

[DOI]10.12016/j.issn.2096-1456.2018.08.001

· 专家论坛 ·

经牙槽嵴顶上颌窦底提升术的应用研究进展

满毅

口腔疾病研究国家重点实验室,四川大学华西口腔医院口腔种植科,四川 成都(610041)



【作者简介】 满毅,教授,博士生导师,2007年起在四川大学华西口腔医院工作至今。2010年9月—2012年7月于美国Tufts大学牙学院进行临床工作学习,为clinical instructor;同期在美国哈佛大学麻省总院进行研究学者学习。研究方向为种植体周软硬组织整合及机体相关免疫应答方向;关注口腔种植的数字化发展及多学科结合对患者进行综合评估及治疗。以第一作者或通信作者发表SCI论著21篇。曾获四川大学优秀青年骨干教师、教育部科学技术进步奖,被选为四川省口腔医学会种植专委会候任主任委员。

【摘要】 上颌后牙区由于其缺牙后骨高度往往发生较多吸收且骨密度较低,种植牙时常需要进行上颌窦底提升术。传统观点认为剩余骨高度是影响提升术式的重要因素,经牙槽嵴顶的上颌窦底提升术被认为只能用于剩余骨高度大于4~5 mm的患者中。然而,近年来不断有学者挑战嵴顶提升的剩余骨高度的极限,通过外科器械的改良、临床技术的提高以及先进仪器的使用,使剩余骨高度不再被认为是决定侧壁提升与嵴顶提升的主要条件。本文通过对近年来文献的回顾以及笔者临床操作的感悟,对在重度吸收的上颌后牙区运用经牙槽嵴顶上颌窦底提升术的方法改良进展、操作技巧等方面进行述评。

【关键词】 上颌窦; 提升; 进展; 并发症; 适应证

【中图分类号】 R783 【文献标识码】 A 【文章编号】 2096-1456(2018)08-0477-07

【引用著录格式】 满毅. 经牙槽嵴顶上颌窦底提升术的应用研究进展[J]. 口腔疾病防治, 2018, 26(8): 477-483.

Progress on the study of the transcresal sinus augmentation technique MAN Yi. State Key Laboratory of Oral Diseases, Department of Oral Implantology, West China Hospital of Stomatology, Sichuan University, Chengdu 610041, China

Corresponding author: MAN Yi, Email: manyi780203@126.com, Tel: 0086-20-13308083783

【Abstract】 Transcresal sinus floor augmentation applied for severely atrophic maxilla sinus floor augmentation is frequently performed because of posterior maxilla resorption and low bone density. The traditional perspective is that the residual bone height is a main factor influencing the selection of the augmentation technique and the transcresal technique can only be used when the residual bone height is more than 4-5 mm. However, many researchers have used this technique with lower bone heights because of the development of better surgical instruments and clinical skills. Based on the review of the literature in recent years and the author's understanding of clinical operation, this paper reviews the improvement progress and operation skills of the application of transalveolar ridge top maxillary sinus lift in the severely absorbed maxillary posterior tooth area.

【Key words】 Sinus; Augmentation; Development; Complications; Indication

【收稿日期】 2018-03-02; 【修回日期】 2018-04-23

【基金项目】 国家重点研发计划资助项目(2016YFC1102705/2016YFC1102700)

【通信作者】 满毅,教授,博士, Email: manyi780203@126.com

近年来,在上颌后牙区萎缩牙槽嵴植入骨内种植体成为越来越多患者的选择^[1]。造成上颌后牙区牙槽骨吸收的原因主要有牙缺失后牙槽嵴顶和上颌窦底的破骨细胞活跃,导致牙槽骨从窦底与牙槽嵴顶的双向吸收;呼吸产生的负压,导致上颌窦气化等^[2]。这些原因导致上颌后牙区剩余骨高度往往不足以植入常规种植体,Shanbhag等^[3]关于上颌第二前磨牙、第一磨牙、第二磨牙区牙槽骨垂直高度的CBCT测量数据的研究显示,上颌第二前磨牙缺失区剩余骨高度 ≤ 4 mm的患者占13.7%;第一磨牙缺失区剩余骨高度 ≤ 4 mm的患者占46.9%;第二磨牙缺失区剩余骨高度 ≤ 4 mm的患者占48.9%。有研究在一项回顾性研究中发现,在上颌后牙区的种植病例中有54.2%需要进行上颌窦底提升术^[4]。上颌窦底提升术同期植入种植体目前已被广泛运用并被证实有着较高的远期种植体成功率^[5]。然而,对于患者术前剩余骨高度对上颌窦底提升术式选择的影响,目前仍存在一定争议。

1 上颌窦底提升术常见方法及优缺点

上颌窦底提升术由入路及手术方法的不同主要有两种方案:上颌窦侧壁开窗窦底提升术和经牙槽嵴顶上颌窦底提升术。

1.1 上颌窦侧壁开窗窦底提升术

Tatum等^[6]在1986年提出了上颌窦侧壁开窗植骨术,操作为在直视情况下分离上颌窦底黏膜,在上颌窦底黏膜与骨板间填入骨替代材料来增加牙槽骨的高度,满足种植体植入的需要。近年来,侧壁开窗法在开骨窗的方法、骨窗的制备形态以及填入骨替代材料的方法等方面都有了新的改良:开骨窗的方法有完全开窗法、不完全开窗法以及骨板磨除法,骨板磨除法是指用钻针完全磨去开窗区域的骨壁,为剥离窦底黏膜提供较大的操作空间,利于防止黏膜的损伤;骨窗形态的制备由早期的方形改良为圆形或椭圆形以避免尖锐的骨窗边角;近年来为减小创伤以及降低窦底黏膜穿孔率,医生可采用气球撑膜法,用注射型骨替代材料进行骨增量^[7-8]。侧壁开窗法的主要优点有术者可在直视下进行操作,可有效避免窦底黏膜穿孔、剥离黏膜的范围较广因而提升高度较大;缺点为患者损伤较大、术后反应较重且愈合时间较长。

1.2 经牙槽嵴顶上颌窦底提升术

1994年Summers等^[9]首次提出骨凿法:经牙槽

嵴顶用钻针预备同时挤压周围牙槽骨,至窦底1~2 mm,骨挤压器向上敲击,窦底出现青枝骨折后折片向上移位,继而植入骨替代材料,提升高度。近年来,为更有效地提升窦底黏膜、保护窦底黏膜在提升过程中不穿孔,嵴顶提升术在预备突破窦底骨皮质的手术外科器械、用于剥离窦底黏膜的方法以及新型器材如内窥镜的使用方面都有十分迅速的发展。嵴顶法的主要优点有创伤较小、接受度较高,手术操作简化,缩短愈合时间;传统观念认为其缺点有未能在直视下进行操作,易发生窦底黏膜穿孔,提升高度有限。

2 患者剩余骨高度对上颌窦底提升术式选择的影响

2.1 传统观点:骨高度较低时应选择侧壁提升法

Qian等^[10]早期提出按照剩余骨高度的分类进行种植方案的选择:当剩余骨高度 ≥ 10 mm时,采用常规方法植入种植体;当剩余骨高度在7~9 mm之间时,可采用经牙槽嵴顶上颌窦底提升术同期植入种植体;当剩余骨高度在4~6 mm之间时,采用侧壁开窗法同期或延期植入种植体;当剩余骨高度 < 4 mm时,多采用侧壁开窗延期植入种植体。Tan等^[11]纳入19篇随访时间为3年以上的嵴顶提升相关研究,进行meta分析得出嵴顶提升植入种植体的3年以上存活率随着剩余骨高度的降低而减小,他建议嵴顶提升法的适应症应为剩余骨高度在6 mm以上。Pjetursson等^[1]在近年发表的综述评价中发现,当剩余骨高度 ≥ 5 mm时,种植体存活率为96%~100%,当剩余骨高度 < 5 mm时,种植体存活率降至85.7%~91.3%,因此提出5 mm为选择侧壁提升或者嵴顶提升的剩余骨高度分界值。此外,多项研究也提出剩余骨高度在4~5 mm以上选择嵴顶提升法是较为预期的^[12-14]。Zill等^[15]在一项回顾性研究中发现,当剩余骨高度上升1 mm,种植体的存活率将增加1.6倍。

研究认为在剩余骨高度不足的上颌后牙区运用经牙槽嵴顶上颌窦底提升术造成种植体存活率较低的原因主要有:①当剩余骨高度较低时,种植体只有冠方部分面积与剩余骨组织发生接触,相较于剩余骨高度较高的牙槽骨,骨组织-种植体接触面积减小,从而可能降低种植体植入时初期稳定性,使种植体存活率下降^[10];②当剩余骨高度减小时,种植体突入上颌窦内部分增多,造成上颌窦底黏膜张力增加,易加大窦底黏膜穿孔的风险从

而影响种植体存活率^[16];③普遍认为经牙槽嵴顶上颌窦底提升术的手术视野有限,剥离黏膜的范围有限,因而通常提升高度在3 mm左右^[17]。

2.2 研究进展:嵴顶提升适应症的扩大

另一方面,也有部分研究支持将经牙槽嵴顶上颌窦底提升术应用于剩余骨高度在4 mm及以下的上颌后牙区之中。早期,Winter等^[18]发表了临床试验研究,在上颌后牙区平均剩余骨高度为2.87 mm的患者中运用嵴顶法植入58枚种植体,负载22个月后种植体成功率为91.4%。Gonzalez等^[19]报道,在研究中纳入上颌后牙区剩余骨高度为2~4 mm患者,行嵴顶提升术后同期植入种植体,术后黏膜平均提升8.76 mm,平均随访29.7个月后,种植体成功率为100%。此外,Nedir等^[20-22]也在一系列临床研究中报道将骨凿法应用于剩余骨高度在少于5 mm的患者中取得了良好的临床效果。Gu等^[23]在随访时间为5年,患者剩余骨高度为 (2.81 ± 0.74) mm的临床研究中发现,种植体5年存活率达94.6%,种植体稳定系数(implant stability quotient, ISQ)在67.8~72.8。Corbella等^[24]也认为剩余骨高度对于种植体的3年随访存活率没有影响。

有学者针对不同剩余骨高度的上颌后牙槽骨进行了试验,探究种植体的初期稳定性是否与剩余骨高度有关。在Pommer等^[25]的临床队列研究中,用植入扭矩(insertion torque value, ITV)、ISQ作为评价种植体植入稳定性的指标。将种植体植入于不同骨高度(2~6 mm)的人上颌骨后牙区中,发现ITV、ISQ的大小在不同骨高度的数值并无统计学差异,并提出影响种植体初期稳定性的主要因素可能是骨密度而并非是剩余骨高度;得出同样研究结果的还有Qian等^[10],该研究在39位患者的上颌后牙区植入46枚种植体,患者的剩余骨高度(residual bone height, RBH)分别为 $2 \text{ mm} \leq \text{RBH} < 4 \text{ mm}$ 、 $4 \text{ mm} \leq \text{RBH} < 6 \text{ mm}$ 、 $6 \text{ mm} \leq \text{RBH} < 8 \text{ mm}$,3组患者的种植体植入初期稳定性并无统计学差异,统计分析剩余骨高度与种植体稳定系数无相关性,作者认为种植体的初期稳定性可能与种植体周围皮质骨的厚度更有密切关系,而与整体的牙槽骨高度无明显关系。对于嵴顶法的提升高度,只要剥离窦底黏膜充分,足够将黏膜提升至适当高度。在种植体植入之后1年,种植体根方的骨替代材料将有所吸收,但对于抵抗咬合力量是足够的^[22]。Park等^[26]探究了窦底提升后种植体在骨

替代材料中的高度和剩余骨高度的比值,与种植体的边缘骨吸收有无相关性。研究纳入了42位剩余骨高度小于5 mm的患者,负载1年后发现种植体的边缘骨吸收与其在骨替代材料和剩余骨高度的比值无相关性。此外,Von等^[27]对比了剩余骨高度 $> 4 \text{ mm}$ 与剩余骨高度 $< 4 \text{ mm}$ 的患者进行嵴顶提升术中的窦底黏膜穿孔的发生率,发现差异无统计学意义。临床中,上颌窦底黏膜穿孔可能发生在侧壁提升或者嵴顶提升术中,剩余骨高度并不是影响其发生率的主要因素,而手术医师的操作熟练程度、手术过程中剥离窦底黏膜的力度是影响的主要因素^[28]。

3 经牙槽嵴顶上颌窦底提升方法的发展

3.1 手术提升器械的改良发展

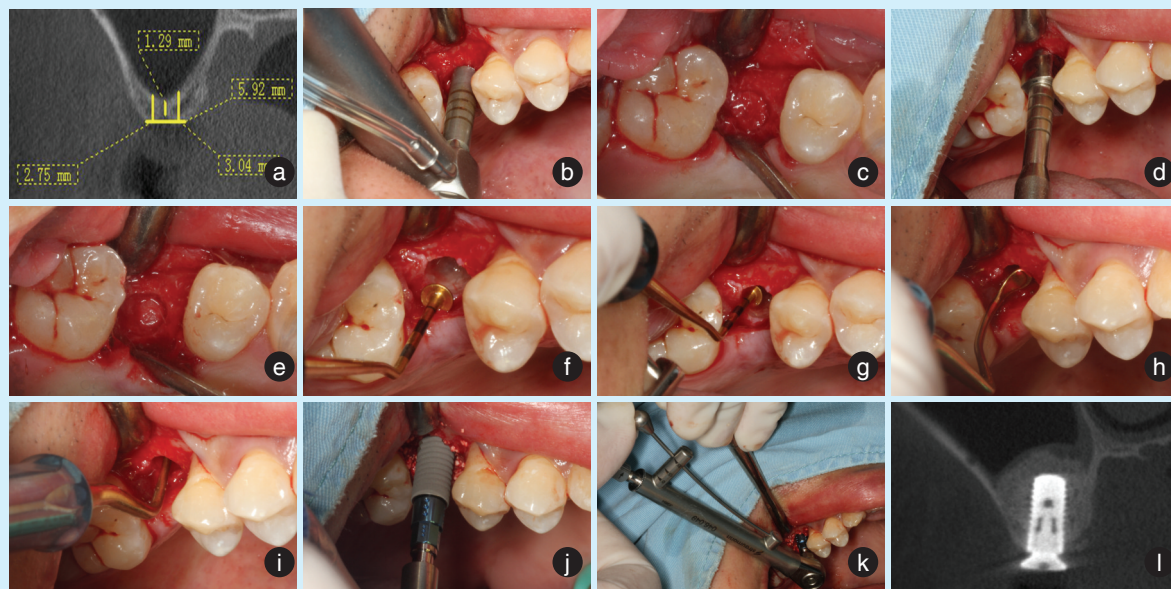
Trombelli等^[29]设计了用于提升上颌后牙区萎缩牙槽嵴的一套手术器械,其中包括锥形定位钻,种植体引导钻、种植体引导骨凿、放射指示平行杆等系列器械,所有的器械均配有相应的止动环,如此可防止钻针突入窦腔内,破坏窦底黏膜的完整性。他将这套器械运用于剩余骨高度在2~3 mm的患者中,取得了良好的成骨效果。同样采用止动环设计的还有CAS-KIT(crestal approach sinus Kit)工具盒和DASK(dentium advanced sinus kit)工具盒,其钻针在顶端均采用了非侵入式设计,同时结合止动环的使用,以增加对窦底黏膜的保护。

3.2 窦底提升方法的改良

Ahn等^[30]用顶端独特设计的绞刀进行窦底皮质骨的突破及窦底黏膜的初剥离,该绞刀突破窦底皮质骨后,缓慢抬升黏膜,且由于其切割刃之间的成角设计,窦底黏膜与绞刀顶端未发生接触,从而保护黏膜完整性。他对98位剩余骨高度小于4 mm的患者进行了嵴顶提升,2年随访成功率为92.7%。Teng等^[31]提出了改良环钻嵴顶提升技术(图1),使用环钻预备至窦底下1 mm左右,敲击骨块进入窦腔内,提升窦底黏膜。将该技术运用于剩余骨高度在0.96~4.96 mm的患者中,1年随访种植体成功率为100%。此外,球囊技术、超声液压技术近年来也有报道用于牙槽嵴重度萎缩的上颌后牙区中。

3.3 提升手术辅助仪器的使用

鼻窦内窥镜近年被运用于种植手术中,在行嵴顶提升术中,结合鼻窦内窥镜的视野,可在提升黏膜的同时观察窦底黏膜的变化,提高手术的安



a: 术前剩余骨高度不足 2 mm, 但双层皮质骨存在; b: 环钻预备至窦底下约 1 mm; c: 环钻预备之后; d: 带止动环的骨凿突破窦底; e: 可见骨块被抬起; f~g: 伞状剥离器械剥离黏膜; h~i: 匙状剥离器械剥离黏膜; j~k: 植骨之后植入种植体; l: 术后 CBCT。

图 1 改良环钻法应用于重度吸收牙槽骨中

Figure 1 Modified trephine technique applied in patients with a severely atrophic maxilla

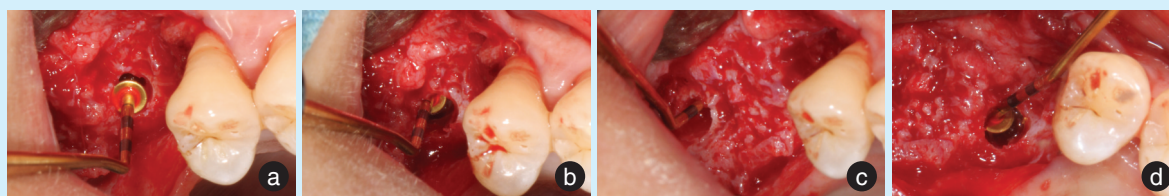
全性^[32]。Matern 等^[33]将鼻窦内窥镜与 CT 实时引导相结合,对剩余骨高度不足 5 mm 的患者进行了微创的上颌窦底提升技术,在平均 45 min 的操作时间内将窦底黏膜提升了 12 mm。目前认为将窦底黏膜提升至种植体底端 2 mm 左右较为合适。

4 经牙槽嵴顶上颌窦底提升术运用于重度骨吸收上颌后牙区的手术技巧

对于手术器械的选择,尽量选择尖端无侵入性的钻针,且结合止动环使用。由于上颌窦底由双侧骨皮质构成,当钻针预备窦底骨皮质层时,钻针阻力可能增大,此时应降低钻针转速便于感受钻针阻力大小。用手用器械对窦底黏膜进行剥离时,伞状或者匙状剥离器械不能脱离骨面或者深入窦腔内超过 1 mm。剥离动作应轻柔,向颊侧、腭侧、近中、远中充分剥离(图 2),术者应在剥离过程中感受窦底黏膜的阻力,若阻力消失,则可能窦底黏膜出现穿孔。上颌窦底提升术是一项需要医师不断累积经验才能提高的技术,提升的范围以及手术的操作时间都会因为术者的经验不同而改变^[34]。在临床操作中,由于剩余骨高度的有限,因此对剥离器械的阻挡也相应较小,剥离器械可与

种植窝洞长轴呈一定的倾斜角度,剥离的范围根据所需要提升的高度而定。在上颌窦底与牙槽嵴顶双层皮质骨中放入种植体时,种植体与皮质骨之间的挤压卡抱是提供初期稳定性的主要来源之一。通常,可根据骨密度的不同,将种植窝洞直径预备至比种植体小 0.5~1.5 mm 左右。同时,对于重度骨吸收的上颌后牙区,在种植体的选择上可倾向于植体颈部稍膨大的设计。Nedir 等^[22]在剩余骨高度不足 4 mm 的患者中植入了颈部较粗且有光滑颈缘的种植体,他认为将种植体的光滑颈缘暴露在牙槽骨冠方 0.5~1 mm 有利于充分利用剩余的皮质骨,以助于增加种植体的初期稳定性。而对于在重度骨吸收的上颌骨中,窦底与牙槽嵴顶皮质骨的连续完整性是种植体成功的关键。

当进行术前检查时,有时可能发现上颌窦囊肿存在。上颌窦囊肿可分为 3 类:上颌窦黏液囊肿、上颌窦潴留性囊肿及假性囊肿^[35]。黏液囊肿被认为可能侵犯上颌窦骨壁,需要将其摘除后再进行上颌窦底提升术;潴留性囊肿一般体积较小,无需做特殊处理^[36-37]。假性囊肿在影像学中可表现为球形或半球形不透光影像,边界清楚,常无明显临床症状。临床中对假性囊肿有三种处理方



a: 伞状剥离器械紧贴骨壁进入; b: 紧贴骨壁向四周剥离; c: 剥离器械进入不超过1 mm的深度; d: 剥离器应充分向各个方向剥离。

图2 伞状剥离器械剥离黏膜

Figure 2 Detachment of the sinus mucosa using hand instruments

法:摘除囊肿延期上颌窦底提升;摘除囊肿同期上颌窦底提升;保留囊肿上颌窦底提升。Chiapasco等^[38]认为,当上颌窦假性囊肿较小时,可保留囊肿直接提升窦底;当囊肿体积超过上颌窦容积的1/3时,直接提升可能增加窦底黏膜穿孔的风险且导致上颌窦容积进一步减小,影响窦口通气,因此建议行侧壁开窗,摘除囊肿,同期或延期植入种植体。当进行保留囊肿同期嵴顶提升时,应在术前对患者局部的CBCT进行仔细的观察,判断囊肿的范围,在剥离窦底黏膜时提升的力量应既能使黏膜与周围骨壁分离,同时又避免力量过大导致黏膜撕裂或穿孔。由于剩余骨高度的有限,在植入种植体时,可添加生长因子辅助种植体与骨整合。Kanayama等^[16]在剩余骨高度小于5 mm的患者中运用嵴顶提升术后,在窦底黏膜下方放入富血小板纤维蛋白(platelet-rich-fibrin)之后植入种植体。他认为富血小板纤维蛋白可以增加窦底黏膜中细胞的成骨能力,同时也可对窦底黏膜起缓冲保护作用。然而,Lin等^[39]在meta分析中纳入了6篇研究BMP-2蛋白对上颌窦底提升前后上颌窦内成骨效果的影像学结果和组织学结果的随机对照试验,结果发现BMP-2蛋白并没有显著提升窦内成骨。Brockmeyer等^[40]将人重组生长分化因子(recombinant human growth and differentiation factor-5, rhGDF-5)与 β -磷酸三钙结合应用于动物体内,发现可以提高上颌窦底提升后的成骨效果。目前,关于生长因子在上颌窦底提升中是否有效促进成骨尚存在争议。

5 术中上颌窦底黏膜穿孔对种植体存活率影响及处理

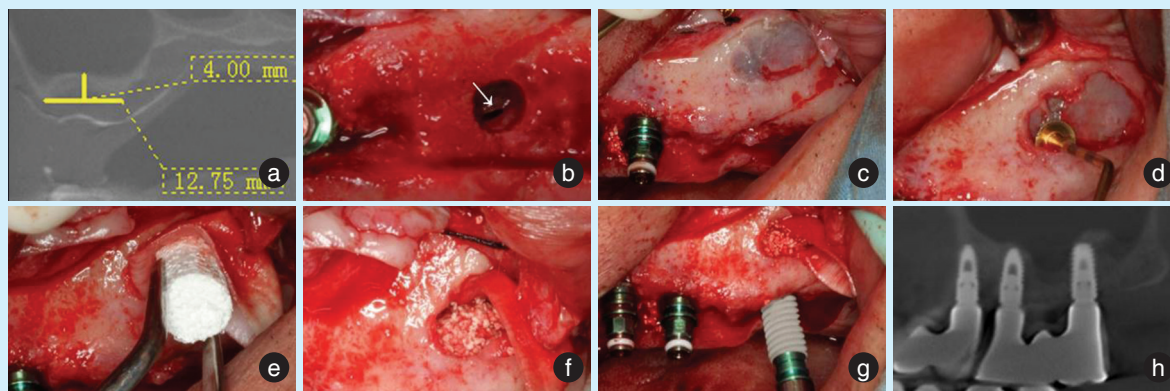
在上颌窦底提升术中,窦底黏膜穿孔是术中最常见的并发症,且发生率为0%~21.4%^[1]。有研究

分析了穿孔发生率与患者的年龄、性别、吸烟史、剩余骨高度等因素的相关性,认为上颌窦底出现分隔、吸烟会增加窦底黏膜穿孔的风险^[41]。目前,对于上颌窦底黏膜穿孔是否影响植入种植体的临床效果尚有争议。Geminiani等^[42]认为上颌窦底黏膜穿孔并不影响种植体的临床使用效果。但多数研究认为穿孔可能会影响种植体的存活率^[1,16]。当出现窦底黏膜穿孔需要进行修补时,可使用组织纤维蛋白粘接剂(tissue fibrin glue)或者生物胶原膜进行修补^[1]。有学者认为当穿孔<5 mm时,可直接用胶原膜修补;当穿孔>5 mm时,应结合缝合技术或应用粘接剂进行修补^[43](图3)。

6 影响经嵴顶提升成功的相关因素

影响上颌窦底嵴顶提升法的因素除包括患者自身上颌窦解剖因素、患者系统疾病情况外,还与患者的吸烟情况以及种植体是否即刻负重有关。有研究认为当嵴顶提升之后,种植体初期稳定性良好且未进行植骨时,可对其进行即刻负载^[44]。笔者认为当提升高度不多且种植体初期稳定性良好时可进行即刻负载;当提升高度较大且植入较多骨替代材料时建议将种植体进行埋植式愈合。关于吸烟对于上颌窦底嵴顶提升的成功率的影响目前存在一定争议。在Pjetursson等^[28]分析了5篇研究吸烟对于上颌窦底提升后种植体的存活率影响的文章,其中,吸烟组的种植体失败率为3.5%,非吸烟组的种植体失败率为1.9%,但两组间差异无统计学意义。为减小患者术后的不适感,整个手术过程应微创,避免窦底黏膜的破损。患者在术后应注意休息,避免剧烈运动以及擤鼻涕、打喷嚏等动作。当使用了骨替代材料时,建议患者术后服用抗生素如阿莫西林5~7 d^[1]。

随着外科器械的不断改良及医师临床技术的



a: 患者术前 CBCT; b: 嵴顶提升时可见黏膜穿孔(白色箭头); c ~ d: 改行侧壁提升进行修补; e ~ f: 植入胶原膜和骨替代材料; g: 植入种植体; h: 术后 15 个月 CBCT。

图3 用胶原膜修补窦底黏膜穿孔

Figure 3 Repair of the sinus mucosa perforation using a collagen membrane

不断提高,对采用嵴顶提升法的上颌后牙区骨高度重度吸收的患者的植牙成功率将会越来越高,手术亦更加微创、精确。

参考文献

- [1] Pjetursson BE, Lang NP. Sinus floor elevation utilizing the transalveolar approach[J]. Periodontol 2000, 2014, 66(1): 59-71.
- [2] Nedir R, Nurdin N, El Hage M, et al. Osteotome sinus floor elevation procedure for first molar single-gap implant rehabilitation: a case series[J]. Implant Dent, 2014, 23(6): 760-767.
- [3] Shanbhag S, Karnik P, Shirke PA. Cone-beam computed tomographic analysis of sinus membrane thickness, ostium patency, and residual ridge heights in the posterior maxilla: implications for sinus floor elevation[J]. Clin Oral Implants Res, 2014, 25(6): 755-760.
- [4] Seong WJ, Barczak M, Jung J, et al. Prevalence of sinus augmentation associated with maxillary posterior implants[J]. J Oral Implantol, 2013, 39(6): 680-688.
- [5] Starch-Jensen T, Jensen JD. Maxillary sinus floor augmentation: a review of selected treatment modalities[J]. J Oral Maxillofac Res, 2017, 8(3): 1-13.
- [6] Tatum H Jr. Maxillary and sinus implant reconstructions[J]. Dent Clin North Am, 1986, 30: 207-229.
- [7] Stacchi C, Vercellotti T, Toschetti A, et al. Intraoperative complications during sinus floor elevation using two different ultrasonic approaches: a two-center, randomized, controlled clinical trial[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2015, 17(1): 117-125.
- [8] 满毅,袁珊珊,赵磊,等. 上颌窦提升术的历史、现状和发展[J]. 国际口腔医学杂志, 2014, 41(6): 621-627.
- [9] Summers RB. A new concept in maxillary implant surgery: the osteotome technique[J]. Compendium, 1994, 15(2): 152, 154.
- [10] Qian SJ, Gu YX, Mo JJ, et al. Resonance frequency analysis of implants placed with osteotome sinus floor elevation in posterior maxillae[J]. Clin Oral Implants Res, 2016, 27(1): 113-119.
- [11] Tan WC, Lang NP, Zwahlen M, et al. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation. Part II: transalveolar technique[J]. J Clin Periodontol, 2008, 35(8 Suppl): 241-254.
- [12] Al-Dajani M. Recent trends in sinus lift surgery and their clinical implications[J]. Clin Implant Dent Relat Res, 2016, 18(1): 204-212.
- [13] Si MS, Shou YW, Shi YT, et al. Long-term outcomes of osteotome sinus floor elevation without bone grafts: a clinical retrospective study of 4-9 years[J]. Clin Oral Implants Res, 2016, 27(11): 1392-1400.
- [14] Calin C, Petre A, Drafta S. Osteotome-Mediated sinus floor elevation: a systematic review and meta-analysis[J]. Inter J Oral Maxillo Implants, 2014, 29(3): 558-576.
- [15] Zill A, Precht C, Beck-Broichsitter B, et al. Implants inserted with graftless osteotome sinus floor elevation - A 5-year post-loading retrospective study[J]. Eur J Oral Implantol, 2016, 9(3): 277-289.
- [16] Kanayama T, Horii K, Senga Y, et al. Crestal approach to sinus floor elevation for atrophic maxilla using platelet-rich fibrin as the only grafting material: a 1-year prospective study[J]. Implant Dent, 2016, 25(1): 32-38.
- [17] Sul SH, Choi BH, Li JX, et al. Effects of sinus membrane elevation on bone formation around implants placed in the maxillary sinus cavity: an experimental study[J]. Oral Sur Oral Med Oral Pathol Oral Radiol Endod, 2008, 105(6): 684-687.
- [18] Winter AA, Pollack AS, Odrieh RB. Placement of implants in the severely atrophic posterior maxilla using localized management of the sinus floor: a preliminary study[J]. Int J Oral Maxillofac Implants, 2002, 17(5): 687-695.

- [19] Gonzalez S, Tuan MC, Ahn KM, et al. Crestal approach for maxillary sinus augmentation in patients with ≤ 4 mm of residual alveolar bone[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2014, 16(6): 827-835.
- [20] Nedir R, Bischof M, Vazquez L, et al. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting material: 3-year results of a prospective pilot study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2009, 20(7): 701-707.
- [21] Nedir R, Nurdin N, Vazquez L, et al. Osteotome sinus floor elevation technique without grafting: a 5-year prospective study[J]. *J Clin Periodontol*, 2010, 37(11): 1023-1028.
- [22] Nedir R, Nurdin N, Khoury P, et al. Osteotome sinus floor elevation with and without grafting material in the severely atrophic maxilla. A 1-year prospective randomized controlled study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2013, 24(11): 1257-1264.
- [23] Gu YX, Shi JY, Zhuang LF, et al. Transalveolar sinus floor elevation using osteotomes without grafting in severely atrophic maxilla: a 5-year prospective study[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2016, 27(1): 120-129.
- [24] Corbella S, Taschieri S, Del Fabbro M. Long-term outcomes for the treatment of atrophic posterior maxilla: a systematic review of literature[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2015, 17(1): 120-132.
- [25] Pommer B, Hof M, Fädler A, et al. Primary implant stability in the atrophic sinus floor of human cadaver maxillae: impact of residual ridge height, bone density, and implant diameter[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2014, 25(2): e109-e113.
- [26] Park CH, Lee DW, Yun JH, et al. Effect of ratio of residual alveolar bone to graft material in contact with fixture surface on marginal bone loss of implants in augmented maxillary sinuses: a 1-Year retrospective study[J]. *Implant Dent*, 2017, 26(1): 80-86.
- [27] Von Arx T, Fodich I, Bornstein MM, et al. Perforation of the sinus membrane during sinus floor elevation: a retrospective study of frequency and possible risk factors[J]. *Int J Oral Maxillo Implants*, 2014, 29(3): 718-726.
- [28] Pjetursson BE, Tan WC, Zwahlen M, et al. A systematic review of the success of sinus floor elevation and survival of implants inserted in combination with sinus floor elevation[J]. *J Clin Periodontol*, 2008, 35(8 Suppl): 216-240.
- [29] Trombelli L, Franceschetti G, Trisi P, et al. Incremental, transcrestal sinus floor elevation with a minimally invasive technique in the rehabilitation of severe maxillary atrophy. Clinical and histological findings from a proof-of-concept case series[J]. *J Oral MaxilloSur*, 2015, 73(5): 861-888.
- [30] Ahn SH, Park EJ, Kim ES. Reamer-mediated transalveolar sinus floor elevation without osteotome and simultaneous implant placement in the maxillary molar area: clinical outcomes of 391 implants in 380 patients[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2012, 23(7): 866-872.
- [31] Teng MH, Liang X, Yuan Q, et al. The inlay osteotome sinus augmentation technique for placing short implants simultaneously with reduced transcrestal bone height: a short-term follow-up[J]. *Clin Implant Dent Related Res*, 2013, 15(6): 918-926.
- [32] Abu-Ghanem S, Kleinman S, Horowitz G, et al. Combined maxillary sinus floor elevation and endonasal endoscopic sinus surgery for coexisting inflammatory sinonasal pathologies: a one-stage double-team procedure[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2015, 26(12): 1476-1481.
- [33] Matern JF, Keller P, Carvalho JA, et al. Radiological sinus lift: a new minimally invasive CT-guided procedure for maxillary sinus floor elevation in implant dentistry[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2016, 27(3): 341-347.
- [34] Franceschetti G, Trombelli L, Minenna L, et al. Learning curve of a minimally invasive technique for transcrestal sinus floor elevation: a split-group analysis in a prospective case series with multiple clinicians[J]. *Implant Dent*, 2015, 24(5): 517-526.
- [35] Cortes AR, Correa L, Arita ES. Evaluation of a maxillary sinus floor augmentation in the presence of a large antral pseudocyst[J]. *J Craniofac Surg*, 2012, 23(6): e535-e537.
- [36] Costa F, Emanuelli E, Robiony M, et al. Endoscopic surgical treatment of chronic maxillary sinusitis of dental origin[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2007, 65(2): 223-228.
- [37] Felisati G, Chiapasco M, Lozza P, et al. Sinonasal complications resulting from dental treatment: outcome-oriented proposal of classification and surgical protocol[J]. *Am J Rhinol Allergy*, 2013, 27(4): e101-e106.
- [38] Chiapasco M, Palombo D. Sinus grafting and simultaneous removal of large antral pseudocysts of the maxillary sinus with a micro-invasive intraoral access[J]. *Int J Oral Maxillofac Surg*, 2015, 44(12): 1499-1505.
- [39] Lin GH, Lim G, Chan HL, et al. Recombinant human bone morphogenetic protein 2 outcomes for maxillary sinus floor augmentation: a systematic review and meta-analysis[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2016, 27(11): 1349-1359.
- [40] Brockmeyer P, Lange K, Hahn W, et al. Increase of homogenous new bone formation using osteoinductive factor rhGDF-5 during sinus floor augmentation in Goettingen Minipigs[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2015, 26(11): 1321-1327.
- [41] Schwarz L, Schiebel V, Hof M, et al. Risk factors of membrane perforation and postoperative complications in sinus floor elevation surgery: review of 407 augmentation procedures[J]. *J Oral Maxillofac Surg*, 2015, 73(7): 1275-1282.
- [42] Geminiani A, Tsigarida A, Chochlidakis K, et al. A meta-analysis of complications during sinus augmentation procedure[J]. *Quintessence Int (Berl)*, 2017, 48(3): 231-240.
- [43] Becker ST, Terheyden H, Steinriede A, et al. Prospective observation of 41 perforations of the schneiderian membrane during sinus floor elevation[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2008, 19(12): 1285-1289.
- [44] Cricchio G, Imburgia M, Sennerby L, et al. Immediate loading of implants placed simultaneously with sinus membrane elevation in the posterior atrophic maxilla: a two-year follow-up study on 10 patients[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2014, 16(4): 609-617.

(编辑 罗燕鸿, 曾曙光)