

安徽医科大学学报

Acta Universitatis Medicinalis Anhui

ISSN 1000-1492, CN 34-1065/R

《安徽医科大学学报》网络首发论文

题目： 种植修复体穿龈特征与种植体周健康关系的研究
作者： 李昕雅, 夏荣
网络首发日期： 2025-08-28
引用格式： 李昕雅, 夏荣. 种植修复体穿龈特征与种植体周健康关系的研究[J/OL]. 安徽医科大学学报. <https://link.cnki.net/urlid/34.1065.R.20250827.1722.027>



网络首发：在编辑部工作流程中，稿件从录用到出版要经历录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿等阶段。录用定稿指内容已经确定，且通过同行评议、主编终审同意刊用的稿件。排版定稿指录用定稿按照期刊特定版式（包括网络呈现版式）排版后的稿件，可暂不确定出版年、卷、期和页码。整期汇编定稿指出版年、卷、期、页码均已确定的印刷或数字出版的整期汇编稿件。录用定稿网络首发稿件内容必须符合《出版管理条例》和《期刊出版管理规定》的有关规定；学术研究成果具有创新性、科学性和先进性，符合编辑部对刊文的录用要求，不存在学术不端行为及其他侵权行为；稿件内容应基本符合国家有关书刊编辑、出版的技术标准，正确使用和统一规范语言文字、符号、数字、外文字母、法定计量单位及地图标注等。为确保录用定稿网络首发的严肃性，录用定稿一经发布，不得修改论文题目、作者、机构名称和学术内容，只可基于编辑规范进行少量文字的修改。

出版确认：纸质期刊编辑部通过与《中国学术期刊（光盘版）》电子杂志社有限公司签约，在《中国学术期刊（网络版）》出版传播平台上创办与纸质期刊内容一致的网络版，以单篇或整期出版形式，在印刷出版之前刊发论文的录用定稿、排版定稿、整期汇编定稿。因为《中国学术期刊（网络版）》是国家新闻出版广电总局批准的网络连续型出版物（ISSN 2096-4188，CN 11-6037/Z），所以签约期刊的网络版上网络首发论文视为正式出版。

种植修复体穿龈特征与种植体周健康关系的研究

李昕雅, 夏 荣

(安徽医科大学第二附属医院口腔科, 合肥 230601)

摘要 **目的** 应用三维测量方法探讨种植修复体穿龈特征和种植体周围软组织尺寸与种植体周围黏膜炎、种植体周围炎的相关性。**方法** 73 例患者 121 个后牙位置骨水平种植修复体, 根据患者临床和影像检查资料, 使用三维数据分析软件评估以下特征: 穿龈角度, 黏膜穿龈角度 (MEA)、深部角度 (DA) 与总体角度 (TA); 穿龈轮廓形态; 种植体周围软组织尺寸。使用广义估计方程分析各特征与种植体周围黏膜炎、种植体周围炎关系。**结果** TA 和 MEA 与种植体周围黏膜炎差异有统计学意义, $TA > 30^\circ$ 的种植修复体发生种植周围炎的风险是 $\leq 30^\circ$ 的 1.7 倍。**结论** 后牙位置骨水平种植修复体 MEA 和 TA 与种植体周围黏膜炎显著相关, 过大的 TA 会增加种植体周围炎发生的概率, 建议种植修复体冠方与总体区域穿龈角度均不超过 30° 。

关键词 穿龈轮廓; 穿龈角度; 种植体周围软组织; 光学印模; 种植体周围黏膜炎; 种植体周围炎

中图分类号 R 783.6

文献标志码 A

The study on the relationship between transgingival characteristics of implant restorations and peri-implant health

Li Xinya, Xia Rong

(Dept of Stomatology, The Second Affiliated Hospital of Anhui Medical University, Hefei 230601)

Abstract **Objective** To investigate the relationship between the transgingival characteristics of implant restorations and peri-implant soft tissue with peri-implant mucositis and peri-implantitis using three-dimensional measurement techniques. **Methods** A total of 121 bone-level implant restorations in posterior tooth positions from 73 patients were evaluated using three-dimensional data analysis software, based on clinical and radiographic examination data. The following

基金项目: 安徽省卫生健康科研项目 (编号: AHWJ2022b017)

作者简介: 李昕雅, 女, 硕士研究生;

夏 荣, 男, 博士, 主任医师, 硕士生导师, 通信作者, E-mail: xiarnqgh@aliyun.com

characteristics were assessed: emergence angles, including the mucosal emergence angle (MEA), deep angle (DA), and total angle (TA); emergence profile; and peri-implant soft tissue. Generalized estimating equations were used to analyze the relationship between these characteristics and the occurrence of peri-implant mucositis and peri-implantitis. **Results** TA and MEA showed significant statistical relevance to peri-implant mucositis. Implant restorations with a TA greater than 30° had a 1.7 times higher risk of developing peri-implantitis compared to those with a TA of less than 30°. **Conclusion** MEA and TA of bone-level implant restorations in posterior tooth positions are significantly correlated with peri-implant mucositis. An excessive TA increases the likelihood of peri-implantitis. It is recommended that both the coronal and overall emergence angles of implant restorations should not exceed 30°.

Key words emergence profile; emergence angle; peri-implant soft tissue; optical impression scanning; peri-implant mucositis; peri-implantitis

Fund program Health Research Project of Anhui Province (No. AHWJ2022b017)

Corresponding author Xia Rong, E-mail: xiarongqh@aliyun.com

随着种植义齿修复方式被广泛应用^[1], 主要的生物学并发症种植体周围黏膜炎 (peri-implant mucositis, PM) 和种植体周围炎 (peri-implantitis, PI) 的发病率也不断增加^[2], 研究^{[3][4]}表明, 种植体周围软组织尺寸与种植修复体穿龈特征对维护种植体周围健康有重要意义。种植体周围软组织尺寸主要指种植体平台处黏膜厚度、黏膜高度、角化龈宽度^[5], 尽管有多项研究^[6]调查了种植体周围软组织尺寸与种植体周健康的关系, 但很少与穿龈特征同时评估。第9版口腔修复学术语表描述了两个穿龈特征: 穿龈角度 (emergence angle, EA) 与穿龈轮廓 (emergence profile, EP), 其中 EA 定义为修复体穿龈轮廓的切线与天然牙或种植体长轴之间的角度, EP 是指种植基台及修复体从种植体颈部平台向冠方延伸, 穿过龈缘的部分, 依据形态可分别为凹型、直型和凸型三种^{[7][8]}。Su et al^[9]将穿龈区域分为临界轮廓区和亚临界轮廓区, 不同的区域在修复过程中对种植体周围组织的美观和长期健康至关重要。目前大多数关于穿龈角度的测量是使用根尖片进行总体评估, 未分区域测量研究。

近年来的研究^[10]采用了三维影像和光学印模拟合的方法, 这是一种无创、可靠且可重复的方式, 该研究目的是应用三维测量方法探讨种植修复体穿龈特征和种植体周围黏膜与种植体周围黏膜炎、种植体周围炎的相关性。

1 材料与方法

1.1 病例资料 收集 2018 年 6 月—2023 年 6 月来该院口腔种植科就诊患者的临床资料。研究中所有种植体均由该院同一名主任医师手术植入以及后期冠部修复,所采取的手术和修复方案均为符合患者实际情况的最佳方案,该课题已取得患者对研究方案的知情同意,经过安徽医科大学第二附属医院伦理委员会审核准予执行(伦理批件号: YX2024-109),已在中国临床试验注册中心注册(注册号: ChiCTR2400088220)。

1.2 纳入标准 ① 年龄 ≥ 18 岁,无系统性疾病的患者;② 患者依从性良好,定期进行复查复治;③ 骨水平、平台转移种植体,至少负载 12 个月;④ 种植体支持的整体氧化锆单冠,固位方式为螺丝固位;⑤ 修复基台使用常规无角度纯钛或钛合金基台;⑥ 修复体轴线与种植体轴线偏差小于 10° ;⑦ 影像数据清晰,能够与光学印模完全拟合。

1.3 排除标准 ① 凝血功能障碍、糖尿病以及接受颌骨放疗的患者;② 孕期或哺乳期女性患者;③ 口腔卫生状况不良,邻牙重度牙周炎、根尖周炎以及患有夜磨牙症、口干症、口腔黏膜疾病的患者。

1.4 诊断标准

1.4.1 种植体周黏膜炎 PM PM1: 轻柔探诊 30s 内出现肿胀,出血或化脓,且没有因初始骨重塑以外导致的骨吸收^[11]; PM2: 轻柔探诊出现两个、多个位点出血或在任一位点出现线性、大量出血或化脓,且没有因初始骨重塑以外导致的骨吸收^[12]。

1.4.2 种植体周围炎 PI PI: 轻柔探诊时出现出血、化脓,探诊深度大于 6 mm,且种植体平台根方周围骨吸收超过 3 mm^[11]。

1.5 临床检查 由 1 名经验丰富的医师,使用牙周探针探查种植修复体 6 个位点: 颊(buccal,B)、远颊(distobucca,DB)、近颊(mesiobuccal,MB)、舌(lingual,L)、远舌(distolingual,DL)、近舌(mesiolingual,ML),记录以下指标: 探诊出血(bleeding on probing, BoP)、探诊深度(probing depth, PD)、菌斑指数(plaque index, PLI, 二分类记录)以及颊侧正中位点的角化龈宽度(keratinized mucosa width, KMW)。使用口内扫描仪(medit-i500, 2020, 韩国)为每位患者导出标准镶嵌语言文件(standard tessellation language, STL)。

1.6 影像学检查 根尖 X 线片: 卡瓦, Focus 系列, 管电压 65~70 kV, 管电流时间 0.12~0.15 mAs, 曝光时间 0.25 s, 选用磷光板尺寸为 30 mm \times 40 mm。口腔颌面锥形束 CT (cone beam computer tomography, CBCT, I-CAT 17-19, KAVO, 德国), 120 kV, 曝光时间 26.9 s, 体素 0.25 mm \times 0.25 mm \times 0.25 mm, 视野 16 cm \times 10 cm。

1.7 测量方法 所有的影像测量都由 1 名对临床检查结果不知情的检查人员,在图像放大

10~15 的倍率下完成。正式测量前，在相隔 1 周的两个时间段内，随机测量 20 个种植修复体角度 TA 的数据，两次测量结果的组内相关性系数（intra-class correlation coefficient, ICC）为 0.916 (95% CI: 0.878~0.943, $P < 0.001$)。具体步骤是将影像数据（DICOM 格式）与光学印模（STL 格式）导入三维数据分析软件（Implant Studio 2023 版, 3shape, 丹麦）。通过“三点对齐”选项在光学印模和 CBCT 模型上定义 3 处相对应的解剖区域，由软件自动将二者拟合（准确拟合后重叠区域呈现绿色，图 1）。拟合后确定种植体长轴，定义 3 个与种植体长轴平行的切面（颊舌切面 B-L，近颊远舌切面 MB-DL，远颊近舌切面 DB-ML），每个切面有两个侧视图，因此每个种植体确定了 6 个侧视图，测量以下指标，数值型指标测量 3 次取平均值（穿龈角度与黏膜厚度、高度）。

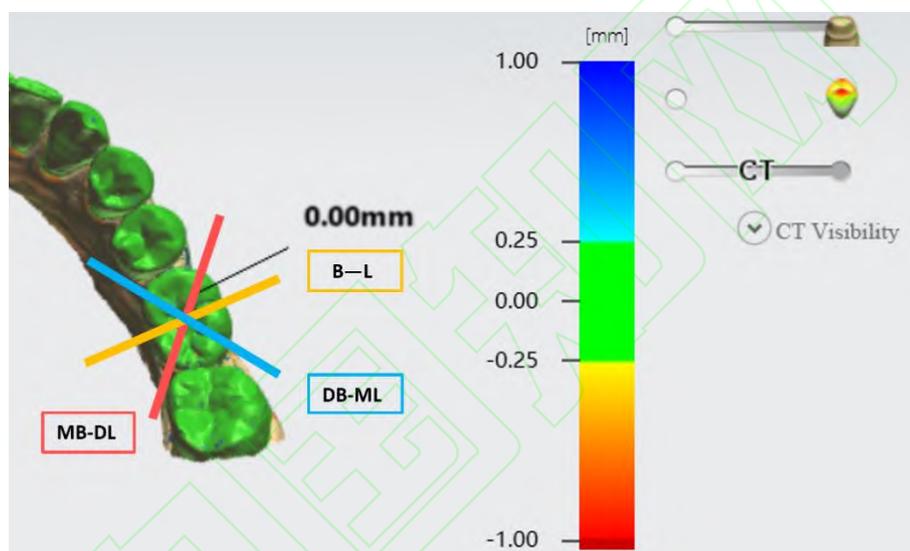


图 1 准确拟合

Fig. 1 Accurate fitting

1.8 穿龈角度 引用了 Rungtanakiat et al^[13]的穿龈角度定义（图 2），在每个侧视图上建立 4 条垂直于种植体长轴的水平线，（a）：种植体平台；（b）：种植体平台冠方 1.5 mm；（c）：冠方黏膜边缘；（d）：黏膜边缘根方 0.5 mm。标记 5 个点，A：基台与种植体平台的接触点；B：水平线 b 与修复体边缘交点；C：黏膜冠方顶点；D：水平线 d 与修复体边缘交点；E：穿龈区域中，相对 A 点凸出度最大的点。三种穿龈角度，① 总体角（total angle, TA）：穿龈区域总体角度，由种植体轴和连接 A-E 的线定义。② 深部角（deep angle, DA）：种植体平台上方 1.5 mm 区域的穿龈角度，由种植体轴和连接 A-B 的线定义。③ 黏膜穿龈角（mucosal emergence angle, MEA），属于穿龈区域冠方，黏膜边缘 0.5 mm 范围的穿龈角度，由种植体轴和连接 C-D 的线定义。

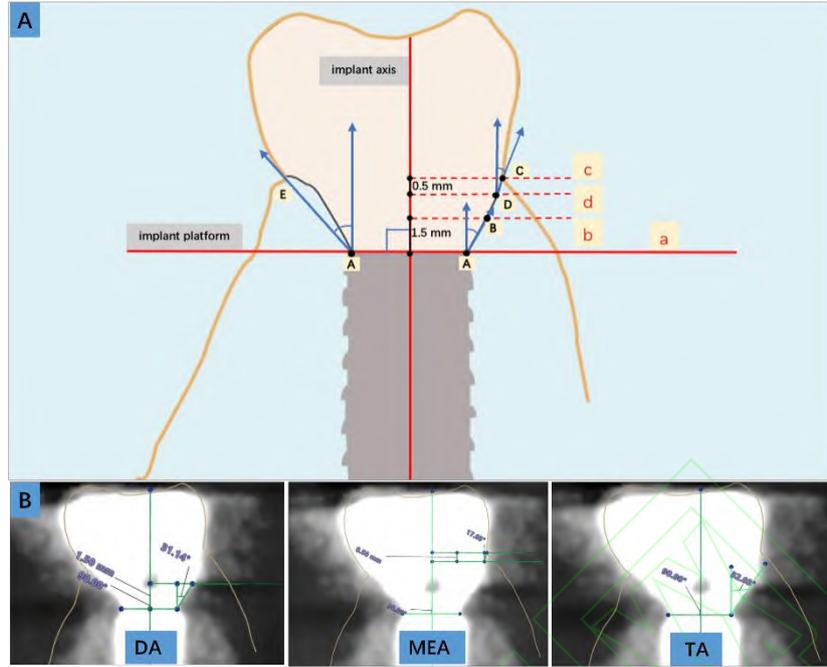


图 2 穿龈角度测量示意图 (A) 和实际测量示例 (B)

Fig. 2 Schematic diagram of emergence angle measurement (A) and actual measurement example (B)

1.9 穿龈轮廓 依据每个侧视图轮廓形态，分为凹、直或凸，见图 3。

1.10 种植体平台处黏膜厚度与黏膜高度 测量从种植体平台处到黏膜表面的水平厚度 (thickness, T) 和垂直高度 (height, H)，见图 3。

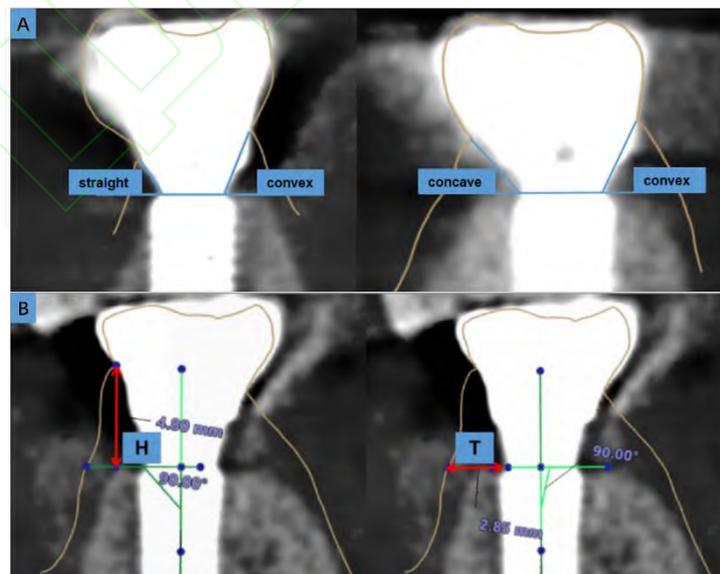


图 3 穿龈轮廓 (凹、直、凸) (A) 和种植体平台处黏膜厚度 T 与黏膜高度 H (B)

Fig.3 Emergence profile (concave, straight, convex) (A), mucosal thickness (T), and mucosal height (H) at

the implant platform (B)

1.11 样本量计算 参考类似的研究^[14], 47.5%的种植修复体患有种植体周围黏膜炎($p=0.475$), 容许误差 d 取 $0.2p$, α 为 0.05, 根据横断面样本量公式 $= \frac{Z_{\alpha/2}^2 \cdot p \cdot (1-p)}{d^2}$ 计算出 $n=106$, 为避免数据缺失, 样本量增加 10%, 最终最少样本量为 117 个种植修复体。

1.12 统计学处理 统计学方法使用 SPSS 软件处理数据。计量资料满足正态使用平均值±标准差, 不满足正态分布使用中位数(四分位间距)表示, 计数资料使用百分比(%)描述。使用广义估计方程中逻辑回归或线性回归, 分析位点层面与种植体层面变量的关系(位点之间成对比较采用邦弗伦尼 *bonferroni* 校正)。种植体层面分析以种植体为单位, 将穿龈角度、黏膜厚度、高度取平均值; 穿龈角度转换为二分类变量($\leq 30^\circ$ 或 $> 30^\circ$); 根据种植修复体 6 个侧视图的穿龈轮廓形态, 将 ≥ 3 个凸形轮廓的种植修复体分为凸形组(convex), 其余为非凸形组(non-convex)。使用受试者工作特征曲线(receiver operating characteristic, ROC)分析 3 种角度与种植体周围黏膜炎、种植体周围炎的关系, 研究变量的预测能力用曲线下面积(area under the ROC curve, AUC)表示, $P < 0.05$ 表示差异有统计学意义。

2 结果

2.1 患者与种植体信息 该研究纳入了 73 例患者(男性 31 例, 女性 42 例), 121 个骨水平种植体。患者平均年龄 45 岁(范围 20~74 岁), 种植体平均负载时间为 22 个月(范围 13~48 个月), 种植体水平患病率为 PM1 为 23.1%, PM2 为 17.3%, PI 为 7.4%, 见表 1。

表 1 患者与种植体基本信息

Tab. 1 Basic information of patient and implant

Item	Number	Percentage (%)
Patient-based	73	
Sex		
Male	31	42.5
Female	42	57.5
Smoke		
Yes	14	19.2
No	59	80.8
Implant-based	121	
Implant system		
Anthogyr	67	55.4
Straumann	28	23.1
Dentium	26	21.5
Implant position		

Maxillary premola	7	5.8
Maxillary molar	44	36.3
Mandibular premolar	5	4.2
Mandibular molar	65	53.7
PM		
PM1	28	23.1
PM2	21	17.3
PI	9	7.4

2.2 位点层面分析 表 2 显示探诊出血 BOP 阳性位点有 93 个(12.8%)，菌斑指数 PLI 阳性位点有 190 个(26.2%)，并未探及化脓的位点。BOP、PLI 在 6 个位点间的分布无显著差异，探诊深度 PD 在远颊、远舌位点显著高于颊、舌位点(表 3，位点间成对比较采用 *bonferroni* 校正)；种植体平台处软组织厚度 T 与高度 H 在远颊、远舌位点和近颊、近舌位点显著高于颊、舌位点(表 4，位点组间成对比较采用 *bonferroni* 校正)。广义估计方程的结果表明，所有位点的 MEA、TA 和 BOP 之间存在相关性，见表 3；三种穿龈角度 (DA、MEA、TA) 与高度 H 呈负相关 ($P<0.05$)，见表 4。

表 2 位点水平的基本信息 [n (%), $\bar{x} \pm s$]

Tab. 2 Basic information at the site level [n (%), $\bar{x} \pm s$]

Item	B	L	MB	ML	DB	DL	Total($n=726$)
BOP	17(14.05)	17(14.05)	18(14.88)	13(10.74)	16(13.22)	12(9.91)	93(12.81)
PLI	30(24.79)	34(28.10)	33(27.27)	33(27.27)	33(27.27)	27(22.31)	190(26.17)
EP	25(20.66)	24(19.83)	26(21.49)	24(19.83)	22(18.18)	22(18.18)	143(19.70)
DA (°)	23.58(21.25)	23.35(18.62)	24.97(16.83)	25.60(17.94)	24.47(18.49)	25.08(17.17)	24.47(18.01)
MEA (°)	28.27(21.19)	25.85(23.56)	26.67(24.09)	19.82(21.55)	25.47(22.06)	23.08(23.64)	25.08(23.02)
TA (°)	31.93±11.47	30.41±10.06	29.63±9.35	29.74±9.42	30.78±11.36	29.46±9.87	30.32±10.29
PD(mm)	2.00(0.00)	2.00(1.00)	2.00(1.00)	2.00(1.00)	2.00(1.00)	2.00(1.00)	2.00(1.00)
T(mm)	3.95(2.30)	3.82(2.76)	5.22(2.70)	5.55(2.88)	5.54(2.74)	5.00(3.75)	4.80 (2.80)
H(mm)	3.09(1.61)	3.14(1.95)	3.86(1.89)	3.87(1.89)	3.6(1.78)	3.62(1.51)	3.54 (1.81)

The data for PLI and BOP in the table represents the number of positive indicators, while the data for EP represents the number of convex profile.

表 3 位点层面的单因素分析(结果变量: 探诊出血、菌斑指数、探诊深度)

Tab. 3 Univariate analysis at the site level (outcome variables: BOP, PLI, PD)

Variable	BOP			PLI			PD		
	OR	95%CI	P value	OR	95%CI	P value	β	95%CI	P value
Site									
DL	0.674	0.37 - 1.227	0.197	0.871	0.537 - 1.414	0.577	0.540	0.331 - 0.749	<0.001
DB	0.932	0.568 - 1.531	0.781	1.138	0.712 - 1.817	0.590	0.548	0.323 - 0.772	<0.001
ML	0.736	0.420 - 1.290	0.285	1.138	0.691 - 1.871	0.612	0.137	-0.042 - 0.316	0.133
MB	1.069	0.644 - 1.775	0.796	1.138	0.712 - 1.817	0.590	0.230	0.055 - 0.405	0.010
L	1.000	0.628 - 1.591	1.000	1.185	0.751 - 1.871	0.465	-0.017	-0.171 - 0.138	0.831
B	Ref			Ref			Ref		
EP									
Convex	0.869	0.518 - 1.459	0.596	1.717	1.091 - 2.700	0.019	-0.121	-0.295 - 0.054	0.176
Straight	0.820	0.487 - 1.380	0.455	1.104	0.663 - 1.836	0.704	0.114	-0.076 - 0.304	0.239
Concave	ref			ref			ref		
T	0.957	0.871 - 1.050	0.353	1.071	0.982 - 1.169	0.123	0.050	0.016 - 0.083	0.004
H	0.897	0.747 - 1.078	0.247	0.974	0.825 - 1.150	0.758	0.077	0.001 - 0.153	0.047
DA	1.015	0.987 - 1.043	0.309	1.008	0.989 - 1.028	0.406	-0.002	-0.011 - 0.007	0.671
MEA	1.017	1.003 - 1.032	0.021	1.000	0.991 - 1.010	0.980	-0.001	-0.006 - 0.003	0.578
TA	1.036	1.007 - 1.065	0.013	1.010	0.992 - 1.028	0.290	0.003	-0.007 - 0.012	0.601

Ref:reference.

表 4 位点层面分析 (结果变量: 种植体平台处黏膜厚度与黏膜高度)

Tab. 4 Univariate analysis at the site level [outcome variables: mucosal thickness (T) and mucosal height (H) at the implant platform]

Variable	H			T		
	β	95%CI	P value	β	95%CI	P value
Site						
DL	0.357	0.163 - 0.550	<0.001	1.773	1.289 - 2.258	<0.001
DB	0.423	0.253 - 0.594	<0.001	1.407	1.077 - 1.738	<0.001
ML	0.718	0.498 - 0.938	<0.001	1.906	1.511 - 2.301	<0.001
MB	0.679	0.460 - 0.899	<0.001	1.573	1.224 - 1.922	<0.001
L	-0.040	-0.260 - 0.180	0.721	0.243	-0.094 - 0.581	0.157
B	Ref			Ref		
Implant position						
Upper	0.776	0.393 - 1.159	<0.001	1.693	1.283 - 2.102	<0.001
Lower	Ref			Ref		
EP						
Convex	0.187	-0.080 - 0.454	0.170	0.123	-0.321 - 0.566	0.588
Straight	0.236	-0.078 - 0.549	0.141	0.150	-0.289 - 0.588	0.503
Concave	Ref			Ref		
DA	-0.027	-0.041 - -0.014	<0.001	-0.006	-0.024 - 0.012	0.502
MEA	-0.010	-0.017 - -0.003	0.007	0.004	-0.007 - 0.014	0.462

TA	-0.021	-0.032 - -0.009	0.001	0.001	-0.016 - 0.018	0.898
----	--------	-----------------	-------	-------	----------------	-------

Ref: reference.

2.3 种植体层面分析 该研究以种植体为单位计算了每种角度的平均值，在 Katafuchi et al^[8] 的研究中，小于 30° 被认为是正常穿龈角度，因此，使用 30° 作为临界值。统计分析（表 5）表明在考虑了吸烟、负载时间的因素下，大于 30° 的角度（MEA、TA）发生黏膜炎（PM1、PM2）的风险高于 ≤30° 的种植修复体（OR > 1, P < 0.05），TA > 30° 的种植修复体发生种植体周围炎 PI 的风险是 TA ≤ 30° 的种植修复体的 1.7 倍（P < 0.05）。ROC 曲线分析（图 4）表明，在 PM1 中，MEA 的 AUC 值大于 0.7；在 PM2 中，TA 与 MEA 的 AUC 值均大于 0.7；在 PI 中，TA 的 AUC 值大于 0.7。

表 5 种植体层面的多因素分析
Tab. 5 Multivariate analysis at the implant level

Variable	PM1			PM2			PI		
	Adjusted OR	95% CI	P value	Adjusted OR	95% CI	P value	Adjusted OR	95% CI	P value
DA									
> 30°	0.716	0.245 - 2.087	0.54	0.318	0.075 - 1.354	0.121	0.788	0.092 - 6.773	0.828
≤ 30°	Ref			Ref			Ref		
MEA									
> 30°	3.749	1.632 - 8.608	0.002	3.713	1.387 - 9.941	0.009	1.218	0.344 - 4.308	0.760
≤ 30°	Ref			Ref			Ref		
TA									
> 30°	3.552	1.550 - 8.140	0.003	4.394	1.434 - 13.463	0.010	1.758	1.072 - 2.884	0.026
≤ 30°	Ref			Ref			Ref		
EP									
Convex	2.614	0.950 - 7.191	0.063	1.796	0.627 - 5.141	0.275	2.726	0.708 - 10.5	0.145
Non-convex	Ref			Ref			Ref		
KMW	1.272	0.595 - 2.722	0.535	1.121	0.441 - 2.85	0.811	1.393	0.866 - 2.241	0.172
T	0.866	0.659 - 1.138	0.302	0.882	0.653 - 1.191	0.412	1.104	0.854 - 1.428	0.449
H	0.864	0.523 - 1.427	0.567	1.056	0.657 - 1.696	0.823	0.572	0.080 - 4.085	0.578

Ref: reference.

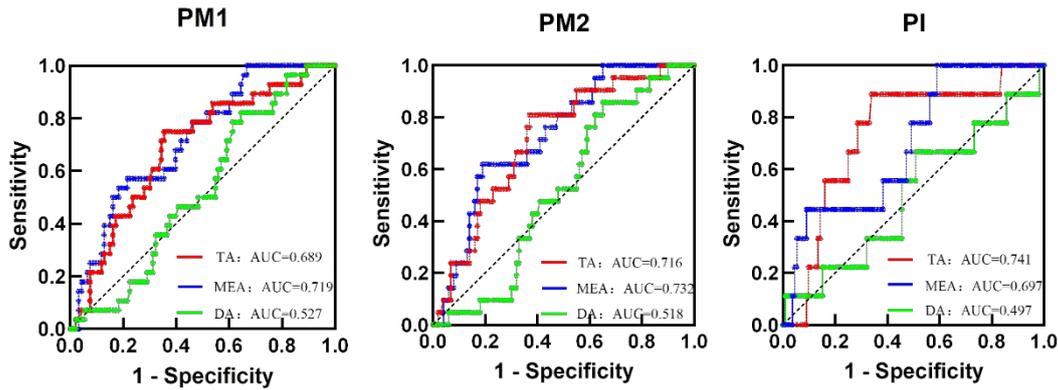


图 4 ROC 曲线分析穿龈角度 (DA、MEA、TA) 与种植体周围疾病 (PM1、PM2、PI) 的关系

Fig.4 ROC curve analysis of the relationship between emergence angle (DA, MEA, TA) and peri-implant diseases (PM1, PM2, PI)

3 讨论

本研究采用了光学印模与三维影像拟合的方法, 评估种植修复体的穿龈角度大小、穿龈轮廓形态, 以及种植体周围软组织尺寸, 分析它们是否与种植体周围黏膜炎、种植体周围炎有关。

种植体周围黏膜炎 PM1 的诊断标准由 2017 年牙周与种植体周围疾病世界研讨会提出^[11], 有研究^[15]表明探诊出血的发生易受探诊力量的影响, 所以很可能存在某位点探诊出血是由于外力创伤导致的, Herrera et al^[12]将 PM 定义为轻柔探诊时出现 2 个及以上位点出血或在任何位点线性、大量出血或化脓, 且没有因初始骨重塑以外导致的骨吸收。这也是诊断标准中种植体周围黏膜炎的第 2 种定义 (PM2), 本研究将种植体周围黏膜炎的两种定义都纳入广义估计方程分析, 以求对结果有更全面的解释。

TA 代表的是总体穿龈角度, 与 Katafuchi et al^[8]的研究使用根尖周 X 线片测量穿龈角度类似, 本研究显示大于 30° 的 TA 与 PM、PI 的存在显著相关, 符合之前的研究^[8]。这项研究中 TA 作为其他 2 种角度的对照, 进一步探究 MEA 与 DA 是否与种植体周围黏膜炎和种植体周围炎的发生有关。统计分析显示, TA 和 MEA 与两种方法定义的种植体周围黏膜炎均显著相关, ROC 曲线分析中, MEA 与 PM1、PM2 的 AUC 值均大于 0.7, 进一步验证了 MEA 影响种植体周围黏膜炎发生的可能性, 符合 Rungtanakiat et al^[13]的研究结果。MEA 代表修复体在黏膜边缘的穿龈角度, 属于整个穿龈区域的冠方, 此区域也是牙菌斑首先与种植体周围黏膜边缘接触的关键界面。有研究^[11]表明菌斑控制不良的患者发生种植体周围炎的

风险更高,随着菌斑的堆积,炎症将首先在种植体的黏膜边缘表现出来,因此,Rungtanakiat et al^[13]与 Pelekos et al^[6]所描述的穿龈角度侧重于修复体穿龈的冠方区域。Katafuchi et al^[8]研究表明凸形穿龈轮廓对种植体周围炎发生有显著影响,但本研究凸形组与种植体周围炎的多因素分析 P 值大于 0.05,这可能是由于研究中种植体周围炎的患病率较低,未能解释穿龈轮廓形态与种植体周围炎之间可能存在的联系。

三种穿龈角度与 H 的分析结果表明,穿龈角度可能是影响种植体平台处黏膜高度的一个重要因素,任何一种角度的增大都与黏膜高度降低相关,符合 Rungtanakiat et al^[16]的研究结果。其次,厚度 T 与高度 H 在上下颌骨之间有显著区别,高度 H 和探诊深度 PD 显著相关,这些符合 Pelekos et al^[6]的研究结果。此外有学者^[14]研究表明角化龈宽度 KMW 少于 2 mm 或缺失增大了黏膜炎的风险,但本研究 121 例种植修复体中 96%的种植体颊部 $KMW \geq 2$ mm,并未分析出 KMW 与种植体周围疾病可能存在的关联。

相较于以往类似研究不同的是:第一,本研究采用三维测量方法,在 X 线片的基础上再现了软组织的轮廓;第二,角度测量没有使用切线,对于冠边缘凸度较大的修复体,轮廓切线的切点往往会在冠边缘上,这可能会夸大穿龈角度数值。本研究的局限性在于第一,观察期较短,无法全面探讨 MEA、DA 与种植体周围炎之间可能的潜在联系;第二,没有考虑种植体的近远中向、颊舌向位置对结果可能造成的影响。后续会延长观察时间,继续探索与种植体周健康有关的影响因素。

参考文献

- [1] 李趁趁, 夏 荣, 庞诗梦, 等. 基台表面抗菌涂层 PDMS-CHXG 的构建及抗菌性能的研究 [J]. 安徽医科大学学报, 2022, 57(10): 1542-6. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.10.006.
- Li C C, Xia R, Pang S M, et al. The research of PDMS-CHXG coating construction and antibacterial properties on abutment surface[J]. Acta Univ Med Anhui, 2022, 57(10): 1542-6. doi:10.19405/j.cnki.issn1000-1492.2022.10.006.
- [2] Zhao R, Zhao W, Huang J, et al. Prevalence and risk factors of peri-implant disease: a retrospective case-control study in western China[J]. Int J Environ Res Public Health, 2022, 19(19): 12667. doi:10.3390/ijerph191912667.

- [3] Mattheos N, Janda M, Acharya A, et al. Impact of design elements of the implant supracrestal complex (ISC) on the risk of peri-implant mucositis and peri-implantitis: a critical review[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2021, 32(Suppl 21): 181-202. doi:10.1111/clr.13823.
- [4] Yi Y, Koo K T, Schwarz F, et al. Association of prosthetic features and peri-implantitis: a cross-sectional study[J]. *J Clin Periodontol*, 2020, 47(3): 392-403. doi:10.1111/jcpe.13251.
- [5] Tonetti M S, Sanz M, Avila-Ortiz G, et al. Relevant domains, core outcome sets and measurements for implant dentistry clinical trials: the Implant Dentistry Core Outcome Set and Measurement (ID-COSM) international consensus report[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2023, 34(Suppl 25): 4-21. doi:10.1111/clr.14074.
- [6] Pelekos G, Chin B, Wu X, et al. Association of crown emergence angle and profile with dental plaque and inflammation at dental implants[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2023, 34(10): 1047-57. doi:10.1111/clr.14134.
- [7] Dixon D R, London R M. Restorative design and associated risks for peri-implant diseases[J]. *Periodontol 2000*, 2019, 81(1): 167-78. doi:10.1111/prd.12290.
- [8] Katafuchi M, Weinstein B F, Leroux B G, et al. Restoration contour is a risk indicator for peri-implantitis: a cross-sectional radiographic analysis[J]. *J Clin Periodontol*, 2018, 45(2): 225-32. doi:10.1111/jcpe.12829.
- [9] Su H, Gonzalez-Martin O, Weisgold A, et al. Considerations of implant abutment and crown contour: critical contour and subcritical contour[J]. *Int J Periodontics Restorative Dent*, 2010, 30(4): 335-43.
- [10] Strauss F J, Gil A, Smirani R, et al. The use of digital technologies in peri-implant soft tissue augmentation - A narrative review on planning, measurements, monitoring and aesthetics[J]. *Clin Oral Implants Res*, 2024, 35(8): 922-38. doi:10.1111/clr.14238.
- [11] Berglundh T, Armitage G, Araujo M G, et al. Peri-implant diseases and conditions: consensus report of workgroup 4 of the 2017 World Workshop on the Classification of Periodontal and Peri-Implant Diseases and Conditions[J]. *J Clin Periodontol*, 2018, 45(Suppl 20): S286-91. doi:10.1111/jcpe.12957.
- [12] Herrera D, Berglundh T, Schwarz F, et al. Prevention and treatment of peri-implant diseases-The EFP S3 level clinical practice guideline[J]. *J Clin Periodontol*, 2023, 50(Suppl 26): 4-76. doi:10.1111/jcpe.13823.

- [13] Rungtanakiat P, Thitaphanich N, Chengprapakorn W, et al. Association of prosthetic angles of the Implant Supracrestal Complex with peri-implant tissue mucositis[J]. *Clin Exp Dent Res*, 2023, 9(3): 425-36. doi:10.1002/cre2.750.
- [14] Mancini L, Strauss F J, Lim H C, et al. Impact of keratinized mucosa on implant-health related parameters: a 10-year prospective re-analysis study[J]. *Clin Implant Dent Relat Res*, 2024, 26(3): 554-63. doi:10.1111/cid.13314.
- [15] Dukka H, Saleh M H A, Ravidà A, et al. Is bleeding on probing a reliable clinical indicator of peri-implant diseases?[J]. *J Periodontol*, 2021, 92(12): 1669-74. doi:10.1002/JPER.20-0890.
- [16] Rungtanakiat P, Thitaphanich N, Janda M, et al. Association of peri-implant mucosa dimensions with emergence profile angles of the implant prosthesis[J]. *Clin Exp Dent Res*, 2024, 10(4): e939. doi:10.1002/cre2.939.