

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2017.05.007

· 临床研究 ·

托槽在数字化牙颌模型上位置与间接粘结转移后实际位置的一致性研究

万贤凤¹, 王辉玲², 刘震寰², 章锦才³, 段培佳⁴, 包丽娜¹

1. 南方医科大学口腔医院(广东省口腔医院)正畸科, 广东 广州(510280); 2. 西安恒惠科技有限公司, 陕西 西安(710075); 3. 中国科学院大学存济医学院, 北京(100049); 4. 广东协大口腔医院, 广东 广州(510000)

【摘要】 目的 本研究比较托槽在数字化牙颌模型上的位置与转移至初始石膏模型上的位置的差异, 以为数字化托槽间接粘结位置的一致性提供实验依据。方法 选取在含牙根的数字化牙颌模型上进行托槽定位的15个数字化模型, 通过间接粘结转移托盘将托槽转移至初始石膏模型上, 用OrthoRx软件工具测量每个托槽在数字化牙颌模型上的位置与初始石膏模型上位置的线距差。结果 所有牙位托槽在数字化牙颌模型上的位置与初始石膏模型上位置的线距差值均小于检验值0.20 mm, 与检验值差异有统计学意义($P < 0.05$)。结论 托槽在数字化牙颌模型上的位置与初始石膏模型上位置具有一致性。

【关键词】 数字化模型; 托槽定位; 间接粘结; 转移托盘; 正畸

【中图分类号】 R783.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2017)05-0311-05

【引用著录格式】 万贤凤, 王辉玲, 刘震寰, 等. 托槽在数字化牙颌模型上位置与间接粘结转移后实际位置的一致性研究[J]. 口腔疾病防治, 2017, 25(5): 311-315.

Study on the consistency of the position of the brackets on the digital occlusal model and the actual position after indirect bonding WAN Xian-feng¹, WANG Hui-ling², LIU Zhen-huan², ZHANG Jin-cai³, DUAN Pei-jia⁴, BAO Li-na¹.

1. Department of Orthodontics, Stomatological Hospital of Southern Medical University (Guangdong Provincial Stomatological Hospital), Guangzhou 510280, China; 2. Xi'an Henghui Technology Co. Ltd, Xi'an 710075, China; 3. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China; 4. Guangdong Xieda Stomatological Hospital, Guangzhou 510000, China

Corresponding author: DUAN Pei-jia, Email: duanpeijia@sina.com, Tel: 0086-20-89103678

【Abstract】 Objective To provide the experimental basis for the coherence of the indirect bond position by comparing the position of the bracket on the digital occlusal model and the position of the transfer to the initial plaster model.

Methods Fifteen digitized models were selected for the brackets on the dental denture model, the brackets were transferred to the initial plaster model by indirect bond transfer trays. The line distance between each bracket position in digital dental model and initial plaster model was measured with OrthoRx software. **Results** The difference between the position of the orthodontic brackets and the position of the initial plaster model was less than 0.20 mm, and the difference was statistically significant ($P < 0.05$). **Conclusion** The position of the bracket on the digital occlusal model is consistent with that of the original plaster model, which provides a theoretical basis for digital indirect bonding.

【Key words】 Digital dental model; Bracket positioning; Indirect bonding; Transfer tray; Orthodontics

【收稿日期】 2016-07-15; **【修回日期】** 2016-08-27

【基金项目】 广东省医学科学技术研究基金(A2014606)

【作者简介】 万贤凤, 副主任医师, 硕士, Email: wanxianfengwx@126.com

【通讯作者】 段培佳, 主任医师, 博士, Email: duanpeijia@sina.com

随着计算机技术和三维重建技术的快速发展,国内外学者已重建了数字化三维牙颌模型,具有存储方便、精度较高、测量方便等优点,因此应用越来越广泛^[1-5]。数字化间接粘结^[6-7]是在数字化三维牙颌模型上进行托槽虚拟定位,再通过计算机辅助设计个性化转移托盘,将虚拟托槽定位位置转移至患者口内,以提高托槽粘结的准确性并节省医生的临床操作时间。随着数字化三维技术的发展,数字化间接粘结技术也逐渐应用于正畸临床^[8]。例如 SureSmile 系统^[9]利用口腔内扫描仪来获取牙列影像,并将这些影像转变为三维数字化模型,在此基础上实现托槽的虚拟定位,并制作个性化间接粘结托盘及设计初始弓形。但是,计算机软件虚拟的托槽定位能否精确转移至患者口内,主要取决于托槽在数字化牙颌模型上的位置与间接粘结转移至口内位置的一致性。目前关于托槽虚拟位置与转移后的实际粘结位置的差异性的研究报道较少。本文测量托槽在数字化牙颌模型上的位置与转移至初始石膏模型上位置的差异,以为临床托槽间接粘结提供实验依据。

1 材料和方法

1.1 研究对象与实验设备

1.1.1 研究对象选择 2012年1月—2013年7月于广东省口腔医院正畸科使用西安恒惠科技有限公司无托槽隐形矫治技术进行矫治的错颌畸形患者15例,其中男性3例,女性12例,年龄23~38岁,平均27.7岁,其中 Angle I 类错牙合患者9例,Angle II 类错牙合患者6例。

纳入标准:恒牙列,牙列完整(28~32颗牙齿),无多余牙,无畸形牙,无金属修复体,无根管治疗及唇颊侧充填牙齿,牙齿无过度磨耗。排除标准:CBCT 图像不清晰。患者知情同意,签署知情同意书。

1.1.2 实验设备 NewTom 3G 锥形束 CT(QR SRL 公司,意大利)。扫描系统:3Shape D700 五轴三维激光扫描仪(3Shape 公司,丹麦)。计算机硬件系统: Intel Core 2 Duo mit2.0 GHz 处理器,内存 2 GB,硬盘 500 G。计算机软件: OrthoRx(西安恒惠科技有限公司),间接粘结转移台:自主生产(西安恒惠科技有限公司)。

1.2 数字化三维牙颌模型的建立

方法参照文献^[10],将15例患者术前牙颌模

型进行重建,形成含牙根信息的数字化模型。

1.3 模拟托槽定位

用含牙根信息的托槽定位法对15个数字化牙颌模型上全口牙齿(28颗)进行模拟托槽定位。

1.4 中间石膏模型的制备

利用 OrthoRx 专业软件将错颌的石膏模型的牙齿进行圆盘排列处理,将所有牙齿按角度均匀分布于圆形内,使错颌的牙齿重新排列成有间隙的中间石膏模型(图1)。

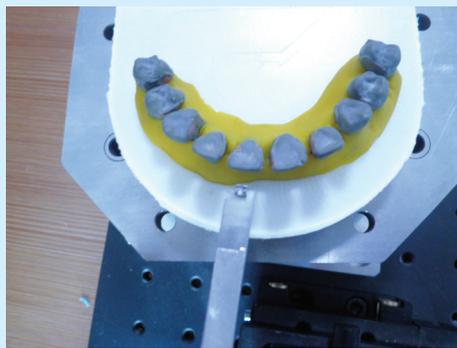


图1 中间石膏模型

Figure 1 Model board

1.5 模拟托槽粘结位置转移

利用自主研发生产的间接粘结转移台将软件中托槽位置转移至中间石膏模型上。转移的牙位托槽包括:11~15,21~25,31~35,41~45。

1.6 制作间接粘结转移托盘并转移托槽

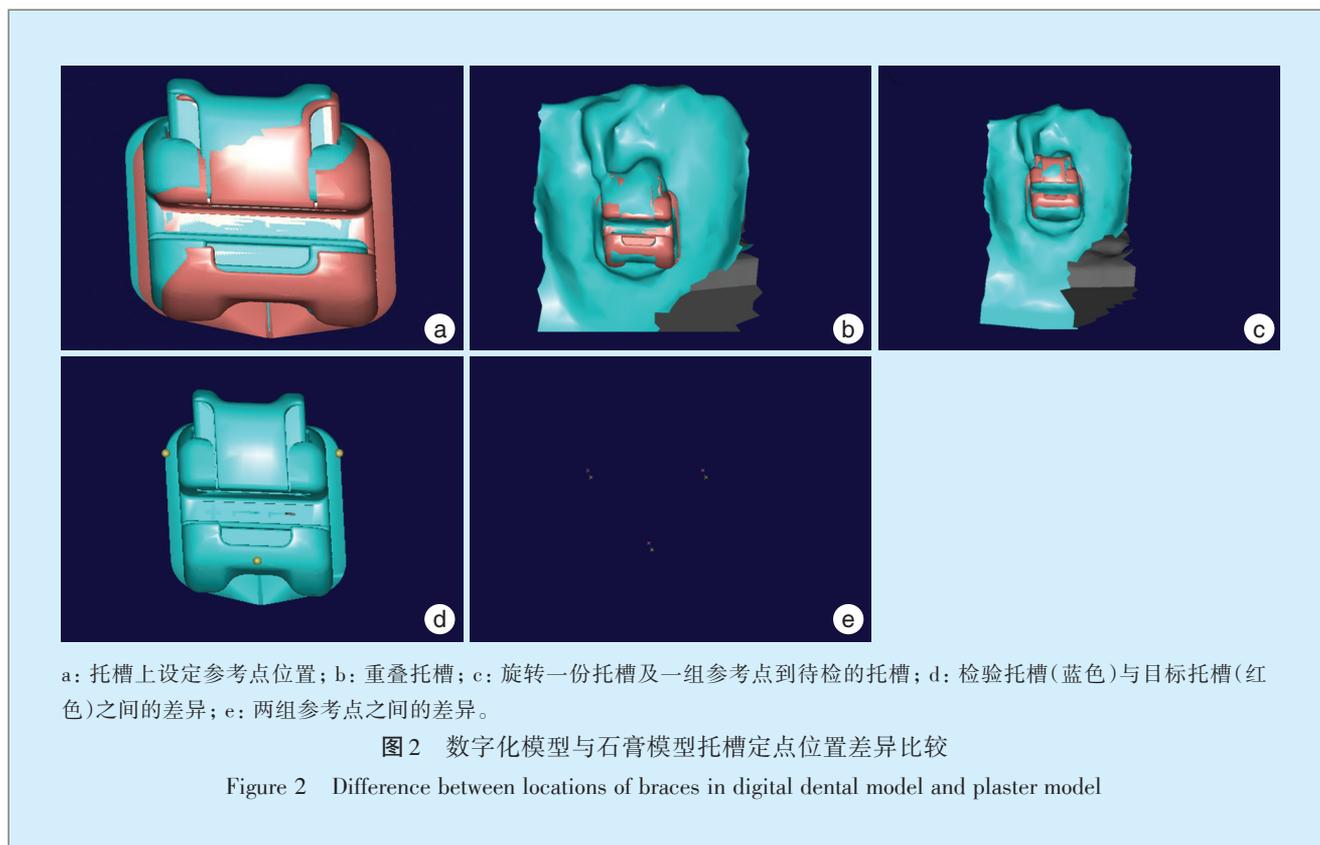
通过 RothoRx 软件,用自主研发生产的装置将含托槽的中间石膏模型恢复至初始排列状态。准备两张膜片,一张为厚度 1.5 mm 的软片,和一张厚度为 0.8 mm 的硬片。使用压模机在模型表面先压一层软片,再压一层硬片。脱模后进行剪磨,制作间接粘结转移托盘。

1.7 托槽位置一致性测量

利用间接粘结转移托盘将托槽转移至原始石膏模型上,扫描粘结托槽的石膏模型。用自主研发工具测量托槽在数字化牙颌模型上的位置与转移至初始石膏模型上位置的线距差异:所有测量项目在 OrthoRx 专用软件上进行测量,由同一位操作者测量,对各测量项目测量 3 次取均值。测量软件中 11~15,21~25,31~35,41~45 托槽位置与转移至初始石膏模型后托槽位置的差异。每个托

槽设3个参考点:托槽底板殆方近中点、托槽底板殆方远中点、托槽槽沟龈方突起处中点(图2),测量所有牙位托槽上3个点的线距差值和各个牙位

托槽3个标志点总的线距差值(图2),每个托槽有3个标志点,共有15个模型,所以各个牙位托槽3个标志点总的线距差值的总数为45。



1.7 统计学处理

实验数据以均数 ± 标准差来表示。使用 SPSS 19.0 软件进行数据分析。各数据先进行正态性检验,每组数据用单样本 *t* 检验,检验值为 0.20, $P < 0.05$ 为差异具有统计学意义。

2 结果

各个牙位托槽数字化牙颌模型上的位置与初始石膏模型上位置的线距差值结果见表1。所有牙位托槽的线距差值均小于检验值 0.20 mm,与检验值的差异有统计学意义,说明软件模拟的托槽位置与初始石膏模型上实际位置具有一致性。

3 讨论

3.1 数字化间接粘结转移托盘在国内的应用

随着数字化三维技术的发展,数字化间接粘结技术也逐渐应用于国内正畸临床^[11]。目前,国内已建立了多种利用计算机进行托槽定位的三维

模型并生产出间接粘结托盘。郭宏铭等^[12]将激光扫描的牙冠与 CT 重建的牙根和颌骨整合,建立包括牙冠、牙根和颌骨的三维数字化模型,在整合模型上进行模拟排牙和托槽定位,用 Solidworks 软件在托槽和牙齿上都均匀覆盖厚度为 1.5 mm 的虚拟转移托盘,并存储为 STL 文件格式,与激光快速成型机(TENC350型)相连后,通过光敏树脂的固化就可直接输出间接粘结转移托盘。该转移托盘为无弹性材料,托槽位置在其中不受压力而变化,提高了粘结的准确性。数字化间接粘结方法可以有效避免传统的托槽间接粘结技术中繁杂的实验室操作步骤,同时在软件系统的支持下,甚至还可直接对托槽定位后的矫治效果进行模拟预测。

3.2 数字化间接粘结托槽转移的方法及测量

如何将托槽在数字化模型上的位置准确转移至患者口中是数字化间接粘结需要解决的问题。本研究中,先将托槽在数字化牙颌模型上的位置利用自主研发的间接粘结转移台转移至单个牙齿

上,并利用软件进行“圆盘处理”,使所有粘结托槽的牙齿可以回复至矫治前的状态,然后通过间

接粘结转移托盘,将托槽转移至初始石膏模型上。

表1 各个牙位托槽数字化牙颌模型上的位置与初始石膏模型上位置的测量差值

Table 1 Measurement of software position and initial of plaster model position

$\bar{x} \pm s$, mm

牙位	托槽底板 殆方近中点		托槽底板 殆方远中点		托槽沟龈方 突起处中点		托槽数字化牙颌模型上的 位置与初始石膏模型上 位置测量差值		t值	P值
	$\bar{x} \pm s$	95%CI	$\bar{x} \pm s$	95%CI	$\bar{x} \pm s$	95%CI	$\bar{x} \pm s$	95%CI		
	11	0.125 ± 0.068	0.087 ~ 0.162	0.126 ± 0.077	0.083 ~ 0.168	0.113 ± 0.081	0.067 ~ 0.158	0.121 ± 0.074		
12	0.129 ± 0.055	0.099 ~ 0.160	0.127 ± 0.059	0.094 ~ 0.160	0.152 ± 0.076	0.110 ~ 0.194	0.136 ± 0.064	-0.083 ~ -0.045	-6.702	<0.001
13	0.096 ± 0.067	0.059 ~ 0.133	0.113 ± 0.078	0.071 ~ 0.157	0.109 ± 0.069	0.071 ~ 0.147	0.106 ± 0.070	-0.115 ~ -0.073	-8.983	<0.001
14	0.108 ± 0.075	0.066 ~ 0.149	0.118 ± 0.070	0.079 ~ 0.159	0.105 ± 0.069	0.067 ~ 0.144	0.110 ± 0.075	-0.101 ~ -0.069	-8.582	<0.001
15	0.105 ± 0.094	0.053 ~ 0.157	0.106 ± 0.052	0.077 ~ 0.135	0.111 ± 0.056	0.080 ~ 0.142	0.107 ± 0.068	-0.113 ~ -0.072	-9.133	<0.001
21	0.109 ± 0.045	0.084 ~ 0.134	0.131 ± 0.050	0.103 ~ 0.159	0.083 ± 0.070	0.044 ~ 0.122	0.107 ± 0.058	-0.110 ~ -0.075	-10.582	<0.001
22	0.098 ± 0.054	0.068 ~ 0.128	0.108 ± 0.051	0.079 ~ 0.136	0.105 ± 0.051	0.076 ~ 0.133	0.104 ± 0.051	-0.112 ~ -0.081	-12.642	<0.001
23	0.116 ± 0.068	0.078 ~ 0.154	0.149 ± 0.071	0.110 ~ 0.189	0.146 ± 0.059	0.113 ~ 0.179	0.137 ± 0.067	-0.083 ~ -0.043	-6.327	<0.001
24	0.115 ± 0.064	0.080 ~ 0.151	0.112 ± 0.061	0.078 ~ 0.146	0.085 ± 0.058	0.053 ~ 0.118	0.104 ± 0.061	-0.114 ~ -0.077	-10.452	<0.001
25	0.117 ± 0.051	0.088 ~ 0.144	0.104 ± 0.040	0.082 ~ 0.126	0.080 ± 0.028	0.064 ~ 0.095	0.100 ± 0.042	-0.113 ~ -0.088	-15.792	<0.001
31	0.104 ± 0.068	0.067 ~ 0.142	0.111 ± 0.080	0.067 ~ 0.156	0.108 ± 0.019	0.068 ~ 0.148	0.108 ± 0.072	-0.104 ~ -0.070	-8.601	<0.001
32	0.102 ± 0.052	0.073 ~ 0.130	0.108 ± 0.053	0.078 ~ 0.137	0.094 ± 0.061	0.060 ~ 0.128	0.101 ± 0.054	-0.085 ~ -0.083	-12.166	<0.001
33	0.127 ± 0.066	0.090 ~ 0.164	0.143 ± 0.060	0.110 ~ 0.126	0.120 ± 0.066	0.068 ~ 0.120	0.130 ± 0.063	-0.089 ~ -0.051	-7.412	<0.001
34	0.153 ± 0.069	0.114 ~ 0.191	0.139 ± 0.081	0.094 ~ 0.184	0.127 ± 0.077	0.085 ~ 0.170	0.140 ± 0.075	-0.083 ~ -0.038	-5.405	<0.001
35	0.140 ± 0.044	0.115 ~ 0.165	0.131 ± 0.047	0.106 ~ 0.158	0.143 ± 0.052	0.115 ~ 0.158	0.139 ± 0.047	-0.076 ~ -0.047	-8.724	<0.001
41	0.101 ± 0.087	0.053 ~ 0.149	0.108 ± 0.086	0.061 ~ 0.156	0.099 ± 0.053	0.070 ~ 0.137	0.103 ± 0.075	-0.120 ~ -0.075	-8.680	<0.001
42	0.108 ± 0.052	0.080 ~ 0.137	0.114 ± 0.064	0.079 ~ 0.150	0.110 ± 0.075	0.069 ~ 0.151	0.111 ± 0.063	-0.108 ~ -0.070	-9.552	<0.001
43	0.113 ± 0.053	0.084 ~ 0.142	0.117 ± 0.066	0.081 ~ 0.144	0.112 ± 0.057	0.081 ~ 0.144	0.114 ± 0.058	-0.103 ~ -0.068	-9.970	<0.001
44	0.127 ± 0.060	0.094 ~ 0.160	0.132 ± 0.076	0.090 ~ 0.174	0.107 ± 0.068	0.069 ~ 0.145	0.122 ± 0.067	-0.098 ~ -0.058	-7.758	<0.001
45	0.095 ± 0.061	0.061 ~ 0.127	0.111 ± 0.050	0.083 ~ 0.139	0.094 ± 0.053	0.065 ~ 0.124	0.100 ± 0.054	-0.106 ~ -0.084	-12.393	<0.001

注 95%CI:95%可信区间。

由于该过程中产生了两次误差,因此需要验证托槽在数字化模型上的位置与转移至石膏模型上的位置是否具有 consistency。本研究利用自主研发生产的测量装置 orthorx 测量托槽在数字化牙颌模型上的位置与通过间接粘结转移托盘转移至初始石膏模型上位置的线距差。Armstrong 等^[13]报道,上颌中切牙及下颌切牙托槽定位偏差 ≥ 0.25 mm 或者其余牙齿托槽定位偏差 ≥ 0.5 mm 会导致临床差异;ABO-OGS 扣分的标准中牙齿排列及边缘嵴不调的扣分标准是 0.5 mm^[14],因此本研究将检验值设定为 0.20 mm。

3.3 数字化间接粘结转移前后托槽位置变化的测量结果

每个牙位上托槽在数字化模型上与初始石膏模型上位置的线距测量差值的结果表明,所有牙位的线距差值均小于检验值 0.20 mm,与检验值的差异有统计学意义。因此,可以认为托槽数字化牙颌模型上的位置与牙齿实际位置具有一致性。OrthoCAD 公司^[15]开发了 OrthoCAD iQ,它是一种可

以数字化托槽定位的软件,并利用间接粘结技术将软件定位的托槽位置转移至口内。OrthoCAD 先按照正畸医生的治疗计划,将牙齿排列至理想位置,再利用排齐后的模型进行托槽虚拟定位。随后 OrthoCAD iQ 通过指挥棒,包括尖、小型录像照相机及 8 个 LEDs,将托槽转移至石膏模型的目标牙齿位置。通过精确可靠的托槽定位,OrthoCAD 可以减少治疗后期弓丝弯制的机率以及托槽再定位的可能,因此提高矫治效率。在此之前,陈惠等^[16]选取 10 例舌侧矫治的患者,在其 3D 整合牙颌模型上进行计算机排牙和虚拟托槽定位,然后用激光快速成型技术直接输出转移托盘,用转移托盘将托槽粘结到患者口内,比较托槽虚拟位置和口内实际位置测量值的差异,结果所有测量项目的一致性分析显示两者的差异无统计学意义。

3.4 正畸托槽粘结位置的准确性是直丝弓矫治效果的重要保障

许多学者认为,使用间接粘结法在体外完成托槽定位,其精确度要高于直接粘结法^[17-19]。也有

部分学者持不同意见^[20]。Aguirre等^[21]发现间接粘结法相对直接粘结法可以提高上颌尖牙垂直向位置及上下颌尖牙轴倾角的准确性,但是其他牙齿粘结位置的准确性,两种方法的差异并没有统计学意义。Koo等^[22]研究发现,间接粘结法仅在垂直方向上托槽定位较准确。Hodge等^[23]研究也发现直接粘结法与间接粘结法在托槽定位准确性方面没有差异。自从计算机辅助技术应用于正畸托槽间接粘结后,人们可以利用计算机软件完成托槽的定位。Mayhew^[24]和Garino等^[25]认为使用计算机辅助技术可提高间接粘结技术中托槽定位的精确度。至于数字化间接粘结法与传统的直接粘结法托槽粘结位置的差异,将会在后续的研究中进行比较。

本研究证实OrthoRx软件中托槽在数字化牙颌模型上的位置与转移至中间石膏模型及初始石膏模型上的位置具有一致性,为虚拟矫治转化为实际矫治提供了实验基础,但是虚拟矫治与实际最终治疗结果的一致性仍有待进一步研究。

参考文献

- [1] 张云飞, 金钊, 刘鑫, 等. 三维数字化正畸软件OrthoRx的研发及其临床应用[J]. 实用口腔医学杂志, 2009, 25(5): 672-676.
- [2] Costalos PA, Sarraf K, Cangialosi TJ, et al. Evaluation of the accuracy of digital model analysis for the American Board of Orthodontics objective grading system for dental casts[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2005, 128(4): 624-629.
- [3] Keating AP, Knox J, Bibb R, et al. A comparison of plaster, digital and reconstructed study model accuracy[J]. J Orthod, 2008, 35(2): 191-201.
- [4] Leifert MF, Leifert MM, Efstratiadis SS, et al. Comparison of space analysis evaluations with digital models and plaster dental casts[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2009, 136(1): 16.e 1-4.
- [5] Mullen SR, Martin CA, Ngan P, et al. Accuracy of space analysis with emodels and plaster models[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 2007, 132(3): 346-352.
- [6] Silverma E, Dietz VS, Gianelly AA, et al. Universal direct bonding system for both metal and plastic brackets[J]. Am J Orthod, 1972, 62(3): 236-244.
- [7] Echarr IP, Kim TW. Double transfer trays for indirect bonding[J]. J Clin Orthod, 2004, 38 (1) : 8-13.
- [8] 王淑范, 杨永强. 舌侧托槽的数字化3D打印技术[J]. 广东牙病防治, 2013, 21(8): 408-411.
- [9] Sachdeva R, Fruge JF, Fruge AM, et al. Sure smile: a report of clinical findings[J]. J Clin Orthod, 2005, 39 (5): 297-314.
- [10] 万贤凤, 张治勇, 王辉玲, 等. CBCT与激光扫描联合的数字化三维牙颌模型重建[J]. 贵阳医学院学报, 2013, 38(4): 408-409.
- [11] 张文健, 王林, 严斌, 等. 计算机辅助正畸托槽间接粘结技术的研究[J]. 口腔医学, 2007, 27 (4): 184-186.
- [12] 郭宏铭, 陈慧, 周晶. 数字化整合模型和激光快速成型技术在舌侧间接粘结系统中的初步应用[J]. 北京口腔医学, 2011, 19 (2): 95-97.
- [13] Armstrong D, Shen G, Petocz P, et al. A comparison of accuracy in bracket positioning between two techniques--localizing the centre of the clinical crown and measuring the distance from the incisal edge[J]. Eur J Orthod, 2007, 29(1): 430-436.
- [14] Casco JS, Vaden JL, Kokich VG, et al. Objective grading system for dental casts and panoramic radiographs[J]. Am J Orthod Dentofacial Orthop, 1998, 114(5): 589-599.
- [15] Garino F, Garino GB. Computer-aided interactive indirect bonding [J]. Prog Orthod, 2005, 6(2): 214-223.
- [16] 陈慧, 郭宏铭, 白玉兴, 等. CAD/CAM转移托槽粘结托槽位置准确性研究[J]. 北京口腔医学, 2012, 20(5): 270-273.
- [17] Proffit WR. Contemporary fixed appliances. In: Proffit WR, editor. Contemporary orthodontics[M]. St Louis: The CV Mosby Company, 1993: 342-373.
- [18] Hodge TM, Dhopatkar AA, Rock WP, et al. A randomized clinical trial comparing the accuracy of direct versus indirect bracket placement[J]. J Orthod, 2004, 31(2): 132- 137.
- [19] Shpack N, Geron S, Floris I, et al. Bracket placement in lingual vs-labial systems and direct vs indirect bonding[J]. Angle Orthod, 2007, 77(3): 509-517.
- [20] Hickhan JH. Predictable indirect bonding[J]. J Clin Orthod, 1993, 27(4): 215-217.
- [21] Aguirre M, King G, Waldron J. Assessment of bracket placement and bond strength when comparing direct bonding to indirect bonding techniques[J]. Am J Orthod, 1982, 82(4): 269-276.
- [22] Koo BC, Chung C, Vanarsdall RL. Comparison of the accuracy of bracket placement between direct and indirect bonding techniques [J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 1999, 116(3): 346-351.
- [23] Hodge TM, Dhopatkar AA, Rock WP. A randomized clinical trial comparing the accuracy of direct versus indirect bracket placement [J]. J Orthod, 2004, 31(2): 132-137.
- [24] Mayhew MJ. Computer-aided bracket placement for indirect bonding[J]. J Clin Orthod, 2005, 39(11): 653-660.
- [25] Garino F, Garino GB. Computer-aided interactive indirect bonding [J]. Prog Orthod, 2005, 6(2): 214-223.

(编辑 张琳, 张晟)