

自体牙移植中人工牙槽窝预备的新趋势

木拉地力·买合木提¹, 古丽米热·麦提图尔荪², 王玲^{1*}

¹新疆医科大学第一附属医院(附属口腔医院)口腔外科门诊, 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1月29日; 录用日期: 2024年2月23日; 发布日期: 2024年2月29日

摘要

作为一种修复缺失牙行之有效的方法, 自体牙齿移植技术已经被临床实践所认可。对于牙列缺损患者, 必须通过外科手术的方法来人工创造牙槽窝。为了提高手术成功率人工牙槽窝的预备被越来越重视, 但为了精确地预备牙槽窝往往需要进行多次地手术操作, 这可能会延长手术时间, 影响自体牙移植的预后。近年来, 数字化技术不断革新, 计算机辅助手术模拟(CASS)在自体牙移植中的运用越来越深入频繁, 数字化导板在人工牙槽窝预备中的应用不仅提高手术精准度而且缩短了手术时间简化了手术过程, 使自体牙移植成为一种可控技术。

关键词

自体牙移植, 数字化导板, 人工牙槽窝

New Trends in Artificial Socket Preparation for Tooth Autotransplantation

Muladili Maihemuti¹, Gulimire Maitituersun², Ling Wang^{1*}

¹Oral Surgery Clinic, The First Affiliated Hospital of Xinjiang Medical University (Affiliated Stomatological Hospital), Urumqi Xinjiang

²Xinjiang Uygur Autonomous Region Institute of Stomatology, Urumqi Xinjiang

Received: Jan. 29th, 2024; accepted: Feb. 23rd, 2024; published: Feb. 29th, 2024

Abstract

The autotransplantation of teeth has been recognized in clinical practice as a proven method of restoring missing teeth. In patients with tooth loss, the socket must be created artificially by sur-

*通讯作者。

文章引用: 木拉地力·买合木提, 古丽米热·麦提图尔荪, 王玲. 自体牙移植中人工牙槽窝预备的新趋势[J]. 临床医学进展, 2024, 14(2): 4221-4226. DOI: 10.12677/acm.2024.142584

gical means. In order to increase the success of the procedure, the preparation of the artificial socket is increasingly important, but the precise preparation of the socket often requires multiple surgical operations, which may prolong the procedure and affect the prognosis of the autologous dental implant. In recent years, digital technology has been innovated, and the use of computer-aided surgical simulation (CASS) in autodontic transplantation is becoming more and more frequent. The application of digital guides in the preparation of artificial alveolar sockets not only improves surgical precision but also shortens the surgical time and simplifies the procedure, making autodontic transplantation a controllable technique.

Keywords

Tooth Autotransplantation, Digital Guide, Artificial Alveolar Socket

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

自体牙移植(autotransplantation of teeth, ATT)是指将自身无行驶功能的健康牙齿移植到同一口腔中其他牙槽窝内行使生理功能,常见的适应症是将额外、阻生、错位或异位萌出牙转移到其他需要拔牙部位,或通过手术人工预备的牙槽窝内[1] [2] [3]。ATT可分为即刻移植:因残根、严重龋坏、牙外伤等无法保留的牙齿拔除的同时在新鲜牙槽窝行自体牙移植;早期移植:近期患牙缺失,在拔除患牙4至8周内,牙槽窝未完全愈合时行移植术;延期移植:先天缺牙或患牙缺失时间不小于3个月,需要行移植术时人工预备牙槽窝[4]。

随着数字化技术的不断发展,口腔颌面外科手术中计算机辅助手术模拟(computer-assisted surgical simulation, CASS)应用屡见不鲜,其中包括自体牙移植。数字导板作为重要技术手段在外科手术中的大量应用证实了其在显著提高手术精准度和缩短手术时间方面的积极作用[5]。国外报道中提及为了更精确地预备供牙所需的人工牙槽窝,除了3D模型牙外,临床医生开始设计个性化手术导板[6]。国内大部分ATT单纯使用3D模型,结合数字化导板进行人工牙槽窝预备值得进一步研究。

2. 自体牙移植术中人工牙槽窝预备的历史回顾与现状

2.1. 人工牙槽窝预备的历史回顾

自体牙移植术被报道出来[7]至今已有将近70年,但早期其手术成功率仅有50%左右[8]这是因为手术技术上的缺陷和对基础机制的研究与认知水平的落后所导致。人工牙槽窝预备为例:在早期的自体牙移植过程中,供牙作为在受体位置预备牙槽窝的唯一向导,在人工牙槽窝预备时需要提前拔除供体牙来置入牙槽窝进行反复比拟,从而确认牙槽窝的形态与大小[3]。但是供体牙离开牙槽骨的时间过长,并且在比拟预备牙槽窝时供体牙的牙根收到机械压力使得附着于牙根表面的牙周膜活性降低而导致了手术的失败[9]。

然后五十多年的时代进程中,自体牙移植术也取得了长足的进步,技术愈发成熟可控,临床报道中的移植成功率也上升到了80%~96% [10] [11]。ATT之所以取得进展,部分原因是数字化技术的进步,如锥形束计算机断层扫描(CBCT)和计算机辅助设计/计算机辅助制造(CAD/CAM)系统[12]。Lee等[13]利用

螺旋 CT 和计算机辅助快速成型技术(CARP), 通过制作真人大小的树脂颌骨模型和实际大小的牙齿模型来指导手术; Keightley 等人[14]首次使用 CBCT 和 CARP 来指导一例 ATT。同年, Shahbazian 等人[15]使用 3-matic 程序制作三维模型和立体光刻模型来指导 ATT。这些临床试验表明: 3D 打印技术打印出受体区的原型模型, 代替供牙置入牙槽窝进行反复试戴与预备[16], 使得供体牙的离体时间小于 15 分钟时, 牙根吸收的概率会明显降低[17]; 计算机辅助设计(CAD)和 3D 打印技术在 ATT 中的应用可以达到良好的预期效果[13]。

2.2. 数字化导板在人工牙槽窝预备中的应用

数字化导板在外科手术中被作为核心技术, 之所以受到如此重视是因为其显著提高手术精准度及缩短手术时间等优点[5]。数字化导板更早的运用在了口腔种植[18] [19]、颌面部复杂骨折复位[20]、恶性肿瘤[21]阻生齿拔出[22]等领域。最近有案例[23]表面临床医生只用 3D 模型牙来协助预备人工牙槽窝时, 无法确认之前计算机设计的供体牙的位置。因此, 三维模型牙的位置和咬合很难与原始设计一致, 而且一些与计算机模拟的供体牙体积比为 1:1 的打印模型牙与实际供体牙不同。因此, 部分供体牙不能成功放置。尤其是人工牙槽窝预备时, 这往往需要进行多次地牙槽窝预备, 这可能会延长手术时间, 影响自体牙移植的预后[23]。尤其是在人工牙槽窝预备过程中缺乏辅助引导工具, 临床医生仅仅只能利用 CBCT 和临床经验来进行人工牙槽窝预备。通常操作时连续使用几个直径增大的车针来钻窝洞。然而, 移植牙根的形状从来都不是一个完美的圆柱体, 边界平行, 因此不可避免地有一个试错的阶段, 这就增加了手术时间过长或移植牙与牙槽不匹配的风险[9] [24] [25] [26]。并且自体移植的最佳时机是当牙根达到最大长度和宽度, 但移植牙齿的根尖孔壁倒置或至少是平行的。为此, 人工牙槽的尺寸应仅比供体牙的尺寸稍宽和稍长, 以防止压力和随后对牙周细胞(PDLc)和上皮根鞘(HERS)的损害, 同时确保对 PDLc 和移植牙牙髓的持续血液供应。除了大小和深度之外, 最容易被人忽视的关键因素是角度, 即实现人工牙槽窝的最佳位置即与三个平面的关系: 与牙槽骨边界的关系, 以减少穿透颊侧骨板的风险(特别是在牙槽骨吸收的情况下); 与相邻牙根的关系, 以防止准备过程中的损伤; 以及与咬合面的关系[6]。这就提高了人工牙槽窝预备的要求。因此国外报道中提及为了更精确地预备供牙所需的人工牙槽窝, 除了 3D 模型牙外, 临床医生倾向于设计个性化手术导板[6]。Malka Ashkenazi 提出的通过虚拟术前计划制作计算机化手术导板的方法[27], 可以通过准确和优化人工牙槽窝的尺寸和方向来提高手术的安全性。与以前提出的方法相比, 目前的手术方法的优点包括通过使用四个导孔而不是一个导孔, 更准确地预备人工牙槽窝的大小和形态。此外, 钻孔的位置比供体牙宽和长 1 毫米, 确保在手术中保留牙周膜和发育中的年轻移植牙的上皮根鞘。

2.3. 国内外研究现状

赵吉宏[9]团队纳入 41 例由 3D 打印供体模型和手术指南辅助的牙齿自体移植病例, 并根据在模型牙指导下准备牙槽骨后是否能成功放置供体牙分为两组。然后, 比较和分析了两组之间的牙槽窝准备时间、牙槽外时间和供体牙的定位试验次数。并发症的发生率也包括在预后评估中。结果 41 例病例的平均牙槽窝准备时间、平均供体牙牙槽外时间和供体牙定位试验的平均次数分别为 12.73 ± 6.18 分钟、 5.56 ± 3.11 分钟和 2.61 ± 1.00 。不能成功放置供体牙的一组(15.57 ± 6.14 分钟, 7.29 ± 2.57 分钟)比能成功放置供体牙的一组(9.75 ± 4.73 分钟, 3.75 ± 2.57 分钟)花费了更多的牙槽准备时间和牙槽外时间。不能成功放置供体牙组的供体牙定位试验次数(3.19 ± 0.75)高于其他组(2.00 ± 0.86)。两组之间的存活率没有明显差异。

北京大学附属口腔医院对 8 例成年患者的 8 颗牙根发育完全的智齿行 ATT。使用三维打印虚拟设计和制作了带有局部夹板、手术模板和拱形杆的供牙的个性化导板, 然后将其应用于 ATT 中。观察临床和

放射学结果,分析牙槽外时间、成功率和1年生存率,评估手术的准确性和稳定性[28]。陈嘉民等[29]选取10例需要行ATT手术的患者,将其影像学资料数据导入相应的专业软件中,并设计出数字化导板和3D模型(移植牙)指导牙槽窝预备。

国外2016年对10具部分无牙的人类下颌骨尸体进行了研究[30],将这些尸体的三维数据导入专门的软件,用于分析受体部位的区域并选择供体牙齿。随后,与供体牙齿相一致,设计并3D打印了定制的手术工具和手术引导模板。在手术导板指导下进行牙槽窝预备,并移植供体牙。为了评估计划的供体牙位置与移植的供体牙位置的比较,再次用CBCT系统扫描了下颌骨,并应用软件匹配来衡量手术的准确性。

Abella Sans等[31]也描述了该手术技术,对一名42岁的男子上颌尖牙进行ATT。在翻瓣后,插入了引导下的截骨和根尖切除术的手术导板。这种3D打印的导板使临床医生能够快速、精确地切除弯曲的顶点,为整个囊肿内的受影响尖牙提供无创伤性的拔除。另外还打印了三个用于植入车针的3D手术导板和一个3D复制牙,以预备牙槽窝。最后定位后,将牙齿半硬性夹板固定在相邻的牙齿上。一份病例研究介绍[32]:一名18岁的男性患者接受了右下颌第三磨牙的自体移植,以取代包括右第二磨牙。该手术是通过DICOM文件和颌骨的三维数据集的叠加,以引导种植手术方法为基础。为了在全数字化工作流程的帮助下设计一个3D打印的模板;在手术过程中,为了防止对供体牙的人为损坏,用3D复制品和数字化导板来预备牙槽窝。还一份报告中提到对10名连续的患者采用完整的虚拟规划和多钻轴手术,结合计算机辅助快速原型模型进行治疗。在平均13.1个月的随访时间里,所有移植的牙齿都符合成功的标准[33]。以色列的一位口腔多学科负责人报道:该技术基于计算机三维模拟和指导,可以准确地确定人工牙槽窝的尺寸和相对于牙槽骨边界和邻近牙齿根部的最佳位置。这可以大大简化自体牙移植手术,并且可能提高其成功率并且让更多年轻患者获益[6]。

3. 现状分析

通过国内外研究报道的对比我们发现国内对于在ATT中结合数字化导板来进行人工牙槽窝的预备的报道不是很多,此项技术案例报道大部分都来自国外。随着国内数字化导板在口腔医学中的不断发展,使得此技术可行性得到提高,并且在ATT中人工牙槽窝的预备时引导性的辅助工具太少,仅凭临床医师地经验及有限的技术手段不足以预备出完美的牙槽窝。并且大部分研究证据都只强调了3D打印供体牙齿复制品在牙槽窝预备中的重要性。然后临床上人工牙槽窝预备时三维模型牙的位置和咬合很难与原始设计一致,这就增加了临床医生在牙槽窝预备中的不可控性。数字化导板的应用弥补并丰富了临床医师在牙槽窝预备中的辅助手段,可以通过准确和优化人工牙槽窝的尺寸和方向来提高手术的安全性。

但应该注意的是这项技术仍然存在一些缺陷,即在规划阶段是一个耗时的过程。除了3D打印所需的时间外,进行虚拟手术和为每个病人设计单独的数字化导板需要大量时间,并且对数字化设备的要求很高。并且增加了病人的费用,对病人依从性有较高的要求。并且个别患者治疗的结果可能难以预测,可能会出现炎症性牙根吸收、替代性牙根吸收或临床附着水平丧失等并发症,这需要具体问题具体分析。

4. 总结与展望

ATT是一项严谨而精细的手术,手术的精准和微创体现在各个环节之中,每一个细节都关乎手术的成败。数字化技术的出现与革新,使得数字化导板能够帮助临床医师更好的把控细节,在手术中起到更优化的定位和引导的作用。近些年来数字化技术的不断发展,计算机辅助手术模拟(CASS)已被应用于口腔颌面外科领域,包括自体牙移植。其中人工牙槽窝的预备多年来一直是灰色地带,一直存在着不可控性因素例如:预备窝洞的大小、形态只能单一参照3D供体牙复制品,以及临床医师通过临床经验从CBCT

中获取的解剖形态结构作为引领。数字化导板结合 3D 供牙复制品预备人工牙槽窝会大大提高牙槽窝预备效率以及准确性,减少供牙拟合次数,提高了手术安全性。

综上所述,尽管这项技术术前的设计规划还存在一些缺陷,使得术前评估的效率有待提高,需要更多的专家学者投入精力去不断完善。但数字化导板通过预测术后供牙的位置来辅助引导预备人工牙槽窝,却大大提高了牙槽窝预备的效率和精准度并简化了手术全过程。最重要的是,提高了 ATT 人工牙槽窝预备的可控性及安全性,为临床修复缺失牙提供了一个新的可能、一种新的选择。

参考文献

- [1] 侯锐. 自体牙移植术简介[J]. 中国实用口腔科杂志, 2013, 6(8): 449-452.
- [2] 中华口腔医学会牙及牙槽外科专业委员会. 自体牙移植术规范化操作流程中国专家共识[J]. 中国口腔颌面外科杂志, 2020, 18(5): 390-394.
- [3] Tsukiboshi, M. (2002) Autotransplantation of Teeth: Requirements for Predictable Success. *Dental Traumatology*, **18**, 157-180. <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2002.00118.x>
- [4] 热依沙·阿布都克依木, 姜春雁, 艾力麦尔丹·艾尼瓦尔, 等. 3 种不同时期的牙槽窝行自体牙移植的初步研究[J]. 口腔医学研究, 2021, 37(3): 255-259.
- [5] 邱蔚六. 邱蔚六口腔颌面外科学[J]. 口腔颌面外科杂志, 2008, 18(6): 389-389.
- [6] Shahbazian, M., Jacobs, R., Wyatt, J., et al. (2013) Validation of the Cone Beam Computed Tomography-Based Stereolithographic Surgical Guide Aiding Autotransplantation of Teeth: Clinical Case-Control Study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, **115**, 667-675. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.01.025>
- [7] Girard, A.O., Lake, I.V., Lopez, C.D., et al. (2022) Vascularized Composite Allotransplantation of the Penis: Current Status and Future Perspectives. *International Journal of Impotence Research*, **34**, 383-391.
- [8] Tsukiboshi, M., Andreasen, J.O. and Asai, Y. (2001) Autotransplantation of Teeth. Quintessence Publishing, Tokyo.
- [9] Moin, D.A., Derksen, W., Verweij, J., et al. (2016) A Novel Approach for Computer-Assisted Template-Guided Autotransplantation of Teeth with Custom 3D Designed/Printed Surgical Tooling. An *ex Vivo* Proof of Concept. *Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, **74**, 895-902. <https://doi.org/10.1016/j.joms.2016.01.033>
- [10] Lundberg, T. and Isaksson, S. (1996) A Clinical Follow-Up Study of 278 Autotransplanted Teeth. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **34**, 181-185. [https://doi.org/10.1016/S0266-4356\(96\)90374-5](https://doi.org/10.1016/S0266-4356(96)90374-5)
- [11] Kim, E., Jung, J.Y., Cha, I.H., et al. (2005) Evaluation of the Prognosis and Causes of Failure in 182 Cases of Auto-genous Tooth Transplantation. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, **100**, 112-119. <https://doi.org/10.1016/j.tripleo.2004.09.007>
- [12] Sans, F.A., Ribas, F., Doria, G., et al. (2021) Guided Tooth Autotransplantation in Edentulous Areas Post, Rthodontic Treatment. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, **33**, 685-691.
- [13] Lee, S.J., Jung, I.Y., Lee, C.Y., et al. (2001) Clinical Application of Computer-Aided Rapid Prototyping for Tooth Transplantation. *Dental Traumatology*, **17**, 114-119. <https://doi.org/10.1034/j.1600-9657.2001.017003114.x>
- [14] Keightley, A.J., Cross, D.L., Mckerlie, R.A. and Brocklebank, L. (2010) Autotransplantation of an Immature Premolar, with the Aid of Cone Beam CT and Computer-Aided Prototyping: A Case Report. *Dental Traumatology*, **26**, 195-199. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.2009.00851.x>
- [15] Shahbazian, M., Jacobs, R., Wyatt, J., et al. (2010) Accuracy and Surgical Feasibility of a CBCT-Based Stereolithographic Surgical Guide Aiding Autotransplantation of Teeth: *In Vitro* Validation. *Journal of Oral Rehabilitation*, **37**, 854-859. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2842.2010.02107.x>
- [16] Verweij, J.P., Jongkees, F.A., Moin, D.A., et al. (2017) Autotransplantation of Teeth Using Computer-Aided Rapid Prototyping of a Three-Dimensional Replica of the Donor Tooth: A Systematic Literature Review. *International Journal of Oral & Maxillofacial Surgery*, **46**, 1466-1474. <https://doi.org/10.1016/j.ijom.2017.04.008>
- [17] Hammarström, L., Blomlöf, L. and Lindskog, S. (1989) Dynamics of Dentoalveolar Ankylosis and Associated Root Resorption. *Dental Traumatology*, **5**, 163-175. <https://doi.org/10.1111/j.1600-9657.1989.tb00354.x>
- [18] 郑海洋, 谢倩艺, 卢东晓, 等. 数字化导板技术在临床口腔种植中的应用效果观察[J]. 医学理论与实践, 2022, 35(3): 450-451, 472.
- [19] Schmidt, S.K. and Cleverly, D.G. (2014) Tooth Autotransplantation: An Overview and Case Study. *Northwest Dentistry*, **91**, 29-33.

- [20] 陈春艳, 鲍海宏, 曹志强, 等. 3D 打印技术在颌面部复杂骨折治疗中的应用[J]. 解放军医药杂志, 2015, 27(11): 10-12.
- [21] 王兴, 孟箭, 李志萍, 等. 外放疗联合个体化导板辅助 125I 放射性粒子植入治疗晚期头颈部鳞癌[J]. 中华介入放射学电子杂志, 2016, 4(3): 132-135.
- [22] Hosamuddin, H. (2016) Computer-Assisted Technique for Surgical Tooth Extraction. *International Journal of Dentistry*, **2016**, Article ID: 7484159. <https://doi.org/10.1155/2016/7484159>
- [23] Han, S., Wang, H., Chen, J., *et al.* (2021) Application Effect of Computer-Aided Design Combined with Three-Dimensional Printing Technology in Autologous Tooth Transplantation: A Retrospective Cohort Study. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-711022/v1>
- [24] Shahbazian, M., Jacobs, R., *et al.* (2013) Validation of the Cone Beam Computed Tomography-Based Stereolithographic Surgical Guide Aiding Autotransplantation of Teeth: Clinical Case-Control Study. *Oral Surgery, Oral Medicine, Oral Pathology, Oral Radiology*, **115**, 667-675. <https://doi.org/10.1016/j.oooo.2013.01.025>
- [25] Strbac, G.D., Schnappauf, A., Giannis, K., *et al.* (2016) Guided Autotransplantation of Teeth: A Novel Method Using Virtually Planned 3-Dimensional Templates. *Journal of Endodontics*, **42**, 1844-1850. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2016.08.021>
- [26] van der Meer, W.J., Jansma, J., Delli, K. and Livas, C. (2016) Computer-Aided Planning and Surgical Guiding System Fabrication in Premolar Autotransplantation: A 12-Month Follow Up. *Dental Traumatology*, **32**, 336-340.
- [27] Ashkenazi, M., Shashua, D., *et al.* (2018) Computerized Three-Dimensional Design for Accurate Orienting and Dimensioning Artificial Dental Socket for Tooth Autotransplantation. *Quintessence International*, **49**, 663-671.
- [28] He, W., Tian, K.Y., Xie, X.Y., Wang, E.B. and Cui, N.H. (2018) Computer-Aided Autotransplantation of Teeth with 3D Printed Surgical Guides and Arch Bar: A Preliminary Experience. *PeerJ*, **6**, e5939.
- [29] 陈嘉民, 吴焯, 何聘婷, 等. 计算机虚拟设计辅助自体牙移植牙槽窝的精确预备[J]. 上海口腔医学, 2020, 29(1): 65-68.
- [30] Anssari Moin, D., Verweij, J.P., Waars, H., *et al.* (2017) Accuracy of Computer-Assisted Template-Guided Autotransplantation of Teeth with Custom Three-Dimensional Designed/Printed Surgical Tooling: A Cadaveric Study. *Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, **75**, 925.e1-925.e7.
- [31] Meda, R.G., Sans, F.A., Esquivel, J. and Zufía, J. (2021) Impacted Maxillary Canine with Curved Apex: Three-Dimensional Guided Protocol for Autotransplantation. *Journal of Endodontics*, **48**, 379-387.
- [32] Mena-Lvarez, J., Riad-Deglow, E., Quispe-López, N., Rico-Romano, C. and Zubizarreta-Macho, A. (2020) Technology at the Service of Surgery in a New Technique of Autotransplantation by Guided Surgery: A Case Report. *BMC Oral Health*, **20**, Article No. 99. <https://doi.org/10.1186/s12903-020-01095-6>
- [33] Lucas-Taulé, E., Llaquet, M., Muñoz-Pealver, J., *et al.* (2020) Fully Guided Tooth Autotransplantation Using a Multi-drilling Axis Surgical Stent: Proof of Concept. *Journal of Endodontics*, **46**, 1515-1521. <https://doi.org/10.1016/j.joen.2020.06.017>