**DOI:** 10.14188/j.1671-8852.2023.0315　　**文章编号** 1671-8852(2025)07-0906-05

# 3D打印辅助超声骨刀在拔除下颌困难埋伏阻生牙中的应用分析

廖志霞[1]　许小壮[1]　王　浩[1]　刘　阳[2]
[1]应城市人民医院口腔科　湖北　应城　432400；
[2]华中科技大学附属同济医院神经外科　湖北　武汉　430030

**摘要**　目的：探讨使用3D打印技术辅助超声骨刀在拔除下颌困难埋伏阻生牙中的应用效果。方法：根据不同拔除方法将2021年6月—2022年6月来应城市人民医院进行治疗的下颌困难埋伏性阻生牙患者82例分为对照组（$n$=40）和观察组（$n$=42）；对照组予以常规涡轮钻法拔除，观察组采取3D打印辅助超声骨刀法拔除；对比两组手术相关指标，临床治疗效果及术后疼痛[视觉模拟评分法（VAS）]、肿胀、张口受限恢复情况；对比两组患者龈沟液中炎性因子[肿瘤坏死细胞因子-α（TNF-α）、细胞间黏附因子1（ICAM1）和髓过氧化物酶（MPO）]表达水平及并发症发生情况。结果：观察组手术时间及术中出血量均小于对照组（$P$<0.05）；手术后，两组收缩压、舒张压、血糖水平均有所升高（$P$<0.05），但观察组均低于对照组（$P$<0.05）；观察组治疗优良率为97.62%，高于对照组的82.50%（$P$<0.05）；观察组术后VAS、肿胀程度及张口受限发生率均低于对照组（$P$<0.05）；术后3 d，对照组TNF-α、ICAM1和MPO均高于术前和观察组（$P$<0.05）；两组并发症发生率比较，观察组低于对照组（$P$<0.05）。结论：下颌困难埋伏性阻生牙患者采取3D打印辅助超声骨刀治疗效果显著，且手术时间短、创伤小，术后疼痛、肿胀及张口受限发生率低；还可改善龈沟液炎性反应，降低并发症发生风险。

**关键词**　超声骨刀；3D打印；埋伏阻生牙；疼痛；张口受限；肿胀；炎性因子
**中图分类号**　R782.1
**文献标识码**　A
**开放科学（资源服务）标识码（OSID）：**

# Application of ultrasonic bone knife in extraction of impacted mandibular teeth

**LIAO Zhixia[1], XU Xiaozhuang[1], WANG Hao[1], LIU Yang[2]**
*[1]Dept. of Stomatology, Yingcheng People's Hospital, Yingcheng 432400, Hubei, China;*
*[2]Dept. of Neurosurgery, Tongji Hospital, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, Hubei, China*

**Abstract**

**Objective:** To investigate the effect of ultrasonic osteotome in the extraction of impacted mandibular teeth. **Methods:** According to different extraction methods, 82 patients with impacted mandibular teeth who were treated in Yingcheng People's Hospital, Hubei, China, from June 2021 to June 2022 were divided into the control group ($n$=40) and observation group ($n$=42). The control group was extracted by conventional turbo drill, while the observation group was extracted by ultrasonic bone knife. The two groups were compared in terms of surgery-related indicators, clinical treatment effect

**课题来源**：湖北省自然科学基金资助项目（编号：2019CFB678）
**作者简介**：廖志霞，女，1986—，主治医师，主要从事口腔相关疾病研究，E-mail: tts202336@163.com

and postoperative pain (visual analogue scale (VAS)), swelling and mouth opening limitation recovery. The expression level of inflammatory factors in gingival crevicular fluid, such as tumor necrosis factor-α (TNF-α), intercellular adhesion factor 1 (ICAM1), and myeloperoxidase (MPO), as well as the occurrence of complications were compared between the two groups. **Results:** The operation time and intraoperative blood loss in the observation group were less than those in the control group ($P<0.05$). After operation, the systolic blood pressure, diastolic blood pressure and blood glucose level in both groups were increased ($P<0.05$), but the changes were less in observation group than in control group ($P<0.05$). The excellent and good rate of treatment in the observation group was 97.62%, which was higher than 82.50% in the control group ($P<0.05$). The VAS score, swelling degree and mouth opening restriction rate in the observation group were lower than those in the control group ($P<0.05$). Three days after operation, TNF-α, ICAM1, and MPO in the control group were increased and were higher than those in the observation group ($P<0.05$). The incidence of complications in the observation group was lower than that in the control group ($P<0.05$). **Conclusion:** Ultrasound osteotome is effective in the treatment of impacted mandibular teeth with short operation time, minimal trauma, and low incidence of postoperative pain, swelling and mouth opening limitation. It can also improve the inflammatory reaction of the gingival crevicular fluid and reduce the risk of complications.

**Key Words**　Ultrasonic Bone Knife; 3D Printing; Ambushed Impacted Teeth; Pain; Restricted Mouth Opening; Swelling; Inflammatory Factor

阻生牙指的是受到邻牙、软组织、骨的阻碍，在一定时间内只能部分萌出或完全不能萌出，且以后无法萌出的牙齿[1]。埋伏性阻生牙是人类第三颗磨牙，即没有长出来的智齿，若埋伏阻生牙部分萌出，但与邻牙邻接关系不好，则容易导致食物嵌塞，或者当阻生牙周围牙龈反复发炎，这两种情况均需拔除[2]。下颌埋伏性阻生牙拔除是口腔科门诊复杂牙槽外科手术之一，传统的锤凿劈冠法手术时间长、创伤大，且术后易出现颞下颌关节紊乱、干槽症、张口受限等，给患者带来较大痛苦，加深患者对拔牙的畏惧感，从而增加患者拔牙的风险[3]。超声骨刀是一种微创骨外科手术设备，手术创伤小、效率高，且可选择性切割骨组织[4]。然而对于困难系数高的埋伏阻生牙常涉及牙冠邻牙全部或部分阻挡、牙冠骨重叠阻挡等极大提升了手术的复杂性，近年来随着数字化医学的发展，3D技术、影像学技术等在辅助拔牙手术中发挥了重要作用，显著提高了手术的精准性和减少组织创伤[5]。为此本研究通过对下颌困难埋伏性阻生牙患者使用3D打印辅助超声骨刀拔除，分析其临床效果及预后情况，为临床提供一定的参考。

## 1　资料与方法

**1.1　一般资料**　选取2021年6月—2022年6月来应城市人民医院进行治疗的下颌埋伏性阻生牙患者为入组对象。入组标准：①下颌埋伏性阻生第三磨牙，拔出难度评分[6]14分及以上；②年龄≥16周岁；③符合牙拔除术指征，没有拔牙禁忌证；④邻近第二磨牙无牙周或牙体疾病。排除标准：①妊娠期、哺乳期；②糖尿病、高血压病情未稳定控制；③合并凝血、肝肾功能异常；④口颌系统检查异常，如局部感染、严重颅颌面畸形、面部不对称患者、先天性唇腭裂等。根据不同拔除方法将82例下颌埋伏性阻生牙患者分为对照组（$n=40$，常规涡轮钻法拔除）和观察组（$n=42$，3D打印辅助超声骨刀法拔除）。两组一般资料差异比较，差异均无统计学意义（$P>0.05$）。见表1。

**表1　两组一般资料比较**

| 组别 | 总例数 | 性别/例 | 年龄/岁 | | 阻生牙部位/例 | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | 男/女 | 范围 | $\bar{x}\pm s$ | 左侧 | 右侧 |
| 观察组 | 42 | 27/15 | 16～30 | 23.88±2.92 | 28 | 14 |
| 对照组 | 40 | 26/14 | 17～32 | 24.05±3.08 | 26 | 14 |
| $\chi^2$ | — | 0.005 | 0.257 | | 0.007 | |
| $P$ | — | 0.946 | 0.798 | | 0.936 | |

**1.2　方法**　对照组予以常规涡轮钻法拔除。入组患者接受CT扫描检查，患者仰卧，常规对口部进行常规消毒、铺巾后，采用2%利多卡因[远大医药（中国）有限公司，国药准字H20059397]5 mL对患牙部

位进行阻滞麻醉,应用1.7 mL复方盐酸阿替卡因注射液局部浸润麻醉。手术步骤如下:(1)借助刀片将黏骨膜瓣翻开,并将阻生处牙齿及所覆盖的骨组织充分暴露;(2)采用高速涡轮钻(日本株式会社)去除颊侧,同时去除远中骨阻力,将下颌埋伏性阻生牙进行分牙、牙冠与牙根挺出;(3)患牙拔除后,反复利用生理盐水对牙槽窝进行冲洗,填塞止血材料后,对龈瓣复位并缝合。

观察组接受3D打印辅助超声骨刀法拔除。入组患者接受CT机扫描:层厚0.3 mm,层距0.3 mm,范围16 cm×13 cm,完成扫描后将数据上传至工作台进行处理,并根据处理好的数据采用3D打印机打印实体模型,模拟去骨、分根、分步拔出等手术过程,经过评估分析制定最佳手术方案。根据制定的手术方案对患者下颌埋伏牙实施手术,麻醉方案同对照组,手术步骤如下:(1)使用常规牙龈分离器切开黏骨瓣膜,去除覆盖牙冠的骨质,充分暴露阻生牙的牙冠部分;(2)结合患者情况选择合适的超声骨刀刀头(Piezotome,法国艾龙集团-赛特力公司)动力手机切割牙冠,去除邻牙阻力;(3)将超声骨刀锲入颊侧以及远中牙周膜,增大牙齿间隙,去除患牙处牙冠、牙根、牙槽骨的阻力后将患牙拔除;(4)生理盐水反复对牙槽窝冲洗,采用止血材料对拔牙创处进行止血处理;(5)缝合牙龈瓣创口,并压迫止血。

所有患者术后均给予抗生素治疗,采用氯己定含漱液漱口,同时叮嘱患者3、7、14、30 d来本院复诊,观察患者张口度、肿胀、疼痛等情况。

### 1.3 观察指标

**1.3.1** *手术指标对比* 观察记录两组患者拔牙过程中出血量及手术时间,其中出血评价标准:拔牙创咬棉卷,加压止血30 min后仍出血不止(有活动性渗血),或者患者回家后又因出血而复诊者[7]。密切监视患者牙拔除术前后血压、血糖水平。

**1.3.2** *临床疗效* 根据患牙拔除效果进行疗效评价,①优:术后无明显肿痛不适,张口、进食情况均良好;②良:术后无不良反应,拔牙创口轻微疼痛,张口受到轻微限制,日常生活不受影响;③较差:术后面部存在明显肿痛、麻木,拔牙创面渗血,张口严重受限,且影响进食。计算优良率:

$$\text{优良率}=\frac{(\text{优例数}+\text{良好例数})}{\text{总例数}}\times 100\%。$$

**1.3.3** *术后恢复情况* 两组患者术后3 d疼痛程度采用视觉模拟评分法(visual analog scoring,VAS)[8]进行评估。量表总得分0~10分,0度,无明显不适感,得分0~1分;Ⅰ度,术区轻微疼痛,得分2~3分;Ⅱ度,术区疼痛明显,得分4~7分;Ⅲ度,疼痛剧烈,严重不适,得分8~10分。面部肿胀程度:0,无明显肿胀不适,外观正常;Ⅰ度,轻微肿胀;Ⅱ度,中度肿胀;Ⅲ度,严重肿胀。张口受限程度:0度,无张口受限;Ⅰ度,轻度张口受限,张口两指到三指;Ⅱ度,中度受限,张口一指到两指;Ⅲ度,重度张口受限,张口不足一指。

**1.3.4** *龈沟液炎症因子水平*[9] 采集两组患者手术前(阻生牙)、手术后3 d(拔除阻生牙位置)龈沟液,用消毒棉卷局部隔湿阻生牙并吹干表面,滤纸条置于牙周袋最深处停留30 s后,取出置于离心管中,-80 ℃保存。将其放置在1%磷酸盐缓冲液中静置30 min后复融,10 000 r•min$^{-1}$离心15 min后取上清液,采用酶联免疫吸附法检测两组患者龈沟液中肿瘤坏死细胞因子-α(tumor necrosis cytokine alpha,TNF-α)、细胞间黏附因子1(intercellular adhesion factor 1,ICAM1)和髓过氧化物酶(myeloperoxidase,MPO)表达水平。

**1.3.5** *并发症发生情况* 对比两组患者手术过程中牙窝损伤、根折、邻牙松动及术后3 d下唇麻木等发生率。

**1.4 统计学处理** 本文数据分析采用SPSS 21.0进行,计量资料用均数±标准差($\bar{x}\pm s$)表示,行$t$检验;计数资料用频数(百分比)[例(%)]表示,行$\chi^2$检验。当$P<0.05$时,表示差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 手术指标** 两组手术时间及术中出血量比较,观察组均小于对照组($P<0.05$)。手术前,两组患者收缩压、舒张压、血糖水平差异比较均无统计学意义($P>0.05$);手术后,两组收缩压、舒张压、血糖水平均有所升高($P<0.05$),但观察组均低于对照组($P<0.05$)。见表2。

**2.2 临床治疗效果** 观察组治疗优良率为97.62%,高于对照组的82.50%($P<0.05$)。见表3。

**2.3 术后恢复情况对比** 观察组术后VAS、肿胀程度及张口受限发生率均低于对照组($P<0.05$)。见表4。

**2.4 龈沟液炎症因子水平对比** 术后3 d,两组TNF-α、ICAM1和MPO均高于术前($P<0.05$),且

**表 2　两组患者手术指标比较**（$\bar{x}\pm s$）

| 组别 | 手术时间/min | 术中出血量/mL | 收缩压/mmHg | | 舒张压/mmHg | | 血糖/mmol•L$^{-1}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | 手术前 | 手术后 | 手术前 | 手术后 | 手术前 | 手术后 |
| 观察组（$n$=42） | 15.78±2.01 | 4.78±0.51 | 120.10±13.51 | 132.46±14.06 | 72.90±8.33 | 80.43±8.86 | 4.62±0.58 | 5.06±0.59 |
| 对照组（$n$=40） | 18.65±2.14 | 5.65±0.64 | 118.89±12.64 | 140.10±15.28 | 73.10±8.15 | 86.12±9.23 | 4.58±0.54 | 5.41±0.60 |
| $t$ | 6.262 | 6.824 | 0.418 | 2.280 | 0.110 | 2.848 | 0.323 | 2.663 |
| $P$ | <0.001 | <0.001 | 0.677 | 0.025 | 0.913 | 0.006 | 0.748 | 0.010 |

**表 3　两组患者临床治疗效果比较**[例（%）]

| 组别 | 例数 | 优 | 良 | 较差 | 优良 |
|---|---|---|---|---|---|
| 观察组 | 42 | 25(59.52) | 16(38.10) | 1(2.38) | 41(97.62) |
| 对照组 | 40 | 12(28.57) | 21(52.50) | 7(17.50) | 33(82.50) |
| $\chi^2$ | — | — | — | — | 5.319 |
| $P$ | — | — | — | — | 0.021 |

对照组高于观察组（$P$<0.05）。见表 5。

**2.5　并发症发生情况**　两组并发症总发生率比较，观察组低于对照组（$P$<0.05）。见表 6。

**2.6　具体病例治疗前后对比**　图 1A1：拔牙前 CBCT（Cone beam CT，即锥形束 CT）可见右下 8 近中水平阻生，骀面远中有骨阻力；拔牙时去除牙近中冠阻力，并用超声骨刀去除远中骨阻力；拔牙术后片可见阻生牙已拔除，并已去除部分远中骨组织（图 1A2）。图 1B1：拔牙前 CBCT 示右下 8 近中阻生，远腭侧可见骨阻力；拔牙时去除牙近中冠阻力，并用超声骨刀去除远中骨阻力。拔牙术后片可见阻生牙已拔除，并已去除部分远中骨组织，见图 1B2。

## 3　讨论

3D 打印技术可利用计算机三维重建技术对矫治器系列进行建模、设计、生产，有助于复杂智齿拔除工作的顺利完成。对比 3D 打印辅助超声骨刀、常规涡轮钻法拔除下颌埋伏性阻生牙治疗效果，结果显示：观察组手术时间及术中出血量均小于对照组；手术后，两组收缩压、舒张压、血糖水平均有所升高，但观察组均低于对照组；观察组治疗优良率为 97.62%，高于对照组的 82.50%。这提示超声骨刀拔除阻生牙可取得较高的优良率，还可缩短手术时间，减少术中出血量，缓解血压、血糖等应激性升高。这是因为，涡轮钻拔牙过程中可有效去骨分牙块，伴有喷水冲洗术区，利于碎屑去除，然而其转速过快，容易对周围软组织及下牙槽神经血管造成损伤；拔牙过程中产生的高热还可能损伤周围骨组织，不利于拔牙创愈合。超声骨刀可选择性切割骨组织，且不损伤周围牙龈等软组织[10]；加之超声骨刀有多种形状、多种角度和弯度的手术刀头，可进行复杂切割和在难达到的角度精确实施手术，有效缩短手术时间。超声骨刀热量少，可极大程度避免对术区牙槽骨的损伤。3D 打印可模拟引导手术，真正实现数字化微创手术，直观显示解剖结构和埋伏阻生牙的空间位置关系，从而缩短手术时间、降低术中出血量。

下颌埋伏性阻生牙拔除术虽可拔除阻生牙，但牙拔除后容易引发疼痛、面部肿胀，张口受限等，严

**表 4　两组患者术后恢复情况对比**[例（%）]

| 组别 | VAS/分 | | | 肿胀程度 | | | 张口受限 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Ⅰ度 | Ⅱ度 | Ⅲ度 | Ⅰ度 | Ⅱ度 | Ⅲ度 | Ⅰ度 | Ⅱ度 | Ⅲ度 |
| 观察组（$n$=42） | 5(16.67) | 3(10.00) | 0(0.00) | 4(13.33) | 1(3.33) | 0(0.00) | 4(13.33) | 1(1.33) | 0(0.00) |
| 对照组（$n$=40） | 9(30.00) | 4(13.33) | 3(10.00) | 7(23.33) | 5(16.67) | 1(3.33) | 8(26.67) | 3(10.00) | 3(10.00) |
| $\chi^2$ | | 4.345 | | | 5.072 | | | 6.139 | |
| $P$ | | 0.037 | | | 0.024 | | | 0.013 | |

**表 5　两组患者龈沟液炎症因子水平对比**（$\bar{x}\pm s$）

| 组别 | TNF-α/ng•mL$^{-1}$ | | ICAM1/g•L$^{-1}$ | | MPO/IU•mg$^{-1}$ | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | 术前 | 术后 3 d | 术前 | 术后 3 d | 术前 | 术后 3 d |
| 观察组（$n$=42） | 2.42±0.38 | 3.47±0.43[a] | 97.56±10.18 | 137.48±15.23[a] | 1.58±0.26 | 2.62±0.33[a] |
| 对照组（$n$=40） | 2.36±0.36 | 4.33±0.56[a] | 98.04±10.25 | 176.24±20.20[a] | 1.53±0.22 | 3.14±0.40[a] |
| $t$ | 0.733 | 7.822 | 0.213 | 9.841 | 0.938 | 6.434 |
| $P$ | 0.466 | <0.001 | 0.832 | <0.001 | 0.351 | <0.001 |

与同组治疗前相比，[a]$P$<0.05

**表6 两组患者并发症发生情况**[例(%)]

| 组别 | 例数 | 牙窝损伤 | 根折 | 邻牙松动 | 下唇麻木 | 并发症合计 |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 观察组 | 42 | 1(2.38) | 1(2.38) | 3(7.14) | 1(2.38) | 6(14.29) |
| 对照组 | 40 | 4(10.00) | 2(5.00) | 4(10.00) | 4(10.00) | 14(35.00) |
| $\chi^2$ | — | — | — | — | — | 4.767 |
| $P$ | — | — | — | — | — | 0.029 |

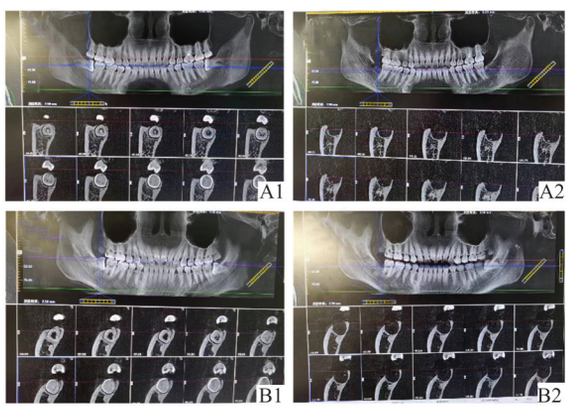



**图1 拔牙前后CBCT资料**

A1、A2为同一患者术前、术后CBCT;B1、B2为另一患者术前、术后CBCT;A1:(术前)CBCT示右下8近中阻生,根尖紧贴下颌神经管,远中骨阻力,近中临牙阻力;A2:(术后)CBCT示右下8远中骨阻力用超声骨刀去除,用仰角涡轮手机分冠去除近中临牙阻力,将右下8拔除后影像;B1:(术前)CBCT示右下8水平阻生,远中及舌侧骨阻力,近中临牙阻力,紧贴下牙槽神经生长;B2:(术后)CBCT示以超声骨刀去除右下8远中及舌侧骨阻力,并以仰角涡轮手机去除临牙阻力,将右下8拔除后影像

重影响术后生活质量。本研究结果显示:观察组术后VAS、肿胀程度及张口受限发生率均低于对照组,表明超声骨刀拔牙可有效降低患者术后疼痛、面部肿胀及张口受限严重程度。其原因可能为:超声骨刀拔牙过程中仅轻微摆动,对血管、黏膜及神经的损伤较小;且超声骨刀拔牙法操作精细,切割骨边缘平整,无骨刺和骨尖;超声骨刀产生的空化作用可有效减少血液和阻滞液的渗出,减少水肿,且切割冲刷冷却水可彻底清除骨屑,保证操作视野清晰,便于组织分辨,有助于患者牙拔除后组织愈合[11]。超声骨刀对颞下颌关节的冲击和损伤较小,可减轻疼痛和张口受限发生。

手术创伤使得疼痛和炎性反应被激活。TNF-α通过诱导白细胞、内皮细胞产生黏附分子,促进白细胞对毛细血管内皮的黏附,进而参与机体免疫及炎症反应[12]。ICAM1在促进炎症部位的粘连性,调节机体免疫反应中起重要作用,可特异性结合其受体,增强细胞间的黏附作用,参与细胞组织的生长及分化、免疫应答、炎症反应等过程[13]。MPO的过度分泌将释放大量超氧化物,诱发炎症部位组织损伤[14]。本研究显示,术后3 d,两组TNF-α、ICAM1和MPO均高于术前,且对照组高于观察组,表明超声骨刀拔牙后可有效降低炎性因子表达。观察组并发症总发生率低于对照组,提示超声骨刀拔除法安全有效。

综上所述,对下颌埋伏性阻生牙患者给予3D打印辅助超声骨刀治疗可获得较高的优良率,缩短手术时间,减少术中出血量,有效减轻术后疼痛、面部肿胀及张口受限程度;还可有效降低炎性因子表达水平,且术后并发生症发生风险低。

## 参考文献

[1] 赖颖, 潘韦霖, 刘畅, 等. 埋伏阻生牙导致牙根外吸收邻牙的预后的临床观察[J]. 华西口腔医学杂志, 2019, 37(3): 280-284.
LAI Y, PAN W L, LIU C, et al. Prognosis of teeth with external root resorption caused by adjacent impacted teeth [J]. West China Journal of Stomatology, 2019, 37(3): 280-284.

[2] 丁作友, 朱光来, 修力军. 下颌埋伏阻生牙拔除后创口关闭与否对创口愈合的影响[J]. 中国口腔颌面外科杂志, 2021, 19(1):18-21.
DING Z Y, ZHU G L, XIU L J. Influence of wound healing with or without wound suture after extraction of mandibular impacted teeth[J]. China J Oral Maxillofac Surg, 2021, 19(1): 18-21.

[3] 王伟, 刘兰. 手术导萌联合口腔正畸治疗上颌埋伏阻生牙的疗效分析[J]. 中国临床医生杂志, 2019, 47(7): 870-872.
WANG W, LIU L. Clinical analysis of surgical eruption combined with orthodontics in the treatment of maxillary impacted teeth[J]. Chin J Clin, 2019, 47(7): 870-872.

[4] 史良, 阎涛, 王汉斌, 等. 超声骨刀联合硫酸钙人工骨植入在腰椎管肿瘤手术中的应用[J]. 实用骨科杂志, 2022, 28(3):193-197.
SHI L, YAN T, WANG H B, et al. Laminoplasty by piezosurgery and artificial bone graft with calcium sulfate within lumbar intraspinal tumors[J]. J Pract Orthop, 2022, 28(3): 193-197.

[5] 吴亮颖, 刘坚. 基于CBCT三维可视化技术与3D打印技术在复杂阻生牙拔除术中的临床研究[J]. 口腔颌面外科杂志, 2021, 31(5):292-297.
WU L Y, TU J B, LIU J, et al. Clinical research of extraction of complex impacted teeth based on CBCT 3D visualization technology and 3D printing technology[J]. J Oral Maxillofac Surg, 2021, 31(5): 292-297.

(下转第921页)