

数字化牙合垫在口腔医学中临床应用研究

阿丽娅·阿不力孜¹, 张英^{1,2}, 徐国强^{1,2*}

¹新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)口腔修复种植科, 新疆 乌鲁木齐

²新疆维吾尔自治区口腔医学研究所, 新疆 乌鲁木齐

收稿日期: 2024年11月27日; 录用日期: 2024年12月21日; 发布日期: 2024年12月30日

摘要

牙合垫是一种可拆卸人工咬合面, 对颌位关系有影响, 主要用于治疗颞下颌关节紊乱病和磨牙症, 在义齿修复中确定咬合位置。作为可逆手段, 牙合垫是最常用的保守治疗方法之一。随着数字化技术在口腔医学领域的不断应用和发展, 数字化牙合垫应运而生。本综述探讨了数字化牙合垫在临床中的应用现状。

关键词

牙合垫, 颞下颌关节紊乱病, 磨牙症, 数字化治疗

Research on the Clinical Application of Digital Occlusal Splints in Oral Medicine

Aliya Abulizi¹, Ying Zhang^{1,2}, Guoqiang Xu^{1,2*}

¹Department of Prosthodontics and Implantology, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University (Affiliated Stomatology Hospital), Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Uygur Autonomous Region Institute of Stomatology, Urumqi Xinjiang

Received: Nov. 27th, 2024; accepted: Dec. 21st, 2024; published: Dec. 30th, 2024

Abstract

Occlusal splints are removable artificial occlusal surfaces that can influence the jaw relationship and are clinically used in the treatment of temporomandibular joint disorders and bruxism, as well as in the determination of the occlusal position during prosthetic restorations. As a reversible method, occlusal splints are one of the most commonly used conservative treatments. With the continuous development of the use of digital technology in dentistry, digital occlusal splints have emerged. This review discusses the current status of digital occlusal splint in clinical practice.

*通讯作者。

文章引用: 阿丽娅·阿不力孜, 张英, 徐国强. 数字化牙合垫在口腔医学中临床应用研究[J]. 临床医学进展, 2024, 14(12): 1487-1492. DOI: 10.12677/acm.2024.14123243

Keywords

Occlusal Splint, Temporomandibular Joint Disorder, Bruxism, Digital Treatment

Copyright © 2024 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

牙合垫被临床广泛应用于颞下颌功能紊乱、错牙合畸形、咬合重建及牙周病咬合创伤等方面的治疗，其原理是通过直接改变患者的颌位关系与咬合状态，间接调整颞下颌关节“盘-髁关系”与咀嚼肌群功能状态，从而达到进行口颌系统功能治疗的目的[1] [2]。因此，本文将结合文献，从数字化合垫的优势、临床应用和存在问题 3 个方面对数字化牙合垫进行综述。

2. 优势

2.1. 简化临床流程

传统方式所制作的牙合垫在设计与制作方面主要依靠技师通过手工来完成，是依据患者的牙列模型以及咬合记录，将热凝聚甲基丙烯酸甲酯应用于石膏模型上进行制作，而后交给临床医师去进行临床试戴以及咬合调整。这种方法有着制作工艺繁杂、制作方式相对精细度不高、模型容易出现变形及失真，非常容易引入人为操作的误差、临床咬合调整耗时较长等不足之处，进而对整个治疗的效能转化产生影响[3]。近些年来，伴随数字化技术的迅猛进步，各类新型数字化技术像数字化口腔扫描、计算机辅助设计/计算机辅助制作(CAD/CAM)等在口腔医学领域得到广泛运用，改变了传统的口腔疾病诊疗流程，给临床治疗带来了高效性与快捷性[4] [5]。数字化牙合垫的工作流程相比传统方法显著简化，如使用口内扫描代替取模和灌模、应用软件设计取代了实物牙合架上手工操作等等，有助于其操作规范的构建和临床技术推广。同时数字化技术可视感强、耗时更短、效率提升、便于远程交流，利于避免不同技师不同加工单位设计出的牙合垫质量不稳定的情况[6]。张力等[3]对数字化牙合垫与传统牙合垫进行比较得出结论：通过该研究运用数字化技术制作的稳定型牙合垫可以实现牙合垫的加工工艺的简化以及临床调牙合时间的缩短，即结果显示数字化牙合垫的制作时间降低了 1 倍、临床调牙合时间降低了近 3 倍[6]。

2.2. 个性化设计

传统牙合垫的功能化设计主要针对患者的咬合功能，而数字化牙合垫则对患者个性化下颌功能运动考量。得益于数字化下颌运动轨迹描记技术在临床的技术推广，牙合垫设计过程中已能导入患者各种下颌功能运动(开闭口、前伸/后退、左/右侧方运动)的轨迹数据，用于驱动虚拟牙合架进行牙合垫的个性化设计及咬合调整[7] [8]。数字化牙合垫的个性化设计不仅缩短了临床调牙合时间，更是提升了治疗结果的精确程度和可预测性。

2.3. 舒适度高

Bermtsen 及其团队[9]进行了一项研究，对数字化牙合垫和传统牙合垫的临床表现进行了比较。研究结果显示，数字化牙合垫和传统牙合垫在治疗效果上没有显著差异。然而，数字化牙合垫的舒适度更好，患者更愿意佩戴。口内扫描技术由于操作时仪器不直接接触牙齿，而相对传统取模方法来说提高了患者

的舒适度；张力等[3]对数字化牙合垫和传统牙合垫在制作时间、调牙合时间和患者舒适度等方面的差异进行临床研究，结果显示数字化技术制作的稳定型牙合垫能够提高患者舒适度；林瑞等[10]通过“转移，扫描，设计，制作”的技术通路在 1 例志愿受试者上完成数字化牙合垫，结果显示数字化牙合垫表面光滑，固位良好，稳定性高，受试者佩戴舒适。

3. 临床应用

3.1. 口腔颌面外科

3.1.1. 颞下颌关节紊乱病

颞下颌关节紊乱病(temporomandibular disorder, TMD)是口颌面部的第四大常见疾病[11]，有文献表明其发病率处于 5%至 12% [12]。TMD 是累计下颌关节和/或咀嚼肌的一大类疾病，主要的临床表现包括颞下颌关节和/或周边颌面部肌肉疼痛，在颌面部疼痛里是仅次于牙痛的第二大常见缘由，往往还伴有诸如关节弹响、张口受限以及下颌运动异常等其他口颌系统功能障碍情况，对患者的生活质量以及身心健康有严重影响。牙合垫乃是当前治疗 TMD 的常用手段之一[13]。其技术原理在于借助改变牙列咬合接触状态、对上下颌间位置关系进行调整等去影响神经肌肉反射活动以及改进颞下颌关节功能，以此来对口颌系统功能紊乱加以治疗。该技术具备无创、可逆且副作用风险较低等特性，已然变成目前临床治疗 TMD 的首要选择方法。通过构建上下颌稳定且均匀的咬合接触，降低肌肉张力并分散咬合力，从而缓解疼痛以及其他与 TMD 相关的症状。张力等[3]比较数字化制作稳定型牙合垫和传统方法制作的稳定型牙合垫在临床疗效方面的差异，经统计学分析得出，数字化组 and 传统组在治疗 3 个月后的 Friction 指数和疼痛指数均明显降低，显示出良好的临床疗效；Berntsen 及其同事的研究[9]结果表明，数字化牙合垫对于改善 TMD 患者口颌系统功能是有有效的，其治疗效果与传统法牙合垫无明显差异。

3.1.2. 正颌手术

正颌手术在解决牙颌面畸形等骨性错牙合畸形的过程中其成功主要取决于手术技术以及手术计划的准确性[14][15]，牙合垫主要用于手术中定位和术后确定颌位，用来保证术后的良好咬合关系[16]。目前正颌手术通过传统模型外科方式[17]，取模操作、石膏自身膨胀系数[18]及将石膏模型转移到牙合架的过程都会造成误差[19][20]。伴随着计算机技术的持续发展，虚拟模型手术逐步被引入，计算机辅助软件如 Mimics、ProPlan CMF、Dolphin 3D Surgery [21]进行正颌术前的模拟设计并制作咬合板来指导正颌手术，避免传统模型外科计划中可能产生的误差[21][22]。有学者指出正颌术前计划中，虚拟手术计划设计较传统模型外科设计用时相对较短。胡利[23]等通过临床研究分析数字化牙合垫与传统牙合垫在正颌手术中定位上颌骨的精确性，结果表明，于三维方向上，两者在对上颌骨移动的控制方面不存在显著差别，所以由计算机辅助虚拟手术设计制作的数字化牙合垫替代传统模型外科设计制作的传统牙合垫，能够取得良好的临床实用性。在精确性大致相同的情况下，计算机辅助虚拟手术计划相比传统模型外科手术计划缩短了术前计划的时间，给临床医生带来了便利。数字化牙合垫与传统牙合垫在正颌手术中辅助上颌骨的准确定位上可以取得同样准确的效果。

3.2. 口腔内科

牙周炎

牙合垫(occlusal splint)在其被发明伊始，最早是应用于牙周病患牙的咬合医治，然而当下主要是用于对颞下颌紊乱病以及相关颌面部神经肌肉功能紊乱与疼痛进行改善和治疗[1]。牙合垫的最初应用能够追溯到大概 100 年前[1]。Karolyi 等人[24]发表了其在用于改进牙周病患者磨牙症状方面的成功经验。其后在临床上出现了各式各样的牙合垫，其适应症也从最开始的牙周病咬合治疗，慢慢变成了医治颞下颌关

节紊乱病(TMD)以及相关颌面部神经肌肉功能紊乱的主要办法[25]。近些年来,通过运用牙合垫与多种数字化技术相结合来对牙周病进行咬合控制取得了优良的成效[1]。陈晞等人[1]将数字化技术加以结合来尝试开展牙周炎的咬合控制治疗,并且收获了较好的效果。其研究发现被诊断为“成人牙周炎”的患者佩戴数字化牙合垫后,经临床口腔检查,发现个别牙齿的松动程度有所降低(小于 I 度);牙片显示个别牙齿的骨吸收区域显著缩小,且有新骨生成的影像呈现;利用数字化咬合分析仪(T-scan, 美国)对患者佩戴牙合垫前后上下牙列的咬合接触状况进行检查,其咬合接触近乎正常,这表明牙合垫对咬合力的再分配具有改善作用[1]。

3.3. 口腔修复

磨牙症

夜磨牙症是以睡眠时磨牙或紧咬牙为主要表现的口腔机能紊乱[26]。长时间持续的夜磨牙会致使牙齿出现磨耗、颞下颌关节功能紊乱以及咬合创伤,尽管目前还不能确切明晰夜磨牙与咬合之间的关系,但是患者通常都会主诉存在咬合不适的情况[27]。因为牙合垫能够改进咬肌与颞肌活动的不对称程度,降低施加在颞下颌关节以及咀嚼系统其他结构上的力量,同时还能分散牙合力,减少牙列之间的磨耗[28],所以佩戴保护牙合垫(occlusal splint)是当下治疗夜磨牙症的方法之一[29]。王时敏等人[26]针对数控加工的聚醚醚酮全牙列牙合垫以及通过传统方式制作的全牙列软弹性牙合垫的咬合特征与患者满意度,借助试戴来进行比较,T-scanIII 咬合分析表明前者的咬合面能够和下颌全牙列形成接触,前后牙合力较为均匀,而后者仅仅在双侧第二磨牙区域存在牙合接触,尽管患者对这两种牙合垫的固位评价相同,然而对数控加工的全牙列牙合垫在舒适度和美观度方面的评价显著高于软弹性牙合垫;Berntsen 等[9]运用三维打印技术来制作稳定型全牙列硬牙合垫,将甲基丙烯酸酯基树脂通过光固化快速成型,并且与通过传统方法制作的全牙列硬牙合垫进行对比,对其治疗磨牙症的效果展开研究。结果显示,在佩戴 12 周后,尽管两种全牙列硬牙合垫的 VAS 评分存在显著差异,但是不同的制作方法对于治疗结果并无影响,也就是说二者在对主动开口度的改善上没有差别。林瑞等[10]采用光固化复合树脂的方法制作出了全牙列硬牙合垫,并通过患者的主观评价以及医生的客观评价方式初步验证了其在临床上的可行性。

4. 存在问题

4.1. 缺乏规范化流程

此前的研究中,Lauren M 等[30]详细描述了一种从扫描模型,CAD 软件设计,到 CAM 切削成型制作牙合垫的数字化牙合垫设计制作方法。该研究认为数字化方法能更有效地进行牙合垫设计,节约临床时间成本。Dedem P 等人[31]通过先对志愿者实施口内数字化扫描,接着进行 CAD 设计,最终借助数字化切削成形技术制成牙合垫。经过口内试戴检测,数字化牙合垫的固位以及稳定性良好,由此展现出数字化牙合垫的临床可行性以及优良的应用前景。然而,目前的研究存在两方面的不足。现有的牙合垫 CAD/CAM 数字化技术流程没有形成一定的标准[32]。尤其在如何精准地获取患者个性化下颌运动轨迹、颌位关系及髁突位置这些关键技术问题上仍缺乏相应数字化技术的支持,从而直接影响最终牙合垫的精确性。传统牙合垫颌位的确定都是依赖医师的主观经验进行,并且不同医师使用的颌位确定方法存在着差异。以常用的释放型牙合垫为例,确定颌位手法既包括单手法又包括双手法,患者的体位有采用端坐位还有仰卧位,不同患者的垂直距离高度确定医师也存在不同意见,导致上述操作很难在软件操作中可以规范化地进行[6]。这些都限制了数字化牙合垫技术在临床得到更好的应用、发展和推广。

4.2. 缺乏客观统一的评价指标

伴随材料与技术的进步,牙合垫的发展愈发朝着数字化、智能化的方向迈进,其一,制作工艺以及

材料的改良,能够使流程得以简化,效率得到提升,并且能够实现个性化治疗方案以增进疗效和患者的体验;其二,生物反馈技术和人工智能技术可以提供更多客观且准确的数据,助力医患明确治疗成效。不过,在当下现有的研究里,缺少对于数字化牙合垫疗效的相关影响因素即评价指标的系统性阐述[33]。因此,相关的临床研究需要进行更为精心的设计,要着重于随机对照、大样本量、客观统一的评价指标、结局评估以及充足的随访时间等方面,从而得出客观且准确的结论,为临床应用以及进一步的研究开发提供依据。

参考文献

- [1] 陈晔, 吴国锋. 牙周炎治疗中的咬合控制——垫及其应用[J]. 实用口腔医学杂志, 2020, 36(5): 836-840.
- [2] 王美青. 牙合学[M]. 第4版, 北京: 人民卫生出版社, 2021: 130-133.
- [3] 张力, 孟佳丽, 张艺. 应用数字化牙合垫技术治疗颞下颌关节紊乱病的临床研究[J]. 医学研究生学报, 2022, 35(7): 720-725.
- [4] Patil, M., Kambale, S., Patil, A., et al. (2018) Digitalization in Dentistry: CAD/CAM—A Review. *Acta Scientific Dental Sciences*, 2, 12-16.
- [5] 满毅. 数字化技术在口腔种植修复中的应用[J]. 口腔医学, 2017, 37(7): 577-582.
- [6] 孟佳丽, 吴国锋. 数字化(牙合)垫设计技术的发展[J]. 实用口腔医学杂志, 2023, 39(5): 679-684.
- [7] Peng, T., Yang, Z., Ma, T., Zhang, M. and Ren, G. (2023) Comparative Evaluation of the Volume of Occlusal Adjustment of Repositioning Occlusal Devices Designed by Using an Average Value Digital Articulator and the Jaw Movement Analyzer. *The Journal of Prosthetic Dentistry*. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2023.06.018>
- [8] Li, L., Chen, H., Zhao, Y., Wang, Y. and Sun, Y. (2022) Design of Occlusal Wear Facets of Fixed Dental Prostheses Driven by Personalized Mandibular Movement. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 128, 33-41. <https://doi.org/10.1016/j.prosdent.2020.09.055>
- [9] Berntsen, C., Kleven, M., Heian, M. and Hjortsjö, C. (2018) Clinical Comparison of Conventional and Additive Manufactured Stabilization Splints. *Acta Biomaterialia Odontologica Scandinavica*, 4, 81-89. <https://doi.org/10.1080/23337931.2018.1497491>
- [10] 林瑞, 郁春华, 孙健. 数字化咬合板系统的构建与临床应用初探[J]. 中华口腔医学杂志, 2020, 55(12): 983-986.
- [11] 张勉, 王贺林, 于世宾, 等. 带有压低个别伸长牙齿功能的稳定型咬合板[P]. 中国, CN201921315007.7. 2020-09-01.
- [12] Riley, P., Glenney, A., Worthington, H.V., Jacobsen, E., Robertson, C., Durham, J., et al. (2020) Oral Splints for Temporomandibular Disorder or Bruxism: A Systematic Review. *British Dental Journal*, 228, 191-197. <https://doi.org/10.1038/s41415-020-1250-2>
- [13] Gauer, R. and Semidey, M.J. (2015) Diagnosis and Treatment of Temporomandibular Disorders. *American Family Physician*, 91, 378-386.
- [14] Stokbro, K., Aagaard, E., Torkov, P., Bell, R.B. and Thygesen, T. (2014) Virtual Planning in Orthognathic Surgery. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 43, 957-965. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2014.03.011>
- [15] Aboul-Hosn Centenero, S. and Hernández-Alfaro, F. (2012) 3D Planning in Orthognathic Surgery: CAD/CAM Surgical Splints and Prediction of the Soft and Hard Tissues Results—Our Experience in 16 Cases. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 40, 162-168. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2011.03.014>
- [16] 赵志河. 口腔正畸学[M]. 第7版. 北京: 人民卫生出版社, 2020: 223.
- [17] Stokbro, K., Aagaard, E., Torkov, P., Bell, R.B. and Thygesen, T. (2016) Surgical Accuracy of Three-Dimensional Virtual Planning: A Pilot Study of Bimaxillary Orthognathic Procedures Including Maxillary Segmentation. *International Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 45, 8-18. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2015.07.010>
- [18] De Riu, G., Virdis, P.I., Meloni, S.M., Lumbau, A. and Vaira, L.A. (2018) Accuracy of Computer-Assisted Orthognathic Surgery. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 46, 293-298. <https://doi.org/10.1016/j.jcms.2017.11.023>
- [19] Kwon, T., Mori, Y., Minami, K. and Lee, S. (2002) Reproducibility of Maxillary Positioning in Le Fort I Osteotomy: A 3-Dimensional Evaluation. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 60, 287-293. <https://doi.org/10.1053/joms.2002.30583>
- [20] Zizelmann, C., Hammer, B., Gellrich, N., Schwestka-Polly, R., Rana, M. and Bucher, P. (2012) An Evaluation of Face-Bow Transfer for the Planning of Orthognathic Surgery. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, 70, 1944-1950.

- <https://doi.org/10.1016/j.joms.2011.08.025>
- [21] Naini, F.B. and Gill, D.S. (2019) Challenges and Opportunities Facing Contemporary Orthognathic Surgery. *Journal of Orthodontics*, **46**, 71-76. <https://doi.org/10.1177/1465312519840044>
- [22] Xia, J.J., Gateno, J. and Teichgraber, J.F. (2005) Three-Dimensional Computer-Aided Surgical Simulation for Maxillofacial Surgery. *Atlas of the Oral and Maxillofacial Surgery Clinics*, **13**, 25-39. <https://doi.org/10.1016/j.cxom.2004.10.004>
- [23] 胡利. 数字化咬合板与传统咬合板在正颌手术中定位上颌骨的精确性临床研究[J]. 临床口腔医学杂志, 2023, 39(4): 228-232.
- [24] Ramfjord, S.P. and Ash, M.M. (1994) Reflections on the Michigan Occlusal Splint. *Journal of Oral Rehabilitation*, **21**, 491-500. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.1994.tb01164.x>
- [25] Dawson, P. (2008) Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design. Elsevier. <https://doi.org/10.4103/0972-4052.32520>
- [26] 王时敏. 全程数字化夜磨牙保护牙合垫的制作和初步应用[J]. 北京大学学报(医学版), 2019, 51(1): 105-110.
- [27] American Academy of Sleep Medicine (2005) International Classification of Sleep Disorder: Diagnostic and Coding Manual. American Academy of Sleep Medicine, 189-192.
- [28] Karakis, D., Dogan, A. and Bek, B. (2014) Evaluation of the Effect of Two Different Occlusal Splints on Maximum Occlusal Force in Patients with Sleep Bruxism: A Pilot Study. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, **6**, 103-108. <https://doi.org/10.4047/jap.2014.6.2.103>
- [29] Guaita, M. and Högl, B. (2016) Current Treatments of Bruxism. *Current Treatment Options in Neurology*, **18**, Article No. 10. <https://doi.org/10.1007/s11940-016-0396-3>
- [30] Lauren, M. and McIntyre, F. (2008) A New Computer-Assisted Method for Design and Fabrication of Occlusal Splints. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, **133**, S130-S135. <https://doi.org/10.1016/j.ajodo.2007.11.018>
- [31] Dedem, P. and Turp, J.C. (2016) Digital Michigan Splint—From Intraoral Scanning to Plasterless Manufacturing. *International Journal of Computerized Dentistry*, **19**, 63-76.
- [32] 郁春华, 孙健, 林瑞. 一种数字化咬合板制作方法[P]. 中国, CN201910652878.6. 2021-04-30.
- [33] 喻靓, 汪淑华, 郑园娜. 磨牙症各类(牙合)垫的临床治疗研究现状与展望[J]. 口腔医学, 2021, 41(10): 928-931.