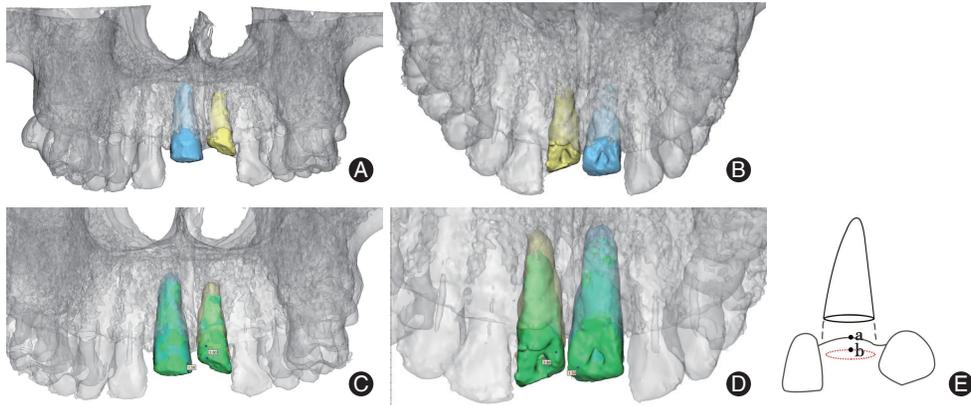


图4 数字化分析根-骨关系及虚拟移动示意图 A:治疗前唇侧观;B:治疗前腭侧观;C:模拟移动后唇侧观;D:模拟移动后腭侧观;E:移动分析示意图,a为现有龈缘位置,b为牵引后断面目标位置,设置于龈上1 mm。

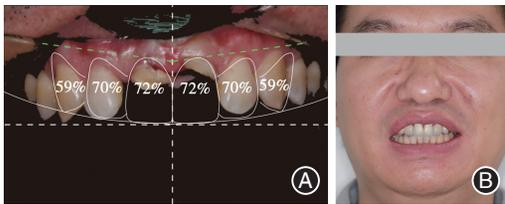


图5 数字化微笑设计 A:模拟口内修复体效果图;B:模拟修复后微笑相。

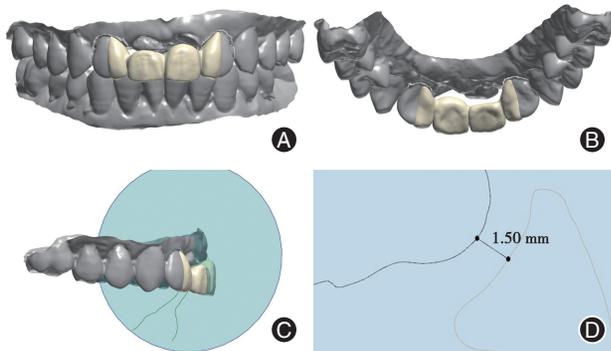


图6 数字化蜡型设计示意图 A:正面观;B:背面观;C:矢状向;D:测量C图截面中的距离。



图7 切削制作临时修复体 A:正面观;B:背面观;C:前牙咬合关系。

支抗,患者面部美观得到初步恢复。正畸牵引通过在患牙两侧的邻牙上粘接托槽,在患牙断面粘接舌侧钮,利用弹性弓丝直接向冠方轻力牵引患牙,每3周复诊1次,每次复诊时测量断面到导板的距离。如果未达到预期距离,调整弓丝继续牵引(图8)。



图8 临时修复体戴入后口内相及面部照片 A:正面咬合相;B:前牙腭侧相;C:前牙咬合相;D:正面相。

4. 序列化治疗及治疗效果。通过3个月牵引后患牙断面和修复体接触,提示基本达到设计牵引量(图9A)。去除临时修复体后,按照桩核冠的要求进行牙体预备,更换临时冠,根据牙周软硬组织情况进行牙冠延长术,使牵引后的患牙龈缘与邻近天然牙协调美观(图9B~9E)。牵引后的CBCT影像(图9F)提示,实际牵引量基本达到数字化设计的预计值。为了防止牙复发,将托槽重新粘接至临时冠上进行约3~4个月保持,适时调整冠边缘。最后进行排龈、口内扫描、比色等常规步骤,制作并佩戴最终修复体(图9G~9I)。

治疗周期约9个月,患者口腔功能逐步恢复,牙齿及面部美观获得改善。

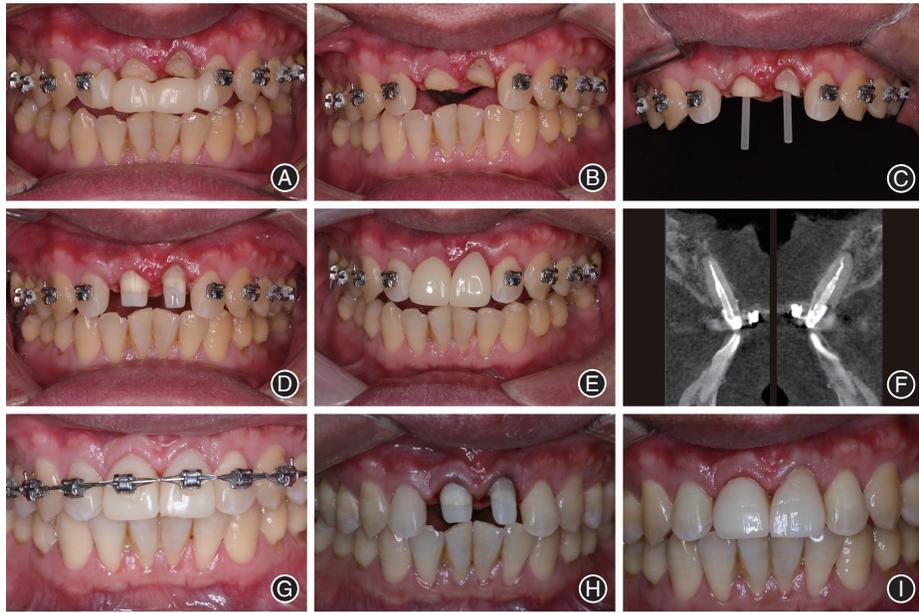


图9 序列化治疗各阶段的口内相及锥形束CT(CBCT)影像 A:牵引中正面咬合相;B:去除临时修复体;C:纤维桩修复;D:基牙预备;E:更换临时牙;F:牵引后的患牙CBCT影像;G:固定保持;H:排龈后基牙情况;I:最终修复后的正面咬合相。

## 讨 论

随着数字化技术、虚拟移动和3D打印等技术的快速发展,本研究将数字化技术赋能于正畸牵引术,将诊断分析、治疗目标设定和序列化治疗有机融合,精准施治,为冠根折牙齿的治疗提供新思路。

### 一、正畸牵引术的优势、不足及适应证选择

复杂冠根折牙齿是牙外伤中一种较为严重的类型,其伤情复杂,治疗呈现多元化。2020年国际牙外伤协会(International Association of Dental Traumatology, IADT)发布牙外伤指南中建议的治疗方法包括正畸牵引、外科牵引、根管+冠修复、意向再植、自体牙移植和拔除患牙等<sup>[5]</sup>。正畸牵引治疗的核心是通过正畸的方法牵引龈下断面至龈上,进而重建生物学宽度。其优势在于较为柔和的正畸力可以促使牙槽骨和牙龈向牵引力的方向生长,疗效稳定,并可重塑和维护牙龈较美观的位置。在前牙冠根折、青少年患者、伴有牙列畸形等病例中有着明显优势。不足之处主要在于治疗周期长、费用高和患者接受度低等<sup>[6]</sup>。

正畸牵引的适应证主要是根尖发育基本完成,牙根形态无明显弯曲、畸形,牙周组织健康,剩余根长大于或等于临床冠长度<sup>[7]</sup>。诊疗评估的难点在于冠根比的精准预测。如果能够预测牵引后的牙齿在最终修复中能够获得小于1的冠根比,正畸牵引

是保留天然牙根的较好选择。

数字化技术在可视化、精准化治疗上的优势可以弥补传统正畸牵引术的不足。准确根-骨关系的获取、虚拟移动预测术后冠根比等应用可引导正畸牵引在一个可预估、可监测的环境下进行。

### 二、数字化技术的运用在正畸牵引术中的意义

随着口腔数字时代的到来,冠根折牙齿的治疗理念也更加科学,其治疗策略的实施要依据规范化诊疗思路、现有临床条件及患者的选择而定<sup>[8]</sup>。在治疗全过程中,需兼顾美学、功能和微创3个方面,尽可能达到有效平衡<sup>[9]</sup>。

但是,目前现状是对复杂冠根折牙齿的处理缺少术前对全局的诊断分析及精准治疗目标的设定,治疗计划的制定多依靠医生的主观经验,在诊治过程中存在较大的不确定性和一定的治疗风险。IADT治疗指南中也呼吁对于复杂冠根折病例需要加强协同治疗,选择优化的治疗方案,评估远期预后,获得更好的治疗效果<sup>[10]</sup>。

笔者团队近年来探索使用计算机辅助虚拟移动制定方案设计及3D打印技术,初步总结出一套数字化技术引导下正畸牵引的诊疗流程。首先在诊断中,全面采集数字资料,常规拍摄CBCT,全面了解整体的损伤情况,把数据作为治疗的基础;其次在治疗方案制定中,通过模拟牙齿治疗的终点,以终为始,有的放矢,以最终修复体位置为导向,逆向

推导残根牵引长度、终末位置等,直观、准确地模拟牵引过程;接着在临床实践中,将规划信息包括正畸牵引的量、断面位置等反映在3D打印导板中,帮助医生相对高效、精确地完成术前设计;最后发挥数字化技术的特长,进行修复体分析制作,呈现出最佳的修复效果。

综上所述,此技术的理念是以保存牙根为核心,通过数字化设计为引导,以最终修复结果为目标,逐一解决存在问题,改善了冠根折患者口颌系统健康状况,取得了美观和功能的和谐统一<sup>[10]</sup>。当然,此流程中存在诸多不足和改进之处,比如涉及设计、制造和使用等多个环节,每个环节的误差都可能对最终的效果产生影响。又如难以进行软组织的预测和规划等。因此,应全面总结此类患者的临床特点,不断完善治疗流程,实现个性化、精准化的冠根折牙齿治疗。

**利益冲突** 所有作者均声明不存在利益冲突。

**作者贡献声明** 孙伯阳:临床操作、论文撰写;翟家彬:数据整理;黄兰柱:方案制定;郭婷:研究指导,论文修改

#### 参 考 文 献

- [1] 王捍国,余擎. 牙外伤的诊断和治疗计划[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(5): 309-315. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-2020-0210-00041.
- [2] Castro JC, Poi WR, Manfrin TM, et al. Analysis of the crown fractures and crown-root fractures due to dental trauma assisted by the Integrated Clinic from 1992 to 2002[J]. Dent Traumatol, 2005, 21(3): 121-126. DOI: 10.1111/j.1600-9657.2005.00276.x.
- [3] 周澍一,薛亮,张昕. 上颌切牙单一斜行复杂冠根折折断形态和位置的锥形束CT研究[J]. 中华口腔医学杂志, 2023, 58(4): 329-336. DOI: 10.3760/cma.j.cn112144-20221118-00584.
- [4] 郭家,闵婕,李娟,等. 目标修复体空间导向下保存龈下残根的正畸与修复联合治疗的数字化流程[J]. 华西口腔医学杂志, 2020, 38(5): 598-601. DOI: 10.7518/hxkq.2020.05.022.
- [5] Bourguignon C, Cohenca N, Lauridsen E, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: 1. Fractures and luxations [J]. Dent Traumatol, 2020, 36(4): 314-330. DOI: 10.1111/edt.12578.
- [6] 张英. 复杂冠根折的治疗策略[J]. 华西口腔医学杂志, 2017, 35(5): 456-460. DOI: 10.7518/hxkq.2017.05.002.
- [7] Santos Pantaleón D, Morrow BR, Cagna DR, et al. Influence of remaining coronal tooth structure on fracture resistance and failure mode of restored endodontically treated maxillary incisors [J]. J Prosthet Dent, 2018, 119(3): 390-396. DOI: 10.1016/j.prosdent.2017.05.007.
- [8] 吴礼安. 部分断冠粘接术在儿童恒前牙复杂冠根折中的初步应用[J]. 国际口腔医学杂志, 2023, 50(6): 623-631. DOI: 10.7518/gjkq.2023099.
- [9] Levin L, Day PF, Hicks L, et al. International Association of Dental Traumatology guidelines for the management of traumatic dental injuries: General introduction [J]. Dent Traumatol, 2020, 36(4): 309-313. DOI: 10.1111/edt.12574.
- [10] Tekin AM, Bahşi I. Global research on maxillofacial fracture over the last 40 years: A bibliometric study [J]. J Craniofac Surg, 2021, 32(6): e568-e572. DOI: 10.1097/SCS.00000000000007627.

(收稿日期:2024-06-15)

(本文编辑:王嫚)