

论著·临床研究

doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2021.09.010

网络首发 [https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20201208.1325.009.html\(2020-12-09\)](https://kns.cnki.net/kcms/detail/50.1097.R.20201208.1325.009.html(2020-12-09))

三维打印牙模型在磨牙自体牙移植中的临床应用*

陈乐乐^{1,2}, 陈志方^{1,2,3△}, 张建忠¹, 陈 威¹

(1. 安徽医科大学合肥口腔临床学院 230001; 2. 安徽医科大学第五临床医学院, 合肥 230032;

3. 合肥市口腔医院口腔颌面外科 230001)

[摘要] **目的** 评价利用锥形束 CT(CBCT)结合三维打印技术制作的牙模型在磨牙自体牙移植中的临床应用效果。**方法** 选取 2017 年 4 月至 2018 年 12 月就诊于合肥市口腔医院口腔颌面外科门诊,且符合自体牙移植适应证的患者 46 例,将其分为两组,每组 23 例。观察组患者采用三维打印牙模型进行牙移植手术;对照组患者采用传统牙移植手术方法,对两组患者供牙离体时间、手术操作时间、供牙试植次数、移植牙存活率及患者满意度方面进行比较。**结果** 观察组、对照组患者术中供牙离体时间分别为(3.21±1.81)、(14.43±7.49) min,手术操作时间分别为(38.21±6.92)、(49.65±15.83) min,供牙试植次数分别为(3.09±1.50)、(7.26±3.83)次,随访 1 年移植牙存活率分别为 100%、81.82%,患者总体满意度分别为(82.57±9.39)、(76.39±7.55)分。两组患者上述指标比较差异均有统计学意义($P<0.05$)。**结论** 基于 CBCT 联合三维打印技术制作的牙模型在磨牙自体牙移植中的临床效果良好,值得临床推广应用。

[关键词] 自体牙移植;锥形束 CT;三维打印;磨牙;计算机辅助设计与制作

[中图法分类号] R782.12 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2021)09-1485-05

Clinical application of 3-dimensionally printed dental model in molar auto-transplantation*

CHEN Lele^{1,2}, CHEN Zhifang^{1,2,3△}, ZHANG Jianzhong¹, CHEN Wei¹

(1. Hefei Clinical College of Stomatology, Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230001, China;

2. Fifth Clinical Medical College of Anhui Medical University, Hefei, Anhui 230032, China;

3. Department of Oral and Maxillofacial Surgery, Hefei Municipal Stomatology Hospital, Hefei, Anhui 230001, China)

[Abstract] **Objective** To evaluate the clinical application effect of dental model made by cone-beam computed tomography (CBCT) combined with three dimensional printing technology in autogenous molar transplantation. **Methods** A total of 46 patients treated in the oral and maxillofacial surgery department of the Hefei Municipal Stomatology Hospital from April 2017 to December 2018 were selected, moreover who confirmed to the indication of autogenous molar transplantation, and randomly divided into the two groups, 23 cases in each group. The patients in the observation group adopted the autogenous tooth transplantation with 3-dimensional printing dental model. The patients in the control group adopted the traditional autogenous tooth transplantation. The statistical analysis was conducted from the aspects of the extra-oral time of donor teeth, operating time, times of fitting attempts, survival rate of the transplanted teeth and patient's satisfaction were compared between the two groups. **Results** The extra-oral time of donor teeth in the observation group was (3.21±1.81) min, the operating time was (38.21±6.92) min, the times of fitting attempts were (3.09±1.50) times, the survival rate of transplanted teeth in 1-year follow up was 100%, and the patient's overall satisfaction degree was (82.57±9.39) points, in the control group, the extra-oral time of donor teeth was (14.43±7.49) min, the operating time was (49.65±15.83) min, the times of fitting attempts were (7.26±3.83) times, the survival rate of tooth transplantation in 1-year follow up was 81.82%, and the patient's overall satisfaction degree was (76.39±7.55) points, and the differences between the two groups were statistically significant ($P<0.05$). **Conclusion** The dental model based on CBCT combined with 3-dimensional printing

* 基金项目:安徽省合肥市自主创新政策“借转补”项目(J2019Y03);安徽省合肥市名医工作室(合卫人[2019]167号)。 作者简介:陈乐乐(1994—),医师,硕士,主要从事口腔牙与牙槽外科疾病诊治的研究。 △ 通信作者, E-mail: czf-1973@163.com。

technology has a good clinical effect in autogenous molar transplantation and is worthy of clinical application.

[Key words] autologous tooth transplantation; cone beam computed tomography; three dimensional printing; molar; computer aided design and manufacturing

自体牙移植是指把同一个体的牙齿从原来的位置转移到另一个部位以修复缺牙的手术方法^[1]。临床上通常是将正畸拔除的牙齿或者阻生的第三磨牙移植到缺牙部位。自体牙移植在修复缺牙的过程中无损邻牙,同时还具有维持牙周软硬组织,促进其继续生长发育的作用^[2]。自体牙移植过程中,供牙离体时间、供牙试植次数明显影响着移植的成功与否^[3-4]。三维打印牙模型是利用锥形束 CT(CBCT)、三维打印技术制作的供牙模型。本研究通过分析术中供牙离体时间、手术操作时间、供牙试植次数、术后移植牙存活率及患者自身满意度,来探讨三维打印牙模型在自体磨牙移植中的临床应用效果。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取 2017 年 4 月至 2018 年 12 月就诊于合肥市口腔医院口腔颌面外科门诊且符合自体牙移植适应证的患者 46 例。纳入标准:(1)无严重全身系统性疾病,无拔牙禁忌证;(2)患者无牙周疾患或牙周疾患已得到控制;(3)第一或第二磨牙经临床诊断无法保留,受区牙槽窝垂直骨量达供牙牙根根颈 1/3 及以上,能包裹供牙牙根,牙槽窝骨壁与供牙之间间隙小于或等于 3 mm;(4)供牙为阻生第三磨牙(与对颌牙无咬合接触),牙体、牙周组织健康,牙根无明显弯曲,供牙冠根比小于 1:1,供牙可以完整拔出。排除标准:(1)存在严重全身系统性疾病和(或)存在拔牙禁忌证;(2)存在严重牙周疾患或牙周疾患无法得到有效控制;(3)对颌牙伸长过多,咬合关系紧,缺牙区间隙小于供牙近远中径;(4)受区牙槽窝骨壁缺损无法包裹供牙牙根,牙槽窝骨垂直骨量低于供牙牙根根颈 1/3,根分叉暴露,牙槽窝骨壁与供牙之间间隙超过 3 mm;(5)供牙牙根数为 3 根及以上,供牙无法完整拔出。将 46 例患者分为观察组和对照组,每组 23 例。观察组患者采用三维打印牙模型进行牙移植手术,其中男 10 例,女 13 例;年龄 14~43 岁,平均(27.52±7.10)岁。对照组患者采用传统牙移植手术,其中男 7 例,女 16 例;年龄 16~44 岁,平均(27.17±6.39)岁。本研究经合肥市口腔医院伦理委员会批准,所有患者均被告知手术风险、费用、时间,患者签署知情同意书。

1.2 方法

1.2.1 器械和材料

CBCT(美亚 SS-X9010DPro-三维 E,中国);三维打印机(RITON,瑞通激光金属打印机 D-210,精度

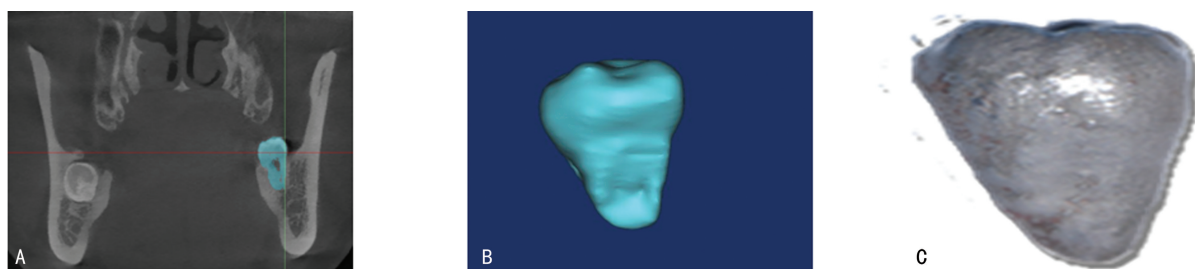
0.03 mm,中国);钴铬合金(奥丹特 Conalt 钴铬合金粉,瑞典);Mimics 软件 19.0(玛瑞斯三维打印技术有限公司,比利时);45°仰角拔牙手机、微创拔牙挺、微创拔牙钳、颊拉钩等其他牙槽外科常用器械。

1.2.2 手术方法

所有患者术前常规拍摄 CBCT,获取患者术区及周围骨组织、重要解剖结构的三维影像资料。观察组,术前利用三维打印技术打印出供牙模型,术中利用牙模型进行牙槽窝的预备。对照组,采用传统牙移植手术方式即拔出供牙,利用供牙试植并预备牙槽窝。(1)三维打印牙模型(图 1):①将患者 CBCT 影像资料以 DICOM 格式导出,利用 Mimics 软件创建术区三维数字化模型。②由于牙体硬组织与周围骨组织密度不同,根据此原理在三维数字化模型上将供牙与牙周组织分隔开,创建出供牙等比三维数字化模型。③在此基础上,将牙根部分(釉牙骨质界至根尖)等比放大 1 mm,以 STL 格式将数据导入三维打印机,打印供牙模型留待术中使用。④在三维数字化模型上进行术区的设计,模拟术后移植牙垂直向的位置、近远中向及唇舌向倾斜角度等。(2)牙移植手术步骤:患者术前 3 d 行全口龈上洁治术,并进行口腔卫生宣教,与此同时向患者告知术中风险、术后并发症,患者了解同意并签署手术知情同意书。术前 20 min,患者口服头孢、替硝唑,浓替硝唑漱口液稀释后含漱 3 min。常规消毒、铺巾,根据术区位置选择 2%利多卡因和(或)4%阿替卡因进行局部麻醉。微创拔出患牙,牙槽窝内如有肉芽组织应当彻底清除。①观察组,将术前制作的三维打印牙模型植入受区牙槽窝内,观察牙模型的垂直向、近远中向、唇舌向位置是否到达预期位置,咬合关系、邻接关系是否合适,进行牙槽窝的预备,反复利用牙模型试植牙槽窝,直到模型牙能够较顺利到达预定位置并有一定的稳定性。牙槽窝预备完成后,微创拔出供牙并立即植入预备完成的牙槽窝内,调整供牙在牙槽窝内的位置,以达到预期的咬合及邻接关系。②对照组,先行将供牙拔出,利用供牙预备受区牙槽窝。“8”字缝合固定移植牙,缝合拔牙创口。拍摄 CBCT 观察供牙移植位置是否达到理想位置。对移植牙进行咬合关系的调整,避免移植牙咬合创伤。术后常规口服抗生素 3~5 d,必要时可服用止痛药。告知患者术后注意事项并进行口腔卫生宣教。术后 1 周拆除缝线,将移植牙与邻牙用正畸金属丝固位。根尖发育完全的供牙在术后 2~4

周开始对移植牙行根管治疗^[5],树脂充填恢复移植牙咬合关系,6~8 周拆除麻花丝固定装置。术后 1、2、

3、6、12 个月随访进行临床及影像学观察。



A:将 CBCT 影像导入 Mimics 软件;B:Mimics 软件设计供牙三维模型;C:三维打印供牙模型。

图 1 三维打印牙模型

1.2.3 观察指标

(1)术中观察:由同一医生记录供牙离体时间、手术操作时间(牙槽窝预备开始计时,供牙植入牙槽窝后结束计时)、供牙试植牙槽窝的次数。(2)移植牙存活率能够更为客观反映牙移植疗效^[6]。移植牙存活:移植牙周围存在牙周膜间隙影像,移植牙无进展性牙根吸收或仅有少量牙根吸收的迹象,移植牙动度在正常范围内,无或少量附着丧失的迹象,无不适感,可正常行使功能;移植失败:移植牙周围无牙周膜间隙,牙根进展性吸收,牙齿动度为 2~3 度,叩诊异常,附着丧失(牙周袋形成),有不适感,无法行使牙齿功能^[7]。本研究采用移植牙存活率评估牙移植疗效,移植牙存活率为符合移植牙存活标准的病例数占随访总病例数的比例。(3)患者满意度调查:随访 1 年,采用患者满意度视觉模拟量表(VAS)调查移植牙存活患者的满意度^[8]。内容包括 6 个问题,①咀嚼功能;②清洁方便程度;③舒适度;④移植牙是否已成为自身的一部分;⑤是否会推荐他人移植牙;⑥总体满意度。以视觉测量尺测量,在每个问题下置一条 100 mm 刻度的直线,最左端为最差(评价 0 分),最右端为最满意(评价 100 分),由患者根据自身情况在直线刻度尺上标记,所对应处即为 VAS 满意度得分^[9]。

1.3 统计学处理

采用 SPSS22.0 统计软件进行数据分析,符合正态分布的计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,组间比较采用两独立样本 t 检验;计数资料以率表示,组间比较采用 χ^2 检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组患者手术相关指标比较

观察组双根供牙 14 颗,单根 9 颗;对照组双根供牙 11 颗,单根 12 颗。观察组术中供牙离体时间为 0.65~7.18 min,对照组术中供牙离体时间为 1.72~27.41 min;观察组手术操作时间为 26.03~52.29 min,对照组手术操作时间为 24.92~84.94 min;观察

组供牙试植次数为 1~5 次,对照组供牙试植次数为 2~13 次。两组患者术中供牙离体时间、手术操作时间及供牙试植次数比较,差异均有统计学意义($P < 0.05$),见表 1。

表 1 两组患者手术相关指标比较($\bar{x} \pm s, n=23$)

项目	观察组	对照组	t	P
供牙离体时间(min)	3.21±1.81	14.43±7.49	9.22	<0.05
手术操作时间(min)	38.21±6.92	49.65±15.83	4.04	<0.05
供牙试植次数(次)	3.09±1.50	7.26±3.83	4.87	<0.05

2.2 两组患者移植牙存活率及主观满意度得分比较

术后随访 1 年,观察组随访总人数 23 例,移植牙存活 23 例,移植牙存活率 100%;对照组 1 例失访,随访总人数 22 例,移植牙存活 18 例,移植牙存活率 81.82%,两组患者移植牙存活率比较差异有统计学意义($P < 0.05$)。随访 1 年两组患者主观满意度中咀嚼功能、舒适度及总体满意度平均得分比较,差异有统计学意义($P < 0.05$),见表 2。

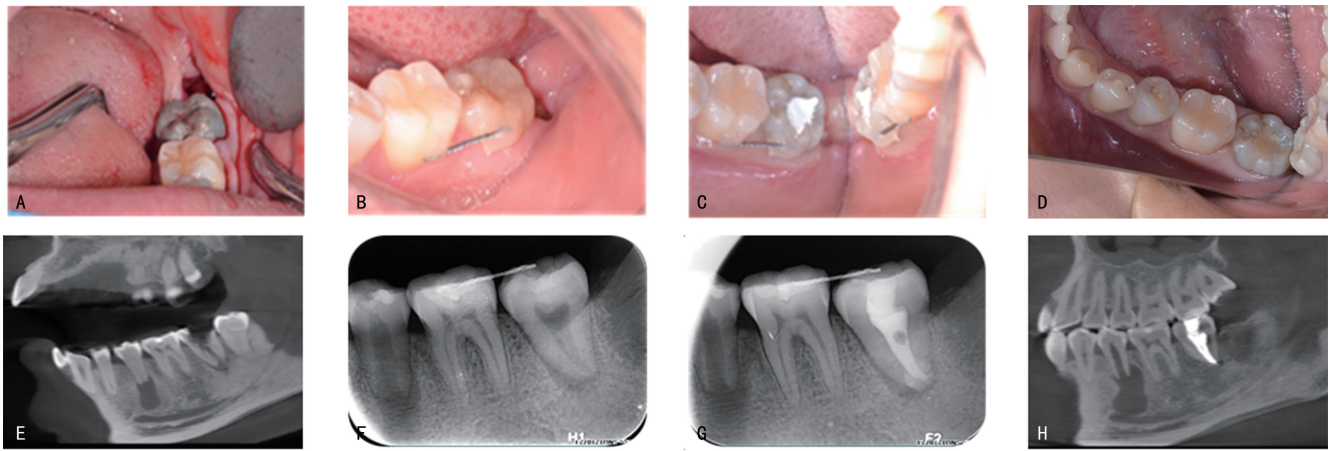
表 2 两组患者主观满意度平均得分比较($\bar{x} \pm s, 分$)

项目	观察组($n=23$)	对照组($n=18$)
咀嚼功能	85.30±8.96 ^a	79.30±8.85
清洁方便程度	80.26±10.16	77.83±9.44
舒适度	89.65±6.46 ^a	84.83±8.33
移植牙是否成为身体一部分	80.30±12.25	79.67±11.05
是否推荐他人移植牙	82.91±9.94	80.67±7.72
总体满意度	82.57±9.39 ^a	76.39±7.55

^a: $P < 0.05$,与对照组比较。

2.3 典型病例

患者,女,22 岁,37 龋坏致髓室底穿无法保留,38 与对颌牙无咬合关系,融合根,根长适宜,综合考虑后患者选择牙移植方案。移植术中采用三维打印牙模型进行牙槽窝预备,术后患者自我感觉良好,移植牙根管治疗后牙冠颜色略有加深。移植术中、术后临床及影像学观察,见图 2。



A:术中利用牙模型试植;B:模型固定;C:根管治疗;D:12个月后复诊;E:术前CBCT;F:术后固定;G:术后根管治疗;H:术后12个月CBCT。

图2 典型患者临床及影像学观察

3 讨 论

自体牙移植作为生物学修复方式有其独到的优势。青少年缺牙患者,由于颌骨仍处于发育阶段,通常采取临时性修复待其成年再行永久修复,自体牙移植给此类患者提供了一个修复选择,移植牙可以协同颌骨发育并且起到维持或增加牙周骨量的作用^[10-11]。在口腔科门诊中,经常会遇到患者下颌第二磨牙由于阻生的第三磨牙而发生根吸收、龋坏等,最终松动脱落或需拔除。此类患者临床上常需同时拔除第二、三磨牙,缺失的第二磨牙需择期再行修复。而采用自体牙移植可以在一次手术中完成患牙的拔除及对缺牙的植入,费用相对较低,患者也更易接受。

传统自体牙移植的方法是将自体供牙拔出后,利用供牙试植并调整受区牙槽窝,从而使得受区牙槽窝大小与供牙相适合。供牙牙周膜的状态影响着自体牙移植的成功与否,供牙离体时间的延长增加了牙周膜脱水及牙周膜细胞失活的风险,且反复的试植可使供牙牙周膜机械损伤风险提高,牙周膜缺损或失活使牙槽窝骨壁与根面直接接触导致移植牙根吸收或根固连而导致移植失败^[12-13]。利用三维打印牙模型可精确地预备牙槽窝以适应供牙牙根形状,不需要先行拔出供牙,可减少供牙离体时间及试植次数从而提升移植牙的存活率。在进行三维打印牙的设计过程中,本研究将其牙冠牙合面设计得较牙合平面低,供牙植入预备好的牙槽窝后可避免过多地调牙合,同时将牙模型的根部等比放大约 1 mm^[14],以便调整供牙牙根与受区牙槽窝骨壁间的距离。在进行自体牙移植时,医生在保护供牙的前提下,短时间、较为精确地预备牙槽窝是个难点。利用三维打印牙模型预备牙槽窝,医生在预备过程中更为便利、直观,预备效率提高,可减少自体牙移植手术操作时间,降低手术难度。

进行三维打印牙模型的制作时,会存在一定程度上的误差,不同打印方式打印出来的牙模型误差都在临床要求精度范围内^[15-16]。常规的打印材料有树脂材料和金属材料。树脂材料轻便、廉价,但是不耐高

温消毒,本研究采用钴铬合金这种金属材料来打印牙模型,此种金属生物相容性、强度较高,根尖不易变形,可高温高压消毒,造价较为低廉。

以往的研究中,鲜有对采用不同自体牙移植方式的患者的主观满意度进行比较,忽略了患者的主观感受。本研究创新性地采用VAS对两组患者随访1年后的满意度进行比较。结果表明,采用三维打印牙模型进行牙移植手术在咀嚼功能、舒适度、整体满意度方面有明显的优势。利用三维打印牙模型可方便对患者进行术前讲解,减轻患者心理负担,缩短手术时间。因此,患者自我感觉相对较为舒适、满意。

综上所述,三维打印牙模型不仅可以减少供牙损伤,提高移植牙存活率,还能降低手术难度,提高患者的满意度,值得临床推广应用。

参考文献

- [1] TSUKIBOSHI M, YAMAUCHI N, TSUKIBOSHI Y. Long-term outcomes of autotransplantation of teeth: a case series[J]. J Endodont, 2019, 45 (12 Suppl): S72-83.
- [2] VAN WESTERVELD K J H, VERWEIJ J P, TOXOPEUS E E, et al. Long-term outcomes 1-20 years after autotransplantation of teeth: clinical and radiographic evaluation of 66 premolars and 8 molars[J]. Brit J Oral Max Surg, 2019, 57 (7): 666-671.
- [3] VAN WESTERVELD K J H, VERWEIJ J P, FIOCCO M, et al. Root Elongation after autotransplantation in 58 transplanted premolars: the radiographic width of the apex as a predictor[J]. J Oral Maxil Surg, 2019, 77 (7): 1351-1357.
- [4] VERWEIJ J P, VAN WESTERVELD K J H, ANSSARI MOIN D, et al. Autotransplantation

- with a 3-dimensionally printed replica of the donor tooth minimizes extra-alveolar time and intraoperative fitting attempts; a multicenter prospective study of 100 transplanted teeth[J]. *J Oral Maxil Surg*, 2020, 78(1):35-43.
- [5] BOSCHINI L, PLOTINO G, MELILLO M, et al. Endodontic management of an autotransplanted mandibular third molar; a simplified approach[J]. *J Am Dent Assoc*, 2020, 151(3):197-202.
- [6] STRBAC G D, GIANNIS K, MITTLBÖCK M, et al. Survival rate of autotransplanted teeth after 5 years; a retrospective cohort study[J]. *J Cranio Maxill Surg*, 2017, 45(8):1143-1149.
- [7] ABELLA F, RIBAS F, ROIG M, et al. Outcome of Autotransplantation of mature third molars using 3-dimensional-printed guiding templates and donor tooth replicas[J]. *J Endodont*, 2018, 44(10):1567-1574.
- [8] TENENBAUM H, BOUKARI A, MERTENS B. Long-term follow up of post-surgical tooth autotransplantation; a retrospective study. [J]. *J Investig Clin Dent*, 2016, 7(2):207-214.
- [9] 田敏, 吉兆华, 林娉婷, 等. 种植支持冠桥修复患者主观满意度的调查和分析[J]. *牙体牙髓牙周病学杂志*, 2016, 26(3):167-170.
- [10] TANG H, SHEN Z, HOU M, et al. Autotransplantation of mature and immature third molars in 23 Chinese patients; a clinical and radiological follow-up study[J]. *Bmc Oral Health*, 2017, 17(1):163.
- [11] ROHOF E C M, KERDIJK W, JANSMA J, et al. Autotransplantation of teeth with incomplete root formation; a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Oral Invest*, 2018, 22(4):1613-1624.
- [12] MACHADO L A, DO NASCIMENTO R R, FERREIRA D M T P, et al. Long-term prognosis of tooth autotransplantation; a systematic review and meta-analysis[J]. *Int J Oral Max Surg*, 2016, 45(5):610-617.
- [13] VERWEIJ J P, JONGKEES F A, MOIN D A, et al. Autotransplantation of teeth using computer-aided rapid prototyping of a three-dimensional replica of the donor tooth; a systematic literature review [J]. *Int J Oral Max Surg*, 2017, 46(11):1466-1474.
- [14] HERRERA-GIMBERNAT D, RECIO-LORA C, TORRES-LAGARES D, et al. Current state of dental autotransplantation[J]. *Med Oral Patol Oral Cir Bucal*, 2011, 16(7):e948-952.
- [15] LEE S J, KIM E. Minimizing the extra-oral time in autogeneous tooth transplantation; use of computer-aided rapid prototyping (CARP) as a duplicate model tooth[J]. *Restor Dent Endod*, 2012, 37(3):136-141.
- [16] SOKOLOWSKI A A, SOKOLOWSKI A A, KAMMERHOFER J, et al. Accuracy assessment of 3D-printed tooth replicas[J]. *Int J Comput Dent*, 2019, 22(4):321-329.

(收稿日期:2020-05-15 修回日期:2020-12-07)

(上接第 1484 页)

- 宁联合丙种球蛋白治疗对重症病毒性脑炎患儿神经元特异性烯醇化酶和脑型肌酸激酶含量的影响[J]. *安徽医药*, 2018, 22(5):951-953.
- [11] 黄玮玲, 卢红艳, 朱海涛, 等. 早产儿血清泛素羧基末端水解酶 L1、神经胶质原纤维酸性蛋白与脑损伤的关系[J]. *临床儿科杂志*, 2018, 36(1):44-47.
- [12] WELCH R D, AYZAZ S I, LEWIS L M, et al. Ability of serum glial fibrillary acidic protein, ubiquitin C-terminal hydrolase-L1, and S100B to differentiate normal and abnormal head computed tomography findings in patients with suspected mild or moderate traumatic brain injury[J]. *J Neurotrauma*, 2016, 33(2):203-214.
- [13] HUANG X J, GLUSHAKOVA O, MONDELLO S, et al. Acute temporal profiles of serum levels of UCH-L1 and GFAP and relationships to neuronal and astroglial pathology following traumatic brain injury in rats[J]. *J Neurotrauma*, 2015, 32(16):1179-1189.
- [14] 陈长春, 柴妍楠, 闫燕, 等. 缺氧缺血性脑病足月新生儿脑脊液中 GFAP 水平变化及意义[J]. *山东医药*, 2016, 56(9):60-61.
- [15] 刘念, 臧凯凯, 张玉秋. 外周神经损伤小鼠不同脊髓节段小胶质细胞和星形胶质细胞的激活状态[J]. *生理学报*, 2015, 67(6):571-582.
- [16] 吴秀萍. 血清 HMGB1 与新生儿窒息后脑损伤的关系[J]. *中国妇幼保健*, 2017, 27(28):4458-4460.

(收稿日期:2020-05-24 修回日期:2020-12-18)