综 述

不同备孔方式在低密度骨的应用及其研究进展

杨 湘[1]，谢雨平[1]，周 洁[1]，王 频[2]
1.西南医科大学口腔医学院（泸州 646000）；2.西南医科大学附属口腔医院 修复科（泸州 646000）

【摘 要】随着科学技术的发展，近年来种植体修复缺失牙以其独特的优越性已越来越多地被广大患者及临床医师所接受。大部分学者认为种植体初期稳定性是种植治疗成功的一个很重要的先决条件，特别是在低密度骨中。在种植体初期稳定性的影响因素中，外科手术技术最缺乏科学依据。本文就近年来不同备孔方式对低密度骨种植体初期稳定性的影响作一综述，以期待更好地指导临床应用。

【关键词】备孔方式 低密度骨 初期稳定性
【中图分类号】R783.4 文献标志码 A DOI：10.3969/j.issn.2096-3351.2021.06.019

Application of different drilling techniques in low-density bone and related research advances

YANG Xiang[1], XIE Yu-ping[1], ZHOU Jie[1], WANG Pin[2]
1.*School of Stomatology of Southwest Medical University, Luzhou 646000, China;* 2.*Department of prosthodontics Stomatological Hospital, the Affiliated to Southwest Medical University, Luzhou 646000, China*

【Abstract】 With the development of science and technology, the use of dental implants for the repair of missing teeth has been increasingly accepted by patients and clinicians due to its unique advantages. Most scholars believe that initial stability of implants is an important prerequisite for successful implant therapy, especially in low-density bone. Among the influential factors for initial stability, surgical techniques lack scientific evidence. This article reviews the influence of different drilling techniques on the initial stability of implants in low-density bone in recent years, in order to better guide clinical application.

【Key words】 Drilling technique Low-density bone Initial stability

随着种植技术的快速发展，近几年来，种植牙已成为牙列缺失的常规修复方式之一。种植体治疗的成功建立在有效实现和维持骨整合的基础上，达到种植体的初期稳定性则是成功骨整合的一个很重要的先决条件。初期稳定性是指种植体与宿主骨制备后的窝洞之间形成的固定没有微动。它的影响因素主要包括宿主骨状态、种植体表面特征、手术技术等。目前，已有大量的文献对宿主骨状态、种植体表面特征等影响因素进行系统地阐述，而手术技术最缺乏科学依据。因此，本文就近年来不同备孔方式对低密度骨种植体初期稳定性的影响作一综述。

基金项目：大学生创新创业训练项目（201910722091）
第一作者简介：杨 湘，本科生。
通信作者：王 频，讲师，硕士。E-mail：530287664@qq.com

1 骨挤压式备孔

正确的操作可以提高种植体的初始稳定性,特别是在低密度骨中。骨挤压技术是指在低密度骨中使用不同型号的与种植窝相匹配的钻头逐级挤压牙槽窝,通过挤压增加钻孔周围牙槽骨密度并利用松质骨的弹性扩大种植窝从而增加种植体初期稳定性,最终使种植体顺利植入的方法[1]。

1.1 极差式骨挤压备孔

在正常密度骨中,常规备孔方式即能获得较好的种植体初期稳定性。但在低密度骨中,却较难获得种植体初期稳定性。因此,这种情况下有学者建议可以预备到较常规程序小一号钻时就直接旋入种植体,利用种植体本身大于种植窝直径在旋入时产生的挤压作用获得初期稳定性。一些动物研究[2-3]和临床研究[4]支持使用种植窝直径小于种植体直径的骨挤压技术来提高低密度骨种植体初期稳定性的想法。同样,一些系统综述也表明,在低密度骨中,采用一种使种植窝直径小于种植体直径的钻孔方法可以有效地提高种植体初期稳定性,且此种方法与常规备孔法的预后效果相当[5-7]。但须注意的是,在种植体植入手术期间,过度挤压会使周围骨应力过大,反而不利于种植体初期稳定性的提高。未来的植入系统应更专注于优化的钻孔方案设计,这些设计可以从骨小梁着手来获得稳定性,而不仅仅是压缩皮质骨[8]。总的来说,极差式骨挤压备孔法的确可提高低密度骨种植体初期稳定性,但在中等或较高密度的骨中能否提高种植体初期稳定性目前仍存在争议,未来的研究可集中于较高密度骨中。

1.2 改良骨挤压式备孔——阶梯式备孔

有研究表明,若植体植入过程中对颌骨产生了过大的压缩力,可导致骨坏死[9]。为了避免这种潜在的风险,有学者提出了“阶梯式备孔”的概念,它是指在植体根尖区域的预备不足时,依根颈部标准备孔方法进行[10]。Boustany等[11]的研究发现在低密度骨中采用阶梯式备孔的平均插入扭矩值明显高于常规备孔方法,能获得更好的低密度骨种植体初期稳定性,这与Degidi等[12]的研究结果一致;同样,在模拟II类骨的人工骨上进行的一项研究也表明,与常规备孔方式相比,阶梯式备孔可将种植体初期稳定性提高两倍,但同时也可诱导皮质骨温度升高[13];Bahat[10]对126例接受种植治疗的患者随访3年的一项前瞻性研究也表明采用阶梯式备孔进行种植治疗的患者边缘骨水平在至少3年的随访中是稳定的。总而言之,阶梯式备孔作为骨挤压技术的一种改良技术,对提高低密度骨种植体初期稳定性确实是一种可行的办法,但却很少有牙种植系统采用其作为标准的手术方案[12]。

目前,关于此种阶梯式备孔的有效性研究也比较少。关于阶梯式备孔的阶梯深度比例对低密度骨部位种植体稳定性和周围骨骨质的影响也还不清楚。

1.3 新型骨挤压式备孔——骨致密化备孔

骨致密化备孔技术(osseodensification drilling,OD)是由Huwais在2015年提出的一种新的生物力学骨制备方法。相比于传统骨挤压方式,OD并不是通过种植体对种植窝周围骨进行挤压的方式来提高初期稳定性,而是使用经过特殊锥形设计的钻头(densah burs)向顺时针或逆时针方向逐级扩孔,分别实现骨切削和骨致密化,因而克服了传统骨挤压不能改善种植体周围骨骨量及增强愈合过程等缺点[14-15]。这类钻头有一个切割横刃和一个锥形柄,当以顺时针方向(切割模式)旋转时,钻头以类似于标准的备孔方式去除骨直到所需深度;随后以逆时针方向(致密模式)旋转时,这类经过特殊设计的钻头挤压自体骨,并在钻孔骨壁和底部形成一层坚固而致密的骨组织,从而提高种植体周围骨骨密度和种植体的力学稳定性[16]。事实上,部分研究表明骨致密化备孔技术在低密度骨中确实是一种可以提高种植体插入扭矩值和初期稳定性的新技术,但这些研究大多是非临床的[6,16-19]。骨致密化备孔技术是在动物模型中提高低密度骨种植体初期稳定性的有效方法,但在获得进一步证据之前,尚无法确定种植治疗的长期临床成功率。

2 简化备孔方式——通过减少钻头数量进行种植备孔

逐级备孔法一直以来都被认为是种植备孔的一项常规技术,它主要是通过不断增加钻头直径的方式来进行种植部位的预备,现已被广泛应用于临床。但多个钻头的使用会导致手术时间的延长,钻孔时温度的升高以及长时间的组织暴露导致骨组织愈合潜能降低。因此,为了降低植入部位温度过高所导致的手术风险,有学者提出了一些改进的简化钻孔设计和钻孔技术。

2.1 单钻备孔方式

单钻备孔方式是指仅通过一个钻头来进行种植部位的预备。这种钻头经过特殊的设计，是一种带有四个叶片的锥形柱状钻头，仅使用一次便可在不同类型的骨中预备出种植窝。一些体外研究表明使用单个钻头在Ⅰ类骨上预备种植部位时不会产生比常规钻孔序列更多的热量，且相比于常规序列备孔，使用单钻备孔方式能获得更高的插入扭矩值及种植体稳定性，从而使种植体初期稳定性的显著提高[20-22]。Bettach等[23-24]对使用单钻备孔方式进行种植修复的患者进行了1～3年的随访，案例研究表明使用单钻备孔方式的植体存活率高达98%，且未观察到种植体周围过度的骨丢失及生物或机械并发症的发生，这与Guazzi等[25]的随访观察结果一致。大量研究表明单钻备孔方式在减少备孔时间，降低长时间手术产生的过高温度所带来的骨坏死的风险上确实存在一定的优势，但此种备孔方式也并不是没有缺点存在。使用多钻头序列备孔方式可适当调整备孔方向，年轻医师易于掌握，而单个钻头备孔方式则需更大的精准度。但事实上，在简单种植位点或使用手术导板时，通过多钻头序列备孔调整方向并非必要，因此在Ⅱ类及以下骨质中，简化备孔方法仍值得探索。

2.2 双钻备孔方式

双钻备孔方式是指仅通过导向钻和终末钻进行种植部位的预备，即用导向钻在骨皮质上定点后用常规终末扩孔钻扩至与种植体匹配的直径。研究表明，仅采用导向钻和终末扩孔钻进行种植部位的准备产生了与常规序列备孔相似的骨整合[26-29]，种植体存留率[30]及术中热量[31]。Jimbo等[27]的研究表明相比于传统备孔方式，使用导向钻和终末钻进行种植部位的预备在1周后达到了统计学上较高的骨与种植体接触率（BIC），而在3周及5周后两种备孔方式产生的BIC却并无统计学差异。与之相矛盾的是，Gil等人[32]的研究却表明使用传统备孔方式进行种植部位的预备在术后早期更容易获得统计学上较高的BIC；而Giro等[26]的研究却发现手术后不同时间节点下两种备孔方式产生的BIC并无统计学意义。因此，关于简化备孔方式及传统备孔方式在术后不同时间节点下对植体生物力学稳定性的影响结果目前尚无定论，仍值得更多的研究。另外，必须指出的是，现有的研究结果是有限的，因为备孔方案大多是在单一类型骨上进行操作的，而未对皮质区和小梁区进行独立形态计量学评价。Beutel[33]研究表明即使是相同的种植体设计，在股骨远端和下颌骨仍能检测到形态计量学结果的差异。因此未来的研究应更多集中在确定不同骨类型和骨区域上的最佳钻孔方案。

3 生物学备孔——通过降低钻头转速进行种植备孔

在传统备孔方式中，为了避免热损伤，临床医师在备孔过程中常常使用喷水冷却的方式来防止钻孔周围组织过热。为了进一步改善喷水冷却系统，有学者开始研究转速对产热的影响。生物学备孔就是一种基于生物学标准发展起来的新的备孔方法，该方法是指在喷水冷却条件下首先使用速度为800 rpm的尖端锋利钻头磨开皮质层，然后在无喷水冷却条件下使用速度为50 rpm的逐级扩孔钻进行种植备孔。相比于在喷水冷却条件下使用转速为1 000 rpm～1 500 rpm的逐级扩孔钻进行种植窝预备的传统备孔方式，此种方式在逐级扩孔的过程中钻头均保持低速，并且不用喷水冷却方式。

部分研究表明，生物备孔方式转速小，产热较少，能减小常规备孔方式在术中产生的机械作用和热作用，同时避免冷却剂冲走信号蛋白等在骨再生中起重要作用的可溶性物质，从而保持骨活力[34-35]。但另有部分体外实验表明，生物学备孔和常规备孔在产热方面无明显差异，且均能保持良好的骨细胞活性，术后12个月内所造成的骨丧失程度相似[36-37]。关于转速，Romanos等[38]的实验研究表明，当转速为800 rpm时，植体在致密骨的初期稳定性得到提高；当转速为2 000 rpm时，植体在疏松骨中的初期稳定性得到提高；但另有研究显示，种植部位预备过程中的钻头转速对初期稳定性并没有显著影响[39]。关于喷水量，Sindel等[40-41]对比了不同喷水量对种植术的影响，实验表明，种植术中的产热与喷水量有关但不成正比，在56 mL/min时能提供足够的冷却以减少产热，无需更高的水量，水量不足或无喷水会导致大量骨皮质吸收和种植失败。目前，仅有少部分研究证实这种降低钻头钻速且不用喷水冷却的生物学备孔方式是一种良好的可提高种植体初期稳定性的方法，但这些研究大都不是在低密度骨上进行的。因此，关于术中钻头钻速及喷水量的多少对术中产热量和对低密度骨种植体初期稳定性及骨整合的影响仍需更多研究。

4 小结

综上所述，不同的备孔方式在低密度骨上可产

生不同的初期稳定性,但关于这些备孔方式是否可提高骨整合及种植体生存率目前尚缺乏研究,且对于低密度骨上的最佳备孔方案设计也无统一定论。因此,在不同类型骨上的备孔方案设计及这些备孔方案是否能提高骨整合及种植体生存率仍值得继续研究。

参 考 文 献

[1] 王彬晨, 曲伟栋, 柳忠豪. 骨挤压技术在骨质疏松患者种植领域的研究现状[J]. 中国口腔种植学杂志, 2015, 20(3): 144-146.

[2] Di Stefano DA, Perrotti V, Greco GB, *et al*. The effect of undersizing and tapping on bone to implant contact and implant primary stability: a histomorphometric study on bovine ribs[J]. J Adv Prosthodont, 2018, 10(3): 227-235.

[3] 朱宇驰, 王雨薇, 郭晓东, 等. 不同骨挤压手术设计对种植术后骨改建的影响[J]. 口腔医学研究, 2018, 34(7): 717-720.

[4] Arosio P, Greco GB, Zaniol T, *et al*. Sinus augmentation and concomitant implant placement in low bone-density sites. A retrospective study on an undersized drilling protocol and primary stability[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2018, 20(2): 151-159.

[5] Stocchero M, Toia M, Cecchinato D, *et al*. Biomechanical, biologic, and clinical outcomes of undersized implant surgical preparation: a systematic review[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2016, 31(6): 1247-1263.

[6] El-Kholey KE, Elkomy A. Does the drilling technique for implant site preparation enhance implant success in low-density bone? A systematic review[J]. Implant Dent, 2019, 28(5): 500-509.

[7] Palaskar JN, Joshi N, Shah PM, *et al*. Influence of different implant placement techniques to improve primary implant stability in low-density bone: a systematic review[J]. J Indian Prosthodont Soc, 2020, 20(1): 11-16.

[8] Ikar M, Grobecker-Karl T, Karl M, *et al*. Mechanical stress during implant surgery and its effects on marginal bone: a literature review[J]. Quintessence Int, 2020, 51(2): 142-150.

[9] Bashutski JD, D´Silva NJ, Wang HL. Implant compression necrosis: current understanding and case report[J]. J Periodontol, 2009, 80(4): 700-704.

[10] Bahat O. Technique for placement of oxidized Titanium implants in compromised maxillary bone: prospective study of 290 implants in 126 consecutive patients followed for a minimum of 3 years after loading[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2009, 24(2): 325-334.

[11] Boustany CM, Reed H, Cunningham G, *et al*. Effect of a modified stepped osteotomy on the primary stability of dental implants in low-density bone: a cadaver study[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2015, 30(1): 48-55.

[12] Degidi M, Daprile G, Piattelli A. Influence of stepped osteotomy on primary stability of implants inserted in low-density bone sites: an in vitro study[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2017, 32(1): 37-41.

[13] Abboud M, Delgado-Ruiz RA, Kucine A, *et al*. Multistepped drill design for single-stage implant site preparation: experimental study in type 2 bone[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015, 17(S2): e472-e485.

[14] Delgado-Ruiz R, Gold J, Somohano Marquez T, *et al*. Under-drilling versus hybrid osseodensification technique: differences in implant primary stability and bone density of the implant bed walls[J]. Materials (Basel), 2020, 13(2): 390.

[15] Pai UY, Rodrigues SJ, Talreja KS, *et al*. Osseodensification - a novel approach in implant dentistry[J]. J Indian Prosthodont Soc, 2018, 18(3): 196-200.

[16] Padhye NM, Padhye AM, Bhatavadekar NB. Osseodensification-a systematic review and qualitative analysis of published literature[J]. J Oral Biol Craniofac Res, 2020, 10(1): 375-380.

[17] Lahens B, Neiva R, Tovar N, *et al*. Biomechanical and histologic basis of osseodensification drilling for endosteal implant placement in low density bone. An experimental study in sheep[J]. J Mech Behav Biomed Mater, 2016, 63: 56-65.

[18] Lahens B, Lopez CD, Neiva RF, *et al*. The effect of osseodensification drilling for endosteal implants with different surface treatments: a study in sheep[J]. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2019, 107(3): 615-623.

[19] Huwais S, Meyer EG. A novel osseous densification approach in implant osteotomy preparation to increase biomechanical primary stability, bone mineral density, and bone-to-implant contact[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2017, 32(1): 27-36.

[20] Gehrke SA, Bettach R, Taschieri S, *et al*. Temperature changes in cortical bone after implant site preparation using a single bur versus multiple drilling steps: an in vitro investigation[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015, 17(4): 700-707.

[21] Gehrke SA, Bettach R, Aramburú Júnior JS, *et al*. Peri-implant bone behavior after single drill versus multiple sequence for osteotomy drill[J]. Biomed Res Int, 2018, 2018: 9756043.

[22] Gehrke SA, Guirado JLC, Bettach R, *et al*. Evaluation of the insertion torque, implant stability quotient and drilled hole quality for different drill design: an in vitro investigation[J]. Clin Oral Implants Res, 2018, 29(6): 656-662.

[23] Bettach R, Taschieri S, Boukhris G, *et al*. Implant survival after preparation of the implant site using a single bur: a case series[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015, 17(1): 13-21.

[24] Bettach R, Taschieri S, Mortellaro C, *et al*. Immediate implant placement into fresh extraction sites using single-drilling bur and two loading procedures: follow-up results[J]. J Craniofac Surg, 2018, 29(8): 2135-2142.

[25] Guazzi P, Grandi T, Grandi G. Implant site preparation using a single bur versus multiple drilling steps: 4-month post-loading results of a multicenter randomised controlled trial[J]. Eur J Oral Implantol, 2015, 8(3): 283-290.

[26] Giro G, Tovar N, Marin C, *et al*. The effect of simplifying dental implant drilling sequence on osseointegration: an experimental study in dogs[J]. Int J Biomater, 2013, 2013: 230310.

[27] Jimbo R, Giro G, Marin C, *et al*. Simplified drilling technique does not decrease dental implant osseointegration: a preliminary report[J]. J Periodontol, 2013, 84(11): 1599-1605.

[28] Jimbo R, Janal MN, Marin C, *et al*. The effect of implant diameter on osseointegration utilizing simplified drilling protocols[J]. Clin Oral Implants Res, 2014, 25(11): 1295-1300.

[29] Sarendranath A, Khan R, Tovar N, *et al*. Effect of low speed drilling on osseointegration using simplified drilling procedures[J]. Br J Oral Maxillofac Surg, 2015, 53(6): 550-556.

[30] 王淼, 王婉蓉, 李明炜, 等. 简化钻孔法预备种植窝的临床观察[J]. 中华口腔医学杂志, 2018, 53(6): 404-407.

[31] El-Kholey KE, Ramasamy S, Kumar R S, *et al*. Effect of simplifying drilling technique on heat generation during osteotomy preparation for dental implant[J]. Implant Dent, 2017, 26(6): 888-891.

[32] Gil LF, Sarendranath A, Neiva R, *et al*. Bone healing around dental implants: simplified vs conventional drilling protocols at speed of 400 rpm[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2017, 32(2): 329-336.

[33] Beutel BG, Danna NR, Granato R, *et al*. Implant design and its effects on osseointegration over time within cortical and trabecular bone[J]. J Biomed Mater Res B Appl Biomater, 2016, 104(6): 1091-1097.

[34] Anitua E, Carda C, Andia I. A novel drilling procedure and subsequent bone autograft preparation: a technical note[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2007, 22(1): 138-145.

[35] Chen CH, Coyac BR, Arioka M, *et al*. A novel osteotomy preparation technique to preserve implant site viability and enhance osteogenesis[J]. J Clin Med, 2019, 8(2): 170.

[36] Oh JH, Fang YQ, Jeong SM, *et al*. The effect of low-speed drilling without irrigation on heat generation: an experimental study[J]. J Korean Assoc Oral Maxillofac Surg, 2016, 42(1): 9-12.

[37] Pellicer-Chover H, Peñarrocha-Oltra D, Aloy-Prosper A, *et al*. Comparison of peri-implant bone loss between conventional drilling with irrigation versus low-speed drilling without irrigation[J]. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2017, 22(6): e730-e736.

[38] Romanos GE, Bastardi DJ, Moore R, *et al*. In vitro effect of drilling speed on the primary stability of narrow diameter implants with varying thread designs placed in different qualities of simulated bone[J]. Materials (Basel), 2019, 12(8): 1350.

[39] Almeida KP, Delgado-Ruiz R, Carneiro LG, *et al*. Influence of drilling speed on stability of tapered dental implants: an ex vivo experimental study[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2016, 31(4): 795-798.

[40] Sindel A, Dereci Ö, Hatipo-lu M, *et al*. The effects of irrigation volume to the heat generation during implant surgery[J]. Med Oral Patol Oral Cir Bucal, 2017, 22(4): e506-e511.

[41] Mercan U, Sumer M, Kaya OA, *et al*. An in-vitro study on thermal changes during implant drilling with different irrigation volumes[J]. Niger J Clin Pract, 2019, 22(3): 350-354.

（2020-11-03 收稿）