

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2019.02.013

· 综述 ·

个性化矫治器在正畸治疗中的应用

吴坤基¹, 孔卫东²

1. 暨南大学口腔医学院, 广东 广州(510000); 2. 暨南大学附属第一医院口腔正畸科, 广东 广州(510000)

【摘要】 个性化矫治器自问世以来已有20余年,其设计理念是以矫治目标位为导向,通过一系列数字化技术辅助设计与生产,越来越为大众所认知与接受。目前,应用于临床的个性化矫治器主要有个性化舌侧矫治器、无托槽隐形矫治器和个性化唇侧矫治器3种类型,因其在正畸方面有较好的治疗效果,逐渐成为正畸治疗的主流矫治工具,但对其在临床治疗中的选择还有诸多疑虑。本文就3种个性化矫治器发展历程、设计原理与特点作一综述。文献复习结果表明,CAD/CAM与CBCT为个性化矫治器提供硬件基础保障,使个性化矫治过程更加简便,个性化矫治也对正畸医生提出更高要求。本文拟为临床选择和使用个性化矫治器提供更多的参考和帮助。

【关键词】 个性化矫治器; 舌侧矫治; 隐形矫治; 唇侧矫治; 个性化排牙; 间接粘接; CAD/CAM; 锥形束CT

【中图分类号】 R783 **【文献标志码】** A **【文章编号】** 2096-1456(2019)02-0132-13

【引用著录格式】 吴坤基,孔卫东.个性化矫治器在正畸治疗中的应用[J].口腔疾病防治,2019,27(2):132-136.

Application of an individualized appliance in orthodontic treatment WU Kunji¹, KONG Weidong². 1. The Stomatology School of Ji'nan University, Guangzhou 510000, China; 2. Department of Orthodontics, The First Affiliated Hospital of Ji'nan University, Guangzhou 510000, China

Corresponding author: KONG Weidong. Email: tkongwd@jnu.edu.cn, Tel: 0086-20-38688109

【Abstract】 More than 20 years have passed since the advent of individualized appliances, which are designed according to the corrective target position. Through a series of digital technology-aided design and production processes, individual appliances have been increasingly recognized and accepted by the public. At present, there are three types of individualized orthodontic appliances: individualized lingual orthodontic appliances, non-bracket invisible appliances and individualized labial appliances. Because of their good effects in orthodontics, these appliances have gradually become mainstream orthodontic treatment tools. However, many doubts persist regarding their use in clinical treatment. This article reviews the development history, design principles and characteristics of the three types of individualized appliances. The results of a literature review showed that CAD/CAM and CBCT provide a hardware foundation for personalized orthodontic appliances that simplifies the therapeutic process. Additionally, individualized appliances also place higher demands on orthodontists. This article could provide references for and help with the clinical selection and use of individualized appliances.

【Key words】 Individualized appliance; Lingual orthodontics; Invisible orthodontics; Labial orthodontics; Individualized tooth arrangement; Indirect bonding; CAD/CAM; Cone beam computed tomography (CBCT)

在社会经济飞速发展和人民生活质量不断提

高的背景下,人们对正畸美学的要求也越来越高,正畸是介于美学与医学之间的一门学科,正畸治疗的目的是实现一个良好的功能性咬合及均匀美感的面部外观,对于正畸医生而言,良好的侧貌是评估矫治效果最重要的部分之一^[1]。正畸治疗也逐渐成为改善个人形象的重要方式,并趋于量身定制,即个性化正畸治疗。随着工业科技的不断进步,CAD/CAM和CBCT(cone beam computed to-

【收稿日期】 2018-05-27; **【修回日期】** 2018-08-03

【基金项目】 广东省科技计划项目(2014A020215018, 2015A020214015)

【作者简介】 吴坤基,医师,在读硕士研究生,Email: 478827500@qq.com

【通信作者】 孔卫东,主任医师,博士,Email:tkongwd@jnu.edu.cn, Tel: 0086-20-38688109

mography)在口腔正畸中的应用日渐普及,为个性化和精准的正畸矫治提供硬件保障,各类个性化矫治器也在此基础上应运而生。个性化矫治器是根据患者个人牙齿形态以及牙弓特征,以矫治目标位为导向,通过个性化排牙实验,利用3D数字化设计与打印技术,为患者量身定制的个性化正畸治疗工具^[2]。目前主要有个性化舌侧矫治器、无托槽隐形矫治器、个性化唇侧矫治器这3种类型的个性化矫治器被应用于临床。这3类个性化矫治器的诞生,使正畸治疗方式、治疗手段更加多样化。笔者将就个性化舌侧矫治器、无托槽隐形矫治器以及个性化唇侧矫治器的发展历程、设计原理及特点作进一步综述。

1 个性化舌侧矫治器

1.1 发展历程

1973年美国Kurz医生首次在牙齿舌侧面粘接改良的方丝托槽进行牙齿矫正并获得舌侧矫治器专利,1979年日本学者Fujita在美国正畸学杂志上提出了舌侧蘑菇弓丝,之后舌侧矫治陷入一段长达二十年的低谷期。直到2001年德国Dirk Wiechmann医生将CAD/CAM、3D扫描技术和机械手弓丝成型三者结合,成功研制出个性化舌侧矫治系统^[3],并在2004年正式将其推向市场,成为全球第一款个性化舌侧矫治系统^[4]。中国也在舌侧矫治器国产化上作出了一定的努力,于2009年由广州瑞通公司联合北京大学与华南理工大学两所院校自主研发出eBrace个性化舌侧矫治器。eBrace个性化舌侧矫治器原理与Incognito矫治器相似,研发后在国内得到大量使用,目前已远销以色列和欧美市场。

1.2 设计原理

个性化舌侧矫治器是通过患者硅橡胶印模翻制出超硬石膏模型作为排牙原始模型,利用三维激光扫描仪全方位扫描排牙后的石膏模型,再利用计算机将扫描模型影像进行三维重建,扫描结果由STL格式数据导入Pro/Engineer软件,通过软件对其进行计算机辅助设计,根据每颗牙齿舌侧面解剖形态与上下颌牙弓形态,分别设计个性化舌侧底板及托槽体部,并将两者结合,利用CAD/CAM快速成型机将虚拟托槽系统转变成蜡型,再去蜡铸造个性化舌侧金属托槽^[4]。它通过数字化设计,依据个体牙弓形态进行个性化排牙与托槽定位,根据不同个体牙齿形态的变异,以及由于外

伤、磨损、龋坏等原因导致的牙体形态改变进行个性化托槽的设计,并制作个性化矫治弓丝,进行个性化粘接。个性化舌侧矫治器采用间接粘接技术将矫治器粘接至牙齿舌侧^[5],通过个性化舌侧间接粘接技术可减少釉质脱矿的风险^[6],在保证完全隐形的基础上提高了治疗效率,降低了治疗过程并发症的发生率。

1.3 矫治器特点

个性化舌侧矫治器可适用于各年龄段以及绝大多数错颌畸形的治疗,个性化舌侧矫治适应症与唇侧矫治一致,且在骨性Ⅱ类拔双尖牙内收前牙与改善深覆合的治疗中效果尤为明显^[7-9]。在骨性高角上颌前突的病例治疗中,个性化舌侧矫治器矫治还可避免常见的“拱形效应”,达到较好的治疗效果^[10]。个性化舌侧矫治器不仅提高了患者舒适度,而且降低了发音和咀嚼时的不适感^[11],治疗全程可以做到完全隐形。因为能够达到高效与舒适的统一,可以满足一部分特殊职业患者对正畸治疗的需求。就美学角度而言,个性化舌侧矫治器在舌侧,避免了托槽对唇侧的作用而使唇齿之间可以处于相对自然的状态,以便更好的观察与调整唇齿软硬组织之间的关系,并有效控制前牙转矩从而改善侧貌突度^[12]。但个性化舌侧矫治器的不足之处在于其工艺成本高,且临床医生很难直接弯制弓丝而依赖于机械手,这无疑将在一定程度上影响其大量推广。虽然个性化舌侧矫治器在托槽底板上做了改良,但不可否认的是托槽一旦脱落,再粘接的难度将大大增加,矫治效果也因此降低。一方面,个性化舌侧矫治器由于在力学机制上与传统唇侧矫治器不同,常需要配合微种植支抗,特别是在滑动内收上前牙时要求需要相对精准的转矩控制。另一方面,个性化舌侧矫治器目前只通过对牙冠解剖以及牙弓形态指导设计,而未完全获得牙根以及牙槽骨的解剖生理信息。CBCT指导个性化舌侧矫治器的设计将是个性化舌侧矫治器未来发展的趋势。通过了解牙根在牙槽骨内的排列状况以及牙槽骨的解剖特征,提高矫治器、牙齿、颌骨3者的匹配度,可提升矫治器以及矫治技术的矫治效能和安全性能。

2 无托槽隐形矫治器

2.1 发展历程

美国Kesling医师在1945年发明牙齿正位器,通过利用天然橡胶等硬质材料作为矫治器来移动

牙齿,随着研究的深入,sheridan等发明了Raintrees矫治技术。直到1997年现代无托槽隐形矫治技术在美国诞生,由两位斯坦福大学学生以Invisalign隐适美无托槽隐形矫治系统为注册商标成立Align公司,把无托槽隐形矫治器商业产品化,并取得巨大成功^[13]。直至2017年,全球Invisalign矫治患者累计已超500万例。

中国在2002年开始无托槽隐形矫治器的研究工作。北京时代天使生物科技有限公司联合首都医科大学口腔医学院、清华大学激光快速成型中心对国产无托槽隐形矫治技术进行研究与开发,并成功研发出EAB型无托槽隐形矫治器,其矫治技术获得国家发明专利和实用新型专利。如今中国自主知识产权无托槽隐形矫治器已快速发展,继时代天使之后出现一批如正雅、易而戴等品牌的无托槽隐形矫治器。尽管不同品牌的矫治器以及生产公司之间工艺流程与制作环节不尽相同,但都在不同层面推动了国产无托槽隐形矫治技术的应用和发展。

2.2 设计原理

无托槽隐形矫治器通过硅橡胶(polyvinyl siloxane, PVS)印模技术将印模翻制出的超硬石膏模型作为初始模型,也可通过iTero口内扫描仪获取牙齿及其周围软组织的相应数据,将矫治信息与数据上传至数字化平台,经过数字化后台处理、数字化排牙、目标位确定与附件选择,最后利用CAD/CAM软件系统、激光快速成型技术加工母模、热压成型技术加工矫治器。无托槽隐形矫治器以附件作为固位装置,通过附件模版间接粘接附件,即间接粘接技术,增加无托槽隐形矫治器热压膜材料变形后的回弹力与牙齿二者之间的相互作用。在矫治器的作用下,牙齿可在2周内被移动0.25 mm,并通过持续的小范围移动达到矫治作用^[13]。

2.3 矫治器特点

2.3.1 优点 ①美观安全。矫治器趋近于透明,可满足矫治过程的美观要求;②可摘戴式矫治,所产生的力是间歇力,对牙周组织损伤较小,相比于固定矫治,无托槽隐形矫治出现牙根吸收概率低^[13-14];③可用于轻度至中度深覆合的治疗^[15];④易于保持口腔卫生,患者佩戴期间口腔卫生清洁方便,对牙周组织的健康起到保护作用。与固定矫治患者相比,使用无托槽隐形矫治器患者牙周健康明显优于固定矫治患者^[16-17];⑤无碍发音;⑥节省复诊操作时间;⑦适用于正畸-牙周联合治疗

患者^[18];⑧适用于固定矫治复发后二次矫治简单排齐病例;⑨可有效扩大上颌牙弓,特别是在尖牙与前磨牙区,对后牙颊侧倾斜有较好的控制^[19];⑩对矢状向移动效能明显,在非拔牙病例推磨牙向远中的治疗中,上颌第一磨牙远中移动效果明显^[20-24];⑪对牙列Ⅲ度拥挤的患者,通过采取个性化减数拔牙治疗,亦可获得满意的矫治疗效^[25]。

2.3.2 缺点 无托槽隐形矫治器不足之处在于:①费用较高;②需要患者较高的依从性,往往也决定治疗的效果;③对减数患者,无托槽隐形矫治减数部位的近远中方向较难控制^[26]。由于材料性能原因,牙齿容易发生倾斜移动,易出现类似“过山车”效应等;④垂直向移动较难实现,特别是对于前牙的伸长^[27];⑤前牙转矩与尖牙、前磨牙扭转的纠正难准确表达;⑥难以独立完成矫形治疗,因矫形治疗力量值一般大于500 g,现阶段无托槽隐形矫治器较难满足条件。尽管尚有诸多不足之处,但随着口腔材料学和口腔生物力学的不断发展与创新,无托槽隐形矫治器将日趋成熟和完善,也将被越来越多人所接受。

3 个性化唇侧矫治器

3.1 发展历程

个性化唇侧矫治器,是传统唇侧矫治与数字化相结合的新型矫治器。目前这类矫治器主要以Ormco公司生产的Insignia矫治器为代表,由Dr. Craig Andreiko在1987年发明,经过二十余年的发展在国外已经被广泛应用于临床,而国内近几年也开始关于个性化唇侧矫治器的报道。Insignia矫治器是此类矫治器中最为大众所熟知,它基于理想的牙齿排列状态,通过数字化技术,反向设计,生产个性化矫治器,实现真正的可视化治疗目标^[28]。Insignia矫治器在技术上取得重大突破,将口内三维扫描数据与CBCT数据准确融合,不仅可以依据患者牙齿位置设计托槽角度、底板厚度,还可以依据患者牙根位置设计托槽转矩,实现牙齿三维方向上的精准控制,是真正意义上的直丝弓矫治器^[29]。同时,还可以对治疗完成后的冠根排列、咬合接触、微笑曲线等提供直观的参考。对医生评估治疗方案,判断患者治疗结果都提供了极大的帮助。

3.2 设计原理

医生取硅橡胶牙齿模型、咬合关系或通过口内扫描仪上传到3D数字化软件平台,设计矫治最

终殆平面。基于基骨形态,设计3D可视化的理想排牙状态,以此为基础,设计适合患者的个性化弓丝平面位置、弓丝序列形态、个性化托槽转矩,帮助临床医生实现目标治疗^[28,30]。通过个性化设计,根据错颌畸形的类型,按照牙齿解剖形态与弓形特征以及面部美学来设计个性化粘接导板,通过个性化导板间接粘接至牙齿颊侧,做到精准粘接,使托槽各项数据准确表达^[31]。面部美学设计,包括三维方向美学比例协调性,特别是面下部1/3区域。通过牙列的排齐,牙齿轴倾、转矩角度的调整,控制好殆平面和覆殆覆盖关系,使牙齿、牙槽骨等硬组织与唇颊黏膜等软组织均衡协调,达到符合患者自身美学形态特征的治疗。在序列弓形的设计上,医生可将治疗计划在数字化设计平台给予指导说明,最终决定牙弓形态。

3.3 矫治器特点

个性化唇侧矫治器可提高牙齿移动速率以达到生理性矫治目标,在提高矫治准确度的同时增加矫治患者的舒适度。个性化唇侧矫治器根据排牙实验、牙齿解剖结构来设计托槽数据和托槽粘接高度以及转矩代偿,由于精准的设计与良好的弓丝形态匹配,在牙齿移动过程中保证牙齿在松质骨中移动,避免了骨开裂等并发症的发生,也大大加快了牙齿移动速度。个性化唇侧矫治器的适用范围与传统唇侧矫治器一样,但个性化唇侧矫治器托槽与个性化设计弓丝的高效表达,无需在弓丝上弯制各种曲,无需重粘托槽进行转矩、轴倾、邻接关系等调整,可做到托槽与钢丝一致精准表达^[32],既保证精准的正畸治疗又提高矫治效率。其治疗时间相比于传统唇侧矫治器明显减少^[33]。据报道,Insignia相比传统唇侧矫治器矫治时间可缩短30%,但也有文献报道Insignia矫治器回顾性研究表明其矫治效率还不能被完全证实^[34]。个性化唇侧矫治器也存在不足之处,相比于前面两类个性化矫治器,个性化唇侧矫治器在美观功能上略显不足。目前个性化唇侧矫治器的生产成本相对较高,在当前的临床应用中还无法完全被大部分患者所能接受。

4 总结

综上所述,在数字化工业以及材料学不断发展背景下诞生的个性化矫治器,在社会物质文化发展推动下逐渐成长,在大众审美需求驱动下不断成熟。以上所提到的3种个性化矫治器虽然风

格不一,均各有特色,但都是以矫治目标位为导向,采用数字化个性化排牙实验,通过数字化后台的大数据,根据患者的牙齿、牙槽特征,设计个性化矫治器。个性化矫治器在一定程度上能更好的控制转矩、轴倾以及牙合平面,从而达到精准高效的正畸效果。CAD/CAM与CBCT为个性化矫治器提供硬件基础保障,个性化矫治器为医生提供更多的矫治工具和方式,使患者的矫治选择更加多样化,在此基础上,正畸治疗手段和方式也更加多样化。不过值得注意的是,个性化矫治在提供给医生方便的同时,也对正畸医生提出更高的要求,因为个性化矫治器的使用要求正畸医生在矫治前期需要投入更多的精力对矫治过程进行整体规划,并在治疗过程中不断优化矫治方案。

本文对个性化矫治器的设计原理和矫治特点做了简单的综述,以便读者更好地了解个性化矫治器本身的优缺点以及适应证,以便在正畸治疗中扬长避短,克服个性化矫治器的弊端,从而提高正畸治疗效果。随着工业技术不断进步和医学材料学优化,个性化矫治器将会有更加宽广的发展前景,向着精准正畸矫治目标不断迈进。

参考文献

- [1] Cai Y, Du WL, Lin FO, et al. Agreement of young adults and orthodontists on dental aesthetics & influencing factors of self-perceived aesthetics[J]. BMC Oral Health, 2018, 18(1): 113.
- [2] Grauer D, Wiechmann D, Heymann GC, et al. Computer-aided design/computer-aided manufacturing technology in customized orthodontic appliances[J]. J Esthet Restor Dent, 2012, 24(1):3-9.
- [3] Wiechmann D. A new bracket system for lingual orthodontic treatment[J]. J Orofac Orthop, 2003, 64(5): 372-388.
- [4] George RD, Hirani S. Fully-customized lingual appliances: how lingual orthodontics became a viable treatment option[J]. J Orthod, 2013, 40(S 1): 8-13.
- [5] Sha HN, Choi SH, Yu HS, et al. Debonding force and shear bond strength of an array of CAD/CAM-based customized orthodontic brackets, placed by indirect bonding- an in vitro study[J]. PLOS ONE, 2018, 13(9): e0202952.
- [6] Knösel M, Klang E, Helms HJ, et al. Completely customized lingual appliances reduce the risk of enamel decalcification many times over[J]. Inf Orthod Kieferorthop, 2015, 47(3): 149-157.
- [7] Kong WD, Li SS, Feng Y, et al. Customized lingual orthodontic treatment of skeletal class II malocclusion with bilateral maxillary first premolar extraction: case report[J]. Int J Orthod Milwa-kee, 2017, 28(1): 53-60.
- [8] Alouini O, Wiechmann D. Completely-customized lingual orthodontics to correct class II malocclusion in adolescents[J]. Orthod Fr, 2018, 89(1): 3-19.

- [9] Wang XD, Lei FF, Liu DW, et al. Miniscrew-assisted customized lingual appliances for predictable treatment of skeletal class II malocclusion with severe deep overbite and overjet[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2017, 152(1): 104-115.
- [10] Inami T, Ito G, Miyazawa K, et al. Ribbon-wise customized lingual appliance and orthodontic anchor screw for the treatment of skeletal high-angle maxillary protrusion without bowing effect[J]. *Angle Orthodontist*, 2018, 88(6): 830-840.
- [11] McMullin A, Waring D, Malik O. Invisible orthodontics part 2: lingual appliance treatment[J]. *Dent Update*, 2013, 40(5): 391-402.
- [12] Gorbunkova A, Pagni G, Brizhak A, et al. Impact of orthodontic treatment on periodontal tissues: a narrative review of multidisciplinary literature[J]. *Int J Dent*, 2016 (11): 4723589.
- [13] Weir T. Clear aligners in orthodontic treatment[J]. *Aust Dent J*, 2017, 62(1): 58-62.
- [14] Gay G, Ravera S, Castroflorio T, et al. Root resorption in mandibular incisors during orthodontic treatment with invisalign: a radiometric study[J]. *Iran J Ortho*, 2017, 12(1): e7915.
- [15] Shin K. The invisalign appliance could be an effective modality for treating overbite malocclusions within a mild to moderate range [J]. *J Evid Based Dent Pract*, 2017, 17(3): 278-280.
- [16] Abbate GM, Caria MP, Montanari PA, et al. Periodontal health in teenagers treated with removable aligners and fixed orthodontic appliances[J]. *J Orofac Orthop*, 2015, 76(3): 240-250.
- [17] Karkhanechi M, Chow D, Sipkin J, et al. Periodontal status of adult patients treated with fixed buccal appliances and removable aligners over one year of active orthodontic therapy[J]. *Angle Orthodontist*, 2013, 83(1): 146-151.
- [18] Han JY. A comparative study of combined periodontal and orthodontic treatment with fixed appliances and clear aligners in patients with periodontitis [J]. *J Periodontal Implant*, 2015, 45(6): 193-204.
- [19] Houle JP, Piedade L, Todescan R, et al. The predictability of transverse changes with invisalign[J]. *Angle Orthod*, 2017, 87(1): 19-24.
- [20] Schupp W, Haubrich J, Neumann I. Class II correction with the invisalign system[J]. *J Clin Orthod*, 2010, 44(1): 28-35.
- [21] Ravera S, Castroflorio T, Garino F, et al. Maxillary molar distalization with aligners in adult patients: a multicenter retrospective study[J]. *Prog Orthod*, 2016, 17(1): 12.
- [22] Simon M, Keilig L, Schwarze J, et al. Treatment outcome and efficacy of an aligner technique - regarding incisor torque, premolar derotation and molar distalization[J]. *BMC Oral Health*, 2014, 14(1): 68.
- [23] Rossini G, Parrini S, Castroflorio T, et al. Efficacy of clear aligners in controlling orthodontic tooth movement: a systematic review[J]. *Angle Orthod*, 2015, 85(5): 881-889.
- [24] Fontana M, Cozzani M, Mutinelli S, et al. Maxillary molar distalization therapy in adult patients: a multicentre study[J]. *Orthod Craniofac Res*, 2015, 18(4): 221-231.
- [25] Bowman SJ, Celenza F, Sparaga J, et al. Creative adjuncts for clear aligners, part 3: extraction and interdisciplinary treatment[J]. *J Clin Orthod*, 2015, 49(4): 249-262.
- [26] Baldwin DK, King G, Ramsay DS, et al. Activation time and material stiffness of sequential removable orthodontic appliances. Part 3: premolar extraction patients[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2008, 133(6): 837-845.
- [27] Kravitz ND, Kusnoto B, Begole E, et al. How well does Invisalign work? A prospective clinical study evaluating the efficacy of tooth movement with Invisalign[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2009, 135(1): 27-35.
- [28] Lam A. Digital planning and custom orthodontic treatment[J]. *Eur J Orthod*, 2018, 40(1): 113-114.
- [29] Nd WD, Koroluk LD, Phillips C, et al. Clinical effectiveness and efficiency of customized vs. conventional preadjusted bracket systems[J]. *J Clin Orthod*, 2013, 47(4): 261-266.
- [30] Perri A, Gracco A, Siviero L, et al. Customized orthodontics: the insignia system[J]. *Int J Orthod*, 2014, 25(4): 17-20.
- [31] Kim J, Chun YS, Kim M. Accuracy of bracket positions with a CAD/CAM indirect bonding system in posterior teeth with different cusp heights[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2018, 153(2): 298-307.
- [32] Müller-Hartwich R, Jost-Brinkmann PG, Schubert K. Precision of implementing virtual setups for orthodontic treatment using CAD/CAM-fabricated custom archwires[J]. *J Orofac Orthop*, 2016, 77(1): 1-8.
- [33] Brown MW, Koroluk L, Ko CC, et al. Effectiveness and efficiency of a CAD/CAM orthodontic bracket system[J]. *Am J Orthod Dentofacial Orthop*, 2015, 148(6): 1067-1074.
- [34] Aldrees AM. Do customized orthodontic appliances and vibration devices provide more efficient treatment than conventional methods?[J]. *Korean J Orthod*, 2016, 46(3): 180-185.

(编辑 罗燕鸿,刘楚峰)