

[DOI] 10.12016/j.issn.2096-1456.2019.03.010

· 综述 ·

正畸间接粘接技术的研究进展

吴佳奇¹, 孙传玺², 陈露祎², 汪瑶², 李志华²

1. 南方医科大学深圳口腔医院正畸科, 广东 深圳(518001); 2. 南昌大学附属口腔医院正畸科, 江西省口腔生物医学重点实验室, 江西 南昌(330031)

【摘要】 托槽的精确定位是获得理想正畸矫治效果的必要条件。传统的托槽粘接技术存在一定局限性,如操作时间长与精确性差等。而间接粘接技术则是通过口内印模或扫描获取模型,在模型上精确定位和粘接托槽,再通过转移托盘将托槽准确粘接到口内牙冠上。本文将从间接粘接技术的转移托盘和粘接剂的研究进展、数字化技术在间接粘接中的应用、无托槽隐形矫治与间接粘接等方面对正畸间接粘接技术进行综述。文献复习结果表明,间接粘接技术定位托槽准确,操作简单,患者舒适度高,且可显著提高临床效率;光固化粘接剂是间接粘接技术的理想粘接剂。随着数字化技术的发展,间接粘接技术将能够越来越准确地定位托槽,从而实现牙齿的“数字化精准移动”。隐形矫治器附件的粘接技术本质上是一种间接粘接技术,它需要间接粘接技术与数字化技术的高度契合,通过电脑设计需要的附件来进行可视化的牙齿移动,并利用间接粘接技术准确粘接附件,最终让牙齿实现预期的移动。间接粘接技术将随着数字化技术和隐形矫治技术的发展,发挥越来越重要的作用。

【关键词】 间接粘接; 托槽; 转移托盘; 粘接剂; 数字化; 隐形矫治

【中图分类号】 R783.5 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2019)03-0194-04

【引用著录格式】 吴佳奇, 孙传玺, 陈露祎, 等. 正畸间接粘接技术的研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2019, 27(3): 194-197.

Research progress of orthodontic indirect bonding technology WU Jiaqi¹, SUN Chuanxi², CHEN Luyi², WANG Yao², LI Zhihua². 1. Department of Orthodontics, Shenzhen Stomatological Hospital, Southern Medical University, Shenzhen 518001, China; 2. Department of Orthodontics, Affiliated Stomatological Hospital of Nanchang University, The Key Laboratory of Oral Biomedicine, Nanchang 330031, China

Corresponding author: LI Zhihua, Email: lwlq323@163.com, Tel: 0086-791-86360566

【Abstract】 Accurate positioning of brackets is a necessary condition for ideal orthodontic treatment. Traditional bracket bonding technology has certain limitations, such as long operation time and poor accuracy. Indirect bonding technology is a method that bonding brackets on the model through intraoral impression or scanning, and then the brackets are accurately bonded to the tooth crowns using a transfer tray. In this article, the progression of transfer trays and adhesive agents, the application of digital technology in indirect bonding technology, indirect bonding for invisible appliances, and the prospect of this technology are reviewed. The literature review results show that indirect bonding technology can locate the bracket accurately, the operation is simple, the patient's experience is comfortable, and the clinical efficiency can be significantly improved, the photocurable adhesive is an ideal adhesive for indirect bonding technology. With the development of digital technology, indirect bonding technology will be able to locate the brackets with increasing accuracy, thus achieving the "digital precision movement" of the teeth. The bonding technology of invisible appliance accessories is essentially a type of indirect bonding technology, It requires indirect bonding technology and digital technology to highly fit the needs of computer design accessories for the visual tooth movement and the use of indirect bonding technology to accurately bond accessories, ultimately achieving the desired tooth movement. Indirect bonding technology will play an increasingly important role with the development of digital technology and invisible correction technology.

【Key words】 Indirect bonding; Bracket; Transfer tray; Adhesive agent; Digitization; Invisible appliance

【收稿日期】 2018-01-04; **【修回日期】** 2019-01-15

【基金项目】 江西省科技计划项目(20142BB190028)

【作者简介】 吴佳奇, 医师, 硕士, Email: 416612955@qq.com

【通信作者】 李志华, 教授, 博士, Email: lwlq323@163.com, Tel: 0086-791-86360566

众所周知,托槽的精确粘接是获得理想矫治效果的必要条件。上世纪60年代,随着粘接剂的发明,正畸逐渐从“多带环时代”转移到“多托槽时代”。在此后的几十年,临床上几乎都是采用传统直接粘接技术(除舌侧矫治外)^[1]。但传统直接粘接技术存在一定的局限性,如托槽定位精准性相对较差、椅旁操作时间长、不同医生之间的托槽定位差异性大等^[2-3]。为提高托槽定位的准确性,间接粘接技术应运而生。目前常用的间接粘接技术操作流程是 Sondhi^[4]提出的快速粘接系统,主要通过口内取模或扫描,在实验室对模型进行精确分析,再定位并粘接托槽,通过压膜技术将托槽转移至个别托盘,最后由医生将托槽粘接到牙齿上。该技术能做到托槽的精确定位和粘接,从而保证了正畸治疗的效果,同时节省了临床医生的椅旁操作时间,近年来受到越来越多正畸医师的重视和患者的青睐,相关的临床应用和基础研究也越来越多。本文对近年来国内外正畸托槽间接粘接技术的基础研究和应用进行综述,为临床提供参考。

1 间接粘接转移托槽的种类及临床应用

间接粘接技术中,转移托槽的制作是关键步骤。一般来说,良好的转移托槽应保证托槽精确粘接在患者牙冠的正确位置上,且具有一定弹性,使得托槽粘接稳固后容易被去除,还应在反复多次使用的过程中保持精准^[5]。间接粘接系统的转移托槽有单层转移托槽和双层转移托槽两种。单层转移托槽的制作材料包括单层真空压膜和单层硅橡胶膜,其中,单层真空压膜转移托槽因其制作简单,费用低廉,在问世之初得到了广泛的应用。但近年来随着材料学的发展,单层硅橡胶转移托槽和多种材料的双层转移托槽的应用逐渐增多。1993年 Hickham^[6]首先阐述了双层转移托槽的概念,此后许多学者进行了相应的研究工作,制作出双层真空压膜、双层硅橡胶、硅橡胶内层+真空压膜外层等多种类型的双层转移托槽,以期能将托槽精确地转移粘接到牙面上。

1.1 单层真空压膜转移托槽

单层真空压膜转移托槽是最先应用于临床的转移托槽,即使用真空压膜机在模型和托槽上制作厚度为1~2 mm的真空压膜片。该方法应用简单,费用低廉,在问世之初即为大多数医生所接受。

1.2 单层硅橡胶转移托槽

单层硅橡胶转移托槽的概念由 Kalange^[7]最先提出,该学者使用一种高粘度的硅橡胶材料 Exaflex,将其塑形成粗条状,覆盖在已定位好的托槽上,并在保持材料一定厚度的前提下向工作模型的殆面及舌面延展。该学者证明了 Exaflex 材料制作的转移托槽在未固化的情况下具有一定的流动性,可以准确地包绕托槽;在固化后又具有一定的刚度,可以稳定地维持托槽在三维方向上的位置。

1.3 双层真空压膜转移托槽

双层真空压膜转移托槽是由 Sondhi^[4]最早提出并以其名字命名,因此又叫 Sondhi 法,该方法先用真空压膜机在模型和托槽上压制 1.5 mm 的乙基醋酸乙烯酯膜作为内层托槽,外层压制 0.75 mm 聚对苯二甲酸乙二醇酯膜作为外层托槽。该方法虽有制作简单、成本低廉等优点,但 Castilla 等^[8]研究认为,作为内层托槽材料的乙基醋酸乙烯酯在包绕模型和托槽的时候会被过度拉伸,从而影响转移托槽托槽位置的精确性。

1.4 双层硅橡胶转移托槽

双层硅橡胶转移托槽是目前国内外应用最为广泛的转移托槽。该托槽制作方法是先用硅橡胶注射枪头注射硅橡胶轻体于托槽周围,随后于轻体外侧覆盖硅橡胶重体。该方法流程简单,且不需专业真空压膜机,因此受到了越来越多正畸医师的青睐。李韩仪等^[9]研究了双层硅橡胶转移技术对粘接托槽准确性的影响,发现它能把托槽精确地转移到患者的牙面上。

1.5 硅橡胶内层、真空压膜外层托槽

硅橡胶内层、真空压膜外层托槽即使用硅橡胶轻体制作转移托槽内层,而外层则使用透明压膜片制作。该托槽制作方法最早由 Moskowitz^[10]提出,该学者使用 Reprosil 硅橡胶印模材料做内层托槽,再用 Essix (0.5 mm 或是 0.75 mm) 真空压膜片做成外层托槽。刘从华^[11]采用该技术粘接 APC II 托槽,认为第一层硅橡胶软质托槽容易与托槽分离,由 Biolon 膜制成的第二层硬质托槽能把 APC II 托槽精确转移到患者的牙列上,干固后托槽取出容易,操作简单。

2 正畸托槽粘接剂研究进展

正畸托槽粘接力包括机械嵌合力、静电吸引力、化学键力以及分子间作用力等,其中机械嵌合力被认为是主要粘接力^[12-13]。牙面酸蚀后部分粘

柱溶解,釉面产生多微孔间隙;粘接剂可渗入釉质表面的蜂窝状孔隙中,固化后形成10~20 μm深的树脂突,与周围釉质交织在一起,固化后形成脂化的釉质层,这种机械嵌合构成了主要粘接力^[14-15]。托槽脱落的主要原因是咀嚼过程中受到了较大的剪切力,因此剪切强度是托槽粘接力的重要检测指标^[16]。

目前应用于正畸临床的粘接剂主要可以分为化学固化粘接剂与光固化粘接剂。化学固化粘接剂按照是否需要调拌分为调拌型和非调拌型。调拌型化学固化粘接剂因其粘接性能受到调拌技术、温度及湿度等多种因素的影响,故较少应用于正畸托槽的粘接。目前用于正畸托槽粘接的化学固化粘接剂主要为非调拌型,牙面常规酸蚀干燥后,将粘接剂涂布于托槽底板,即开始发生聚合反应,但其聚合时间受温度影响较大,难以控制,同时对于初学者来说也难以在材料固化的时间内准确定位托槽,材料初步固化后再移动托槽的位置无疑增加了托槽脱落的可能性。而光固化粘接剂则具有相对灵活的可操作时间,尤其适用于初学者和唾液较多的患者。Mohammed等^[17]对比了化学固化粘接剂与光固化粘接剂对托槽的粘接性,认为二者均能稳定地将托槽粘接于牙面上,在使用上并无明显差异。

3 数字化技术在间接粘接中的应用

近年来随着计算机技术的迅速发展,其在口腔领域的应用也越来越广泛。数字化三维牙颌模型,因其具有储存方便、精确度高、测量方便等优点,受到了越来越多正畸医师的青睐。而数字化间接粘接的流程是在三维的牙颌模型上进行虚拟的托槽定位,再通过计算机辅助制造技术制作转移托盘,最后将定位好的托槽通过转移托盘转移至患者口内。国外有许多公司着力于数字化间接粘接的研究,比如Suresmile^[18]系统和OrthoRx^[19]系统。这两个系统均是通过数字化程序实现托槽的虚拟定位,从而提高矫治效率。Ciuffolo等^[20]进行了计算机辅助型转移托盘制作的研究,发现利用计算机辅助技术不仅大大节省了时间,同时也提高了托槽定位的准确性。周晶等^[21]对计算机辅助舌侧托槽间接粘接系统进行了改进,利用计算机辅助技术建立起包括牙冠、牙根和颌骨的三维数字化模型,将带有牙根和颌骨的排牙模型用于舌侧托槽间接粘接系统中,增加了牙冠和牙根的可

控性。

4 无托槽隐形矫治技术与间接粘接

无托槽隐形矫治技术是在20世纪90年代后期出现的一种新型的矫治技术,该技术的一大特点是需要在牙面上粘接树脂附件,以达到辅助矫治牙齿和提高固位的目的。一般以第一副附件模板来进行附件的间接粘接。对于隐形矫治技术及附件的粘接,国内外学者进行了大量的研究。Lanteri等^[22]通过对Invisalign矫治器和传统固定矫治器的比较,发现对于前牙拥挤的病例,Invisalign矫治器的治疗效果已经可以媲美传统固定矫治器。White等^[23]则通过对比研究发现,相比于传统固定矫治器,隐形矫治器因其附件体积较小,对患者造成的不适感较低,佩戴更舒适。而对于附件的粘接及粘接材料的选择,国内外学者进行了大量的研究。初可嘉等^[24]比较了3种不同的附件粘接材料,发现无论是自酸蚀树脂系统、全酸蚀树脂系统抑或是树脂加强型玻璃离子水门汀粘接附件,均能在临床上获得满意的效果。Feinberg等^[25]亦认为口腔临床上常用粘接附件的材料半透明性、耐污性及硬度可以满足临床要求。尽管目前隐形矫治技术还有许多不足,但它正在飞速发展,相信随着技术的不断更新迭代,间接粘接技术也能够在隐形矫治技术的带动下取得长足发展。

5 前景和展望

正畸托槽间接粘接技术具有诸多的优点,它从诞生至今已有近40年历史,从简单的随意操作到规范的操作流程;从繁琐的手工操作到高效的智能操作;粘接材料也从最初的复合树脂到今天的多样化材料;数字化模型的引入显著提高了间接粘接技术的工作效率,因此现代正畸技术将越来越倾向于采用间接粘接技术粘接托槽。相信随着科学技术的发展、研究的深入、CAD/CAM以及无托槽隐形矫治技术的引入,正畸间接粘接技术将有更广泛的临床应用前景。

参考文献

- [1] Swetha M, Pai VS, Sanjay N, et al. Indirect versus direct bonding-- a shear bond strength comparison: an *in vitro* study[J]. J Contemp Dent Pract, 2015, 12(4): 232-238.
- [2] Flores T, Mayoral JR, Giner L, et al. Comparison of enamel-bracket bond strength using direct- and indirect- bonding techniques with a self-etching ion releasing S-PRG filler[J]. Dent Mater J,

- 2015, 34(1): 41-47.
- [3] Premanand P, Shankar AJ. An *in vivo* comparison of the efficacy between direct and indirect bonding methods[J]. Int J Dent Sci, 2014, 13(1): 1-5.
- [4] Sondhi A. Effective and efficient indirect bonding: the sondhi method[J]. Semin Orthod, 2007, 13(1): 43-57.
- [5] Gruenheid T, Lee MS, Larson BE. Transfer accuracy of vinyl polysiloxane trays for indirect bonding[J]. Angle Orthod, 2016, 86(3): 468-474.
- [6] Hickham JH. Predictable indirect bonding[J]. J Clin Orthod, 1993, 27(4): 215-217.
- [7] Kalange JT. Prescription-based precision full arch indirect bonding[J]. Semin Orthod, 2007, 13(1): 19-42.
- [8] Castilla AE, Crowe JJ, Moses JR, et al. Measurement and comparison of bracket transfer accuracy of five indirect bonding techniques[J]. Angle Orthod, 2014, 84(4): 607-614.
- [9] 李韩仪, 董妮, 冯格, 等. 双层硅橡胶转移技术对间接粘接托槽准确性的影响[J]. 西安交通大学学报(医学版), 2016, 37(6): 901-905.
- [10] Moskowitz EM. Indirect bonding with a thermal cured composite [J]. Semin Orthod, 2007, 13(1): 69-74.
- [11] 刘从华. 双托盘间接粘接技术精确粘接 APC II 托槽的临床应用[J]. 实用医学杂志, 2008, 24(16): 2836-2837.
- [12] Souza AC, Gonçalves FC, Anami LC, et al. Influence of insertion techniques for resin cement and mechanical cycling on the bond strength between fiber posts and root dentin[J]. J Adhes Dent, 2015, 17(2): 175-180.
- [13] Jang JH, Lee MG, Woo SU, et al. Comparative study of the dentin bond strength of a new universal adhesive[J]. Dent Mater J, 2016, 35(4): 606-612.
- [14] Zafar MS, Ahmed N. The effects of acid etching time on surface mechanical properties of dental hard tissues[J]. Br Dent J, 2015, 34(3): 315-320.
- [15] Khan S, Verma SK, Maheshwari S. Effect of acid etching on bond strength of nanoionomer as an orthodontic bonding adhesive[J]. J Orthod Sci, 2015, 4(4): 113-117.
- [16] 赵信义, 孙皎. 口腔材料学[M]. 5版. 北京: 人民卫生出版社, 2014: 41-43.
- [17] Mohammed RE, Abass S, Abubakr NH. Comparing orthodontic bond failures of light-cured composite resin with chemical-cured composite resin: a 12-month clinical trial[J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2016, 150(2): 290-294.
- [18] Sachdeva R, Frugé JF, Frugé AM, et al. Sure Smile: a report of clinical findings[J]. J Clin Orthod, 2005, 39(5): 297.
- [19] 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接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.
- [20] Ciuffolo F, Epifania E, Duranti G, et al. Rapid prototyping: a new method of preparing trays for indirect bonding[J]. Am J Orthod Dentofac Orthop, 2006, 129(1): 75-77.
- [21] 周晶, 郭宏铭, 白玉兴. 包括牙根三维牙颌模型在舌侧间接粘接系统中的应用[J]. 中华口腔正畸学杂志, 2010, 17(3): 127-130.
- [22] Lanteri V, Farronato G, Lanteri C, et al. The efficacy of orthodontic treatments for anterior crowding with Invisalign compared with fixed appliances using the peer assessment rating index[J]. Quintessence Int, 2018, 49(7): 581-587.
- [23] White DW, Julien KC, Jacob H, et al. Discomfort associated with Invisalign and traditional brackets, a randomized, prospective trial [J]. Angle Orthod, 2017, 87(6): 801-808.
- [24] 初可嘉, 王海慧, 郑之峻, 等. 3种无托槽隐形矫治器附件粘接方法的比较研究[J]. 华西口腔医学杂志, 2015, 33(5): 497-499.
- [25] Feinberg KB, Souccar NM, Kau CH, et al. Translucency, stain resistance, and hardness of composites used for invisalign attachments[J]. J Clin Orthod, 2016, 50(3): 170-176.

(编辑 张琳, 张晟)