译文

上颌窦提升过程中的膜穿孔：常见及可能的风险因素的回顾性研究

Perforation of the Sinus Membrane During Sinus Floor Elevation: A Retrospective Study of Frequency and Possible Risk Factors

Thomas von Arx, Ivo Fodich, Michael M. Bornstein, Simon S. Jensen

原载 Int J Oral Maxillofac Implants, 2014, 29: 718–726.（英文）

周文娟 译 柳忠豪 审

摘 要

目的：分析上颌窦提升过程中上颌窦黏膜穿孔的概率，并评估其可能的风险因素。**材料和方法**：对77例行侧壁开窗上颌窦底提升的病例进行回顾性分析。通过临床及X线片评价影响上颌窦黏膜穿孔的潜在风险，并将研究分为3组：患者相关性因素（年龄、性别、吸烟史），手术相关性因素（手术程序、部位、区域、位点、技术），上颌窦相关性因素（上颌窦间隔有无及高度，剩余牙槽嵴高度，上颌窦外侧壁的厚度，上颌窦腔的大小，上颌窦黏膜的厚度及状态）。**结果**：上颌窦黏膜穿孔率在下列几项因素中显示出至少10%的差异：吸烟者（46.2%）VS不吸烟者（23.4%），同期种植（32%）VS分阶段种植（18.5%），前磨牙－磨牙混合位点（41.2%）VS前磨牙位点（16.7%）VS磨牙位点（26.2%），有上颌窦间隔（42.9%）VS无上颌窦间隔（23.8%），剩余牙槽嵴高度≤4mm（34.2%）VS剩余牙槽嵴高度＞4mm（20.5%）。除了剩余牙槽嵴高度外，其余参数同样显示出OR值大于2，但是无统计学差异。**结论**：本研究显示上颌窦侧壁开窗行上颌窦提升中，不存在导致上颌窦黏膜穿孔风险增加的因素。

关键词 放射线分析；回顾性分析；风险因素；上颌窦提升；上颌窦黏膜

译者单位 山东省滨州医学院附属烟台市口腔医院
烟台市芝罘区北大街142号 264008

1 引言

上颌窦提升术(SFE)自20世纪70年代后期由Tatum提出以来，逐步推出了一系列技术，包括侧壁开窗技术，穿牙槽嵴提升术。SFE过程作为种植治疗中的标准程序，已经被文献证实具有较好的种植体长期(≥5年)存活率/成功率。SFE适用于萎缩的上颌后牙区，为种植体提供长期的骨支持，可在种植体植入前进行或种植体植入时同期进行。尽管SFE被认为是一种相对安全的手术程序，但是如果手术计划不充分或手术方式过于激进，仍存在并发症的风险。

不考虑技术方面，SFE通过移动上颌窦黏膜为骨移植、植骨材料等提供空间。上颌窦黏膜由假复层柱状纤毛上皮层和薄的结缔组织层组成。

上颌窦黏膜破裂或穿孔因其危害上颌窦的完整性而应被视为术中并发症。在某些情况下，存在较大的穿孔时SFE过程必须被终止或进行调整。例如，在上颌窦内提升发生膜穿孔时，必须行上颌窦侧壁开窗提供手术入路来修复穿孔。上颌窦穿孔还可能会扰乱生理性上颌窦功能，可能会导致包括上颌窦堵塞在内的上颌窦炎，并危害植骨材料及影响种植体成功率。

然而，关于上颌窦黏膜穿孔对种植体成功率/存留率影响的临床研究数据存在争议。一些临床医师报道无统计学差异，而另一些医师则认为上颌窦提升过程中，膜穿孔的病例比黏膜完整的病例种植体的成功率要低。一项研究也报道了上颌窦黏膜穿孔同期种植对种植体存留率影响的负相关性。而另一项调查研究则报道上颌窦提升中是否发生膜穿孔对种植体周围骨组织和软组织影响不具有统计学差异。

临床研究中，上颌窦黏膜穿孔的发生率为11%～56%。一些研究提出了上颌窦膜穿孔可能的风险因素：剩余牙槽嵴高度、上颌窦黏膜厚度、牙龈生物型、手用器械、旋转器械以及上颌窦间隔的存在。然而，并没有一项研究对这些引起上颌窦黏膜穿孔的风险因素进行评估。

本研究的目的为回顾性分析侧壁开窗上颌窦提升术导致上颌窦黏膜穿孔的发病率及可能的风险因素。

2 材料和方法

2.1 患者选择

本回顾性研究中纳入的病例为同一手术医师(TvA)应用上颌窦侧壁开窗行上颌窦提升术发生上颌窦黏膜穿孔，并且术前已拍摄CBCT。患者均为2006年1月–2013年12月期间由其私人牙医推荐来作者单位就诊，行上后牙种植治疗。充分对患者进行术前评估，评估内容包括临床及放射线检查，SFE手术，治疗方案的可选择性。根据赫尔辛基宣言，每位患者签定一份知情同意书。由于目前回顾性分析研究的性质，本研究被免除机构审查委员会的审查。

2.2 手术过程

所有的SFE手术均在4%阿替卡因肾上腺素(盐酸卡因DS或盐酸卡因DS forte，Aventis制药公司)局部麻醉下进行。焦虑患者术前30min服用镇静药[咪达唑仑(速眠安)，Roche 制药公司]。

全厚瓣切开翻瓣暴露牙槽嵴顶及上颌窦外侧壁。术中使用刮骨器(Hu-Friedy)收集侧壁骨皮质自体骨屑，随后侧壁开窗暴露上颌窦黏膜。截骨术使用大的金刚球钻(Komet)，压电工具(Piezosurgery，Mectron)，或者使用组合方法。使用专用工具(Hu-Friedy)仔细提升上颌窦黏膜。

鼻鼓气试验检查上颌窦黏膜是否存在穿孔，如果实验呈阳性，则用单层或双层胶原膜(Bio-Gide，盖氏公司)覆盖膜破裂处。对于同期植入种植体的病例，在预备种植窝后重复鼓气试验。

所有的病例均使用自体骨屑与脱蛋白小牛骨矿化颗粒(Bio-Oss，盖氏公司)混合植入上颌窦提升空腔。骨壁开窗处使用胶原膜(Bio-Gide)覆盖。使用不可吸收性材料间断缝合关闭创口(Seralon，Serag-Wiessner)。

术后指导包括非类固醇类止痛药、鼻腔喷雾、氯己定漱口。抗生素的应用从术前2h持续到术后3～7d，嘱患者3周内勿擤鼻。

2.3 实验分组

根据导致上颌窦黏膜穿孔的可能风险因素分为3组：患者相关性、手术相关性、上颌窦相关性。患者相关性因素包括年龄、性别与吸烟习惯。手术相关性因素包括手术方式(同期种植或分阶段种植)，部位(左侧或右侧)，缺牙数目(单牙缺失或多牙缺失)，治疗位点(前磨牙，磨牙或前磨牙及磨牙)，预备种植床的技术(金钢砂钻，超声骨刀还是两者均有)。上颌窦相关性因素包括上颌窦间隔是否存在及间隔的高度，剩余牙槽嵴高度，外侧骨壁厚度，

上颌窦腔宽度，上颌窦黏膜的厚度及状态（健康还是存在黏膜增厚）。

2.4 图像采集过程

使用3D Accuitomo XYZ Slice View Tomograph（Morita）拍摄CBCT，层厚0.125mm。参数设置为3.0mA/80kV，曝光时间为17.5s。所有的CBCT影像根据临床情况和治疗计划均局限于特定视野。数据每间隔0.5mm层厚进行重建，使之与上后牙牙槽嵴顶水平面平行。轴向影像显示上后牙缺牙区牙槽嵴顶位置，牙槽嵴中部的一条影像线（前后向）定为正中矢状像。正中冠向像为评价区（ROI）中部的垂直于正中矢状像的平面（图1～图3）。上颌窦变异在评价区的正中矢状位和正中冠向位进行特定评价。

2.5 影像评价

CBCT影像由一个具有CBCT影像分析经验的校准人员进行评价。影像评估在戴尔380精密工作台（Dell）和一个分辨率为1280×1024的19英寸Eizo Flexscan监视器上进行。使用专用电脑软件分析测量以下数据（i-Dixel，2.0.4版本，Morita）：

(1) 上颌窦间隔的存在及高度（S，矢状位影像，图4，图5）：为近远中向上颌窦间隔顶端至底部的距离，使用上颌窦的平均高度进行计算。

(2) 剩余牙槽嵴的最小和最大高度（RRmin与RRmax，矢状及冠状影像，图4～图7），使用均数。

(3) 上颌窦黏膜的最小和最大厚度（SM，矢状及冠状影像，图4～图7），使用均数。

(4) 根据Schneider等文献判定上颌窦黏膜状况（健康VS黏膜增厚）（矢状像）。

(5) 上颌窦侧方骨壁厚度（LW，冠状像，图6，图7），从上颌窦最低点上方5mm处进行测量。

(6) 上颌窦腔的宽度（A，冠状像，图6，图7），从上颌窦最低点上方5mm处进行测量。

连续数据的单个变量通过使用临界值进行二元化，以得到组内大致相似的样本大小。

2.6 研究样本

最初，有103例病例符合纳入标准，但是有26例样本在CBCT扫描时被排除，原因为：在评价区近内没有可以参考的天然牙（n=12），CBCT为评价区牙齿拔除前拍摄（n=1），CBCT影像质量欠佳（n=2），原始数据缺失（n=1），由于统计学因素在双侧病例中删除一侧（通过掷硬币）（n=10）。以上这些原因使得最终进行评价的病例为77例。

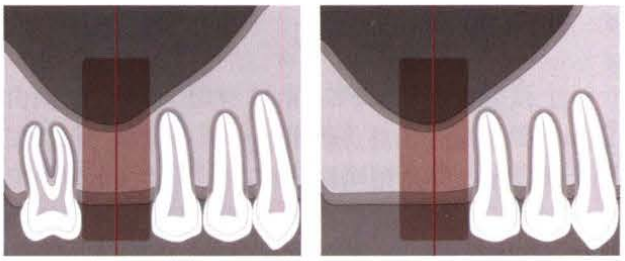

图1 单颗磨牙位点ROI示意图（阴影长方形处）（左：间隙情况；右：远中游离情况；ROI = 10mm = 磨牙长度）。红线表示选择中部冠状面观的参考线

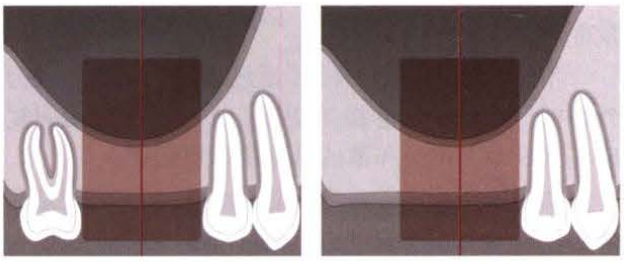

图2 前磨牙－磨牙位点ROI示意图（阴影长方形处）（左：间隙情况；右：远中游离情况；ROI = 17mm = 7mm+10mm =前磨牙长度+磨牙长度）。红线表示选择中部冠状面观的参考线

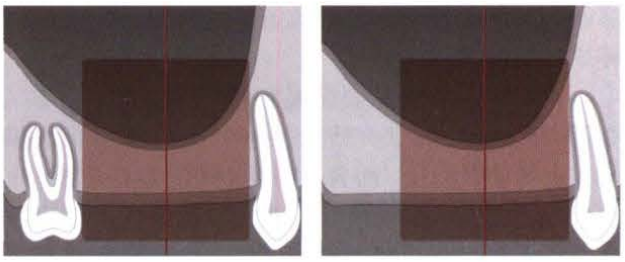

图3 远中游离前磨牙－磨牙位点ROI示意图（阴影长方形处）（左：间隙情况；右：远中游离情况；ROI = 24mm = 7mm+7mm+10mm =前磨牙长度+前磨牙长度+磨牙长度）。红线表示选择中部冠状面观的参考线

2.7 统计学分析

为证实CBCT影响评价的可靠性，在初次评价结束后至少1周随机选择20例样本进行二次测量。在这20例样本中，再次测量S，LW，A指标。使用Wilcoxon符号秩检验这些数据设置均数的统计学差异。

为分析所采集的数据，所有值首先通过描述方

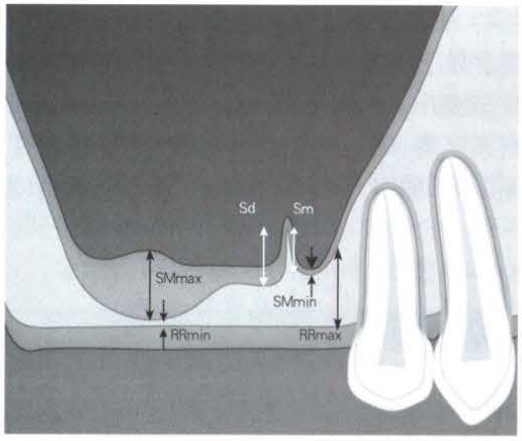

图4 研究变量测量的CBCT矢状位断层示意图(中矢状面观)。Sm= 近中间隔高度; Sd= 远中间隔高度; SMmin= 最小上颌窦黏膜厚度; SMmax= 最大上颌窦黏膜厚度; RRmin= 最小剩余牙槽嵴高度; RRmax= 最大剩余牙槽嵴高度

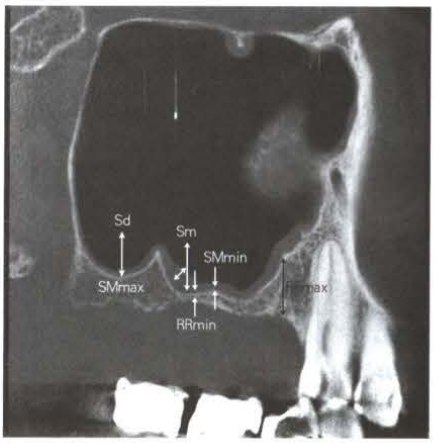

图5 62岁女性患者的CBCT矢状位断层示意图(中矢状面观)。ROI中部进行的测量(第一前磨牙至第一磨牙区)

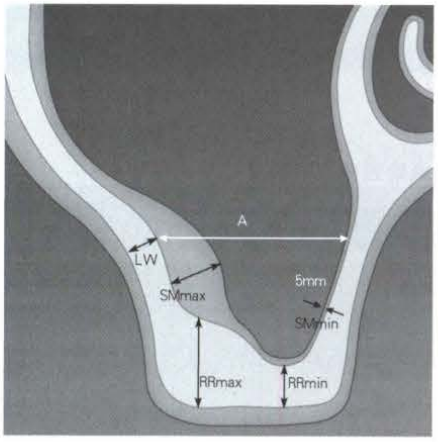

图6 研究变量测量的CBCT冠状位断层示意图(中矢状面观)。A= 窦腔宽度; LW= 侧壁厚度; SMmin= 最小上颌窦黏膜厚度; SMmax= 最大上颌窦黏膜厚度; RRmin= 最小剩余牙槽嵴高度; Rrmax= 最大剩余牙槽嵴高度

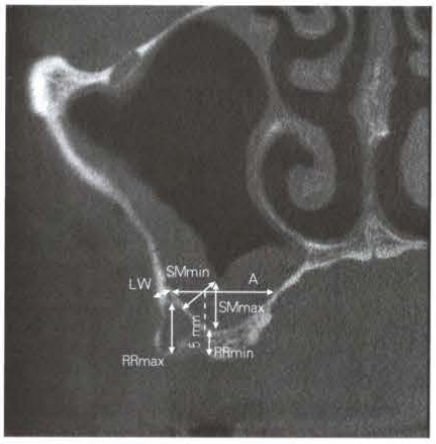

图7 64岁女性患者的CBCT冠状位断层示意图(中矢状面观)。ROI中部进行的测量(第一磨牙区)

法进行分析。使用Logistic回归分析模型来分析患者相关性、手术相关性和上颌窦相关性这些潜在因素。每个因素均采用OR值和95%置信区间。由于样本数量有限，没有进行多重检验校正。

$P<0.05$ 为具有统计学差异。所有数据使用R 2.15.1 (2.15.1 Windows版，维也纳WU统计数学室，http：//www.R-project.org) 软件进行分析。

3 结果

研究样本包括了77名患者（29名男性，48名女性）进行77例上颌窦提升手术。患者平均年龄为57岁（19-81岁）。研究者的可信度通过二次测量3个CBCT变量无统计学差异（S：$P=0.750$，LW：$P=0.2126$，A：$P=0.8983$）。

在纳入的77例上颌窦提升的病例中，有21例在上颌窦提升手术中存在上颌窦黏膜穿孔。下列几项因素显示发生穿孔的组内差异大于10%：吸烟、手术方式、位点、S、RRmin。

3.1 患者相关因素

表1显示所有患者相关性因素和上颌窦黏膜穿

孔的数值。年龄和性别因素无统计学差异。相反，吸烟者上颌窦黏膜穿孔的概率（46.2%）比不吸烟者（23.4%）高出近2倍，OR值为2.8，但不具有统计学差异（P=0.1020）。

3.2 手术相关性因素

表2显示了所有的手术相关性因素的信息。患者上颌窦提升手术同期植入种植体，其发生黏膜穿孔的概率更高（OR为2.07）（32% VS 18.5%），但无统计学差异（P=0.2102）。部位（左／右）

表1 SFE中与患者相关的上颌窦黏膜穿孔风险因素（n=77）

风险因素／子集	样本量(n,%)	穿孔量(n,%)	P	OR (CI)
所有	77 (100)	21 (27.3)		
性别				
男	29 (37.7)	7 (24.1)		
女	48 (62.3)	14 (29.2)	0.6316	1.29 (0.46–3.88)
年龄				
≤55岁	33 (42.9)	9 (27.3)		
>55岁	44 (57.1)	12 (27.3)	>0.999	1.0 (0.36–2.81)
吸烟				
否	64 (83.1)	15 (23.4) [a]		
是	13 (16.9)	6 (46.2) [a]	0.1020	2.8* (0.79–9.75)

同样的小写字母表示差异>10%，*OR>2.0

表2 SFE中与手术相关的上颌窦黏膜穿孔风险因素（n=77）

风险因素／子集	样本量(n,%)	穿孔量（n, %）	P	OR (CI)
		N		
	77 (100)	21 (27.3)		
手术方式				
同期植入	50 (64.9)	16 (32.0) [a]		
分段植入	27 (35.1)	5 (18.5) [a]	0.2102	2.07* (0.70–7.06)
侧				
右侧	36 (46.8)	10 (27.8)		
左侧	41 (53.2)	11 (26.8)	0.9257	0.95 (0.35–2.64)
缺牙数目				
单颗	54 (70.1)	14 (25.9)		
多颗	23 (29.9)	7 (30.4)	0.6846	1.25 (0.41–3.62)
牙位				
前磨牙	18 (23.4)	3 (16.7) [b]		
磨牙	42 (54.5)	18 (26.2) [c]	0.4280 VS 前磨牙	1.77 (0.47–8.70)
混合	17 (22.1)	7 (41.2) [b,c]	0.1182 VS 前磨牙	3.5* (0.77–19.42)
			0.2614 VS 磨牙	1.97 (0.59–6.50)
钻孔方式				
金刚球钻	24 (31.2)	6 (25.0)		
超声骨刀	10 (13.0)	3 (30.0)	0.7636 VS 金刚球钻	1.29 (0.22–6.47)
联合使用	43 (55.8)	12 (27.9)	0.7970 VS 金刚球钻	1.16 (0.38–3.82)
			0.8950 VS 超声骨刀	0.90 (0.21–4.72)

同样的小写字母表示差异>10%，*OR>2.0

和上颌窦提升幅度对膜穿孔的影响不具有统计学差异。前磨牙磨牙混合位点显示了更高的膜穿孔发生率（分别为：混合位点41.2%，前磨牙位点16.7%，磨牙位点26.2%），但是同样不具有统计学差异。种植床预备技术因素中，单独使用超声骨刀其发生黏膜穿孔的概率最高（分别为：超声骨刀30%，金钢砂钻25%，综合两者使用15.6%），但是差异不具有统计学意义（P=0.7636 VS 金钢砂钻，P=0.8950 VS 组合使用）。

3.3 上颌窦相关因素

表3显示了与上颌窦相关的穿孔因素。77例病例中只有14例有上颌窦间隔（18.2%）。有上颌窦间隔的病例发生膜穿孔的概率比没有间隔的病例更高（分别为42.9%和23.8%），比值为2.4，但是差异不具有统计学意义（P=0.1550）。最小剩余牙槽嵴高度≤4mm的病例发生膜穿孔的概率比最小剩余牙槽嵴高度>4mm的病例高（分别为34.2%和20.5%），但是差异不具有统计学意义（P=0.1809）。RR、LW、A、SM以及上颌窦黏膜的状态的平均值对膜穿孔率的影响均不具有统计学意义。

3.4 膜穿孔和影像测量

表4显示了膜穿孔和影像测量的信息。膜穿孔病例的平均S比未穿孔病例的要高（分别为5.4mm和3.6mm），但是差异不具有统计学意义（P=0.1134）。膜穿孔病例的平均SM厚度要低于未穿孔病例（分别为1.3mm和2.4mm），同样差异不具有统计学意义（P=0.1440）。比较穿孔和不穿孔病例的A、LW、RRmin或平均RR同样差异不具有统计学差异。

4 讨论

临床及影像学研究对上颌窦侧壁开窗行上颌窦提升中膜穿孔风险因素进行了评估。根据患者相关、手术相关以及上颌窦相关因素等纳入标准纳入了

表3 SFE中与上颌窦相关的上颌窦黏膜穿孔风险因素（n=77）

风险因素／子集	样本量(n,%)	穿孔量（n, %）	P	OR（CI）
全部	77（100）	21（27.3）		
间隔				
有	14（18.2）	6（42.9）[a]		
没有	63（81.8）	15（23.8）[a]	0.1550	2.4*（0.69–8.05）
RRmin				
≤4mm	38（49.4）	13（34.2）[b]		
>4mm	39（50.6）	8（20.5）[b]	0.1809	0.50（0.17–1.36）
平均RR				
≤6mm	41（53.2）	11（26.8）		
>6mm	36（46.8）	10（27.7）	0.9257	1.05（0.38–2.88）
LW				
≤1mm	31（40.3）	8（25.8）		
>1mm	46（59.7）	13（28.3）	0.8126	1.1（0.41–3.27）
A				
≤12mm	44（57.1）	12（27.3）		
>12mm	33（42.9）	9（27.3）	0.962	0.98（0.35–2.68）
膜的状态				
健康	40（51.9）	12（30.0）		
黏膜增厚	37（48.1）	9（24.3）	0.5769	0.75（0.27–2.05）
SM				
≤1mm	32（41.6）	9（28.1）		
>1mm	45（58.4）	12（26.7）	0.7760	0.86（0.31–2.43）

同样的小写字母表示差异>10%，*OR>2.0

表4 SFE中上颌窦黏膜穿孔和不穿孔病例的影像学测量比较（n=77）

测量	所有病例（n=77）*	穿孔病例（n=21）*	未穿孔病例（n=56）*	P
S	4.4+1.85（2.7–9.2）（n=14）	5.4+2.42（2.7–9.2）（n=6）	3.6+0.81（2.7–5.0）（n=8）	0.1134
RRmin	3.9+1.87（0.6–7.8）	4.0+1.72（1.6–7.8）	3.8+1.92（0.6–7.7）	0.6319
平均RR	5.7+1.97（1.8–11.2）	6.2+1.97（3.5–10.8）	5.5+1.95（1.8–11.2）	0.1453
LW	1.3+0.62（0.5–3.1）	1.4+0.68（0.7–3.1）	1.3+0.60（0.5–2.9）	0.4822
A	11.9+2.67（6.2–20.4）	11.9+2.01（7.8–15.3）	11.9+2.89（6.2–20.4）	0.7370
SM	2.1+2.89（0.1–20.3）	1.3+1.02（0.1–4.3）	2.4+3.29（0.1–20.3）	0.1440

* 均数＋标准差（最小－最大）

77例患者。总体膜穿孔率为27.3%，比平均穿孔率（20%～25%）稍微高。本研究的说服力在于只纳入了一名医师进行所有的手术操作并对所有的风险因素进行评估。另一方面，在解释本研究结果时应考虑到本研究病例相对较少，膜穿孔和未穿孔存在差异以及回顾性研究本身的缺陷等因素。

4.1 患者相关因素

在所评估的患者相关性因素中，只有吸烟显示出一个与膜穿孔相关的高比值率（2.8）。差异不具有统计学意义。到目前为止，没有其他的研究对SFE过程中吸烟与膜穿孔的相关性进行报道。吸烟患者的上颌窦黏膜会出现萎缩并变得非常薄，脆性大，容易撕裂。其他患者相关性因素比如全身健康状况、过度饮酒等由于为回顾性研究设计而没有进行研究。

关于性别，Becker等报道了女性患者的穿孔率为26.5%（31/117），男性患者为11.9%（10/84），不具有统计学差异。本研究中，女性患者同样表现出了比男性患者高的穿孔率（分别为29.2%和24.1%），但是差异不具有统计学意义。最近评估上颌窦黏膜厚度的CBCT研究报道了女性的上颌窦黏膜明显更薄，刚好解释了可能的性别影响。本研究中年龄并不影响穿孔率。同样，Becker等的病例报道中记录了平均年龄为55岁的患者存在膜穿孔，平均年龄为56岁的患者没有发生穿孔。

4.2 手术相关因素

关于手术方式，SFE同期种植的穿孔率为32%，分段式种植的穿孔率为18.5%（OR为2.07，$P>0.05$）。Becker等报道了相反的结果，发现分段式手术膜穿孔发生率更频繁（25.7%），而同期手术发生率为13%。上颌窦提升后预备种植窝可能是同期手术的一个风险因素。另一方面，剩余牙槽嵴高度过少需要进行大的SFE可能会导致上颌窦膜张力变大而引起穿孔。关于这方面的文献数据并不充足。

本研究显示左侧或右侧、单牙或多牙以及牙位（前磨牙，磨牙或混合）在SFE中膜穿孔率无统计学差异。目前为止，没有其他临床研究对这些因素进行报道，因此没有文献可比较。

关于骨预备技术，本研究中大部分（55.8%）的侧壁骨开窗是使用金刚球钻和超声骨刀完成的，而单独使用超声骨刀的病例只有13%。因此，本研究中所得到的穿孔率应该注意解释。

Barone及其同事在一个需要双侧SFE的左右对照研究中对13名患者的骨预备技术进行了评价。在一侧上颌窦使用了超声骨刀，而另一侧使用了传统的金刚球钻。骨开窗的高度、长度及部位和上颌窦外侧骨壁的厚度在两种技术中没有显著差异。在使用超声骨刀预备的位点，发生了4例穿孔（30.7%），在使用球钻预备的位点，发生了3例穿孔（23%）。差异不具有统计学意义。

在一个类似的随机化临床试验中，在进行上颌窦侧壁开窗预备中使用超声骨刀和使用旋转器械没有差异。在一个回顾性病例随访中（n=56），使用超声骨刀行开窗术早期没有发生膜的穿孔。但是，有2例病例（3.6%）在使用手用器械提升后出现了膜的撕裂，且这2例均与上颌窦间隔有关。Wallace等报道了一个7%的膜穿孔率；但是所有的穿孔均发生在使用手动器械的过程中而不是在使用超声骨刀时。所有的穿孔与上颌窦间隔的存在或膜非常薄有关。

Blus及其同事报道了使用超声骨刀时非常低的膜穿孔率（3.8%）。在一个在羊头上进行的实验中，不同经验的术者使用超声骨刀或球钻进行了SFE。有经验的术者没有出现穿孔，没经验的术者使用球钻时发生了3例穿孔，没有一例使用超声骨刀发生的穿孔，有6例在使用手动器械时发生了穿孔。作

者认为对于无经验的术者来讲，使用超声骨刀进行SFE可以减少膜穿孔的发生率。

4.3 上颌窦相关性因素

本研究中，具有上颌窦间隔的上颌窦比没有间隔的上颌窦发生膜穿孔率超出20%（分别为42.9%和23.8%），比值为2.4，但是差异不具有统计学意义。在对有上颌窦间隔的患者（n=14）进一步的观察显示发生膜穿孔的病例其间隔的平均高度为5.4mm，无穿孔的病例其间隔高度为3.6mm。很显然，不但上颌窦间隔的存在对膜穿孔有影响，间隔的高度可能也是膜穿孔的风险因素。比较有意思的是，这种相关性在之前的研究中是没有观察到的。Schwartz-Arad等对81例与上颌窦间隔有关的膜穿孔的SFE过程进行了评价，在23例有上颌窦间隔的病例中，12例发生了膜穿孔（52%），而无上颌窦间隔的病例穿孔率较低（42%），但差异不具有统计学意义。Malkinson和Irinakis回顾性地评价了52例上颌窦提升病例，发现有上颌窦间隔的患者膜穿孔发生率为13.3%，无间隔的穿孔率为10.8%。量太少而不能达到统计学的显著性。术前了解上颌窦间隔的存在会让术者仔细操作从而减少穿孔的发生。

如本研究所得，有限的最小剩余牙槽嵴高度可能会增加膜穿孔的风险。没有发现明显的原因，但是该发现可以让术者在剩余牙槽嵴高度严重不足的病例中行上颌窦提升时提高警惕。这种相关性在两个临床研究中被报道。Ardekian等评价了35例SFE同期牙种植的膜穿孔病例，在剩余牙槽嵴高度为3mm的病例中膜穿孔的发生率为85%，而在剩余牙槽嵴高度为6mm的病例中膜穿孔的发生率只有25%。另一研究膜穿孔发生率为17%，在穿孔的11个病例中有10个穿孔病例其剩余牙槽嵴高度＜3.5mm。

Yilmaz和Tözüm研究了膜穿孔的风险与SM之间的相关性。报道了上颌窦黏膜穿孔与SM＜1mm具有显著的相关性（r=0.417，P=0.001）。本研究中膜穿孔病例平均SM1.3mm VS 未穿孔病例SM2.4mm。薄的上颌窦黏膜可能不能抵抗提升，尤其是手动器械的力量。近来的一项CBCT研究发现SM与上颌窦间隔的存在有关。但是仍需要进一步的关于穿孔风险和膜的厚度以及膜的形态与穿孔相关性的数据来得出结论。关于上颌窦黏膜的病理状态方面，Beaumont等建议对于慢性或急性上颌窦炎等情况，至少在SFE前6个月进行治疗。该研究报道了上颌窦膜穿孔的发生与临床或影像学检查的上颌窦病史无关。在膜穿孔与影像学检查到的膜厚度的关系方面，数据可能会受拍摄时间与手术时间延期的影响。本研究中69%病例的时间差小于3个月（平均89d，分布范围0～307d）。

LW方面，本研究认为该因素对膜穿孔没有影响。在现有样本量中，59.7%的病例LW＞1mm。Wallace及其同事观察到了100例病例中有87例LW厚度＞1mm，但是没有指出与膜穿孔和LW有关的数据。Neiva等评估了22具尸体（平均年龄79岁）上颌窦侧壁开窗后的LW，平均LW为0.91+0.43mm（范围0.5～2mm），厚度沿开窗的边缘延续。但是男性的平均LW（1.18mm）明显高于女性（0.75mm，P=0.02）。推测由于年轻人的上颌窦纤毛少所以LW更厚。但是由于本研究的样本量有限，并不能得出结论，仍需要大样本的横向研究进行评价。

上颌窦侧壁的近远中角度影响SFE过程膜穿孔的发生率。Cho等报道了角度＜30°的患者膜穿孔率为37.5%，角度在30°～60°的患者膜穿孔率28.6%，角度＞60°的患者发生率为0%。根据Cho等，随着角度增加，穿孔率增加，比如说，上颌窦越窄，膜穿孔的发生率越大。但是本研究中测量的上颌窦最低点上方的窦腔宽度为5mm，并没有观察到这种相关性。

5 结论

本研究没有显示出任何研究变量对膜穿孔率的影响的显著性差异。尽管一些患者因素、手术因素和上颌窦相关性因素对膜穿孔影响的比值＞2.0，其各自的置信区间显示出了较宽的范围纳入值＜1。需要前瞻性的大样本量研究去观察这些因素是否对膜穿孔有影响，包括吸烟、上颌窦间隔的存在、上颌窦提升同期种植以及在前磨牙－磨牙混合位点进行的上颌窦提升等。

6 致谢

感谢Lukas Martig（伯恩大学统计学教研室）进行的统计学分析，感谢Anne Seeger和Ines Badertscher（伯恩大学牙学院医学插图教研室）为本研究提供示意图。本研究中的研究人员未得到文中所提及的公司的任何赞助，本研究不存在争议。