临床研究 DOI：10.13406/j.cnki.cyxb.003550

新型超声工作尖对离体牙根面的影响

欧剑秋[1]，陈晓涛[2]
（1.石河子大学医学院口腔医学系，石河子 830003；2.新疆维吾尔自治区人民医院口腔科，乌鲁木齐 830001）

【摘 要】目的：评价新型超声工作尖对牙根面的影响，为其临床应用提供依据。**方法：**收集因重度牙周炎无法保留需拔除的前牙27颗，随机分为3组：新型超声工作尖组（n=9）、DENTSPLY超声工作尖组（n=9）、EMS超声工作尖组（n=9）。处理前利用表面粗糙度测量仪测量3组离体牙牙根表面粗糙度。体外模拟牙周基础治疗操作，去净离体牙表面牙结石后再次测量牙根表面粗糙度。制成牙切片通过扫描电镜法观察镜下牙根面形态。3组样本牙根粗糙度的组间对比使用方差分析，事后检验使用最小显著性差异法（least significant difference，LSD），组内对比采用配对t检验，以P<0.05为差异具有统计学意义。采用SPSS 24.0对数据进行分析。**结果：**根面粗糙度检测结果：3组样本的牙根粗糙度变化值有显著差异，EMS超声工作尖组表面粗糙度值较处理前下降最小，其次是DENTSPLY超声工作尖，新型超声工作尖表面粗糙度值较处理前下降最显著（P<0.001）。扫描电镜观察：使用EMS超声工作尖进行牙周基础治疗后的牙根面形态最不完整，可见细小凹坑状缺损，部分区域有牙骨质剥脱和穿凿孔洞，有较多的玷污层和碎屑残留；使用DENTSPLY超声工作尖进行牙周基础治疗后的离体牙根面相较于EMS超声工作尖组更光滑，有玷污层和少许碎屑残留，表面可见细小裂纹，牙根面不连续；使用新型超声工作尖进行牙周基础治疗后的离体牙根面较DENTSPLY超声工作尖组更为平整，牙骨质形态结构清晰、完整、连续，有少量线性划痕，未见明显牙骨质剥脱或凿孔。**结论：**新型超声工作尖进行牙周基础治疗后，牙根表面光滑；新型超声工作尖对牙根面损伤小，是理想的超声工作尖。

【关键词】牙周炎；牙周基础治疗；表面粗糙度；扫描电镜；新型超声工作尖
【中图分类号】R781.4 **【文献标志码】**A **【收稿日期】**2024-05-06

Effect of new ultrasonic scaler tip on tooth root surface *in vitro*

Ou jianqiu[1]，*Chen Xiaotao*[2]
（*1. Department of Stomatology，School of Medicine，Shihezi University；2. Department of Stomatology，People's Hospital of Xinjiang Uygur Autonomous Region*）

【Abstract】*Objective*：To evaluate the effect of new ultrasonic scaler tip on tooth root surface and to provide a basis for its clinical application. ***Methods*：**A total of 27 anterior teeth that needed to be extracted due to severe periodontitis were collected and randomly divided into three groups：the new ultrasonic scaler tip group（n=9），DENTSPLY ultrasonic scaler tip group（n=9），and EMS ultrasonic scaler tip group（n=9）. Before treatment，the surface roughness of the three groups of extracted teeth roots was measured with the surface roughness measuring instrument. Initial periodontal therapy was simulated *in vitro*. The tooth root surface roughness was measured again after removing the calculus on the extracted tooth surface. Tooth sections were prepared for observation of the root surface morphology using scanning electron microscopy. Analysis of variance was used for inter-group comparison of root roughness. Least significant difference method was used for post hoc test. Paired t-test was used for intra-group comparison. A P value of <0.05 indicated a statistically significant difference. SPSS 24.0 was used for data analysis. ***Results*：**1. Root surface roughness test showed a significant difference in the changes of roughness among the three groups. The surface roughness of EMS ultrasonic scaler tip group decreased the least compared with that before treatment，followed by DENTSPLY ultrasonic scaler tip group. The surface roughness of the new ultrasonic scaler tip group showed the most significant decrease compared with that before treatment（P<0.05）. 2. Scanning electron microscope observation showed that the morphology of the root surface after initial periodontal therapy with EMS ultrasonic scaler tip was the most incomplete，with small pit-like defects，cementum denudation and drilling holes in some areas，and abundant smear layers and debris residues. Compared with the EMS ultrasonic scaler tip group，the extracted root surface after initial periodontal therapy with DENTSPLY ultrasonic scaler tip was smoother，with less smear layer and a few debris residues，fine cracks on the surface，and discontinuous root surface. After initial periodontal therapy with the new ultrasonic scaler tip，the extracted root surface was more flat than that of DENTSPLY ultrasonic scaler tip group，with clear，com-

作者介绍：欧剑秋，Email：1870313438@qq.com，研究方向：牙周病学。
通信作者：陈晓涛，Email：xiaotaochen@163.com。
基金项目：新型超声工作尖的临床应用研究及新疆地区重度牙周炎患者牙周-种植系统治疗模式的建立（编号：2021E02071）。
优先出版：https://link.cnki.net/urlid/50.1046.R.20240717.1345.026（2024-07-17）

plete, and continuous cementum morphology and structure, a few linear scratches, and no obvious cementum denudation or drilling holes. ***Conclusion***: The extracted tooth root surface is smooth after initial periodontal therapy using the new ultrasonic scaler tip. The new ultrasonic scaler tip is the ideal ultrasonic scaler tip with less damage to the tooth root surface.

【Key words】periodontitis; initial periodontal therapy; surface roughness; scanning electron microscopy; new ultrasonic scaler tip

牙周病是我国发病率较高的疾病[1-2]。2018年第4次全国口腔健康流调数据显示，在成年人中牙周病发病率高达90%以上[3-4]。牙周病的始动因子是龈下菌斑，最重要的局部促进因素是龈下牙结石[5]。因此，破坏牙周致病微生物菌群，并延缓细菌的再定植是牙周基础治疗的关键，也是牙周系统治疗的核心原则。

牙周基础治疗的主要方式是通过机械的方法去除菌斑与结石。近年来，国内外学者进行了大量研究，研发了各种新型超声器械以及工作尖，为临床提供了多种高效治疗的选择。超声器械的改良创新，主要集中在工作尖形态设计上，包括工作尖的直径及横截面形状的改良[6]。本实验使用的新型超声工作尖所属的牙周超声治疗仪，属于压电陶瓷式新型超声设备，它的超声工作尖与常规超声工作尖相比，采用钛合金制作，外形呈光滑的椭圆柱状，制造轴线呈直线，采用线性运动方式，可以很好地模拟手工刮治的方向与角度[7]。本文章通过定量的牙根表面粗糙度检测和定性的扫描电镜检测，对新型超声工作尖与目前临床上普遍应用的EMS超声工作尖、DENTSPLY超声工作尖进行对比，探究3种超声工作尖用于牙周炎的超声治疗时对牙根面的损伤情况，为新型工作尖的临床的进一步应用提供依据。

1 资料与方法

1.1 研究对象

选取就诊于新疆维吾尔自治区人民医院口腔科门诊的牙周炎患者27例（每名患者取1颗患牙），男性患者17例，女性患者10例，年龄范围37～61岁，将患者按就诊序号编号，从随机数表中取随机数，由小到大排序后随机分为3组，年龄没有组间差异。本研究来源于新型超声工作尖的临床应用研究及新疆地区重度牙周炎患者牙周-种植系统治疗模式的建立（项目编号：2021E02071）。通过新疆维吾尔自治区人民医院伦理委员会伦理审查（伦理批件号：KY2022072265）。登记患者一般情况，签署牙拔除术知情同意书和生物样本采集知情同意书。

1.2 样本选择

1.2.1 纳入标准 因重度牙周炎无法保留而拔除的患牙，作为离体牙的纳入标准：①患者6个月以内未做过牙周基础治疗（洁治、刮治及根面平整）或牙周手术；②患牙根面完好无损，无龋坏、楔状缺损、隐裂及根折等损坏；③牙根面牙石数量基本相等且均匀，分布位置与颊舌、近远中向相似，且于根尖1/3、根中1/3、根颈1/3处均有分布。

1.2.2 排除标准 ①患者存在高血压、糖尿病、心脏病、呼吸道疾病、肝肾疾病等全身系统性疾病；②女性患者在月经期或妊娠期，不符合拔牙适应证；③患牙有牙外伤，存在根折、纵裂等牙根损伤；④根面龋、牙隐裂等其他损伤。

1.2.3 样本量估计 n代表每组样本量。该研究为多组均值对比设计，使用PASS 15.0软件的单因素方差分析模块计算样本量，设置因素间检验效能为90%，因素间检验水准为0.05，代入预实验牙根粗糙度数据（每组3例）：预实验3组牙根实验前后差值的均值分别是：20.025、15.348、10.085；标准差：0.404、0.475、0.031；设置组间样本量均衡。计算原理根据Desu M等[8-10]的描述，软件设置参考刘一松[11]的研究，计算后的样本量为每组各3例，即$n_1=n_2=n_3=3$例，一共需纳入9例。实际上每组纳入了9例，共纳入27例。所有纳入离体牙均完成实验，没有实验中损坏或弃用的离体牙。

1.3 技术路线图

根据纳入排除标准收集离体牙27颗，随机分为新型超声工作尖组（n=9）、DENTSPLY超声工作尖组（n=9）、EMS超声工作尖组（n=9）。处理前测量3组牙根表面粗糙度。体外模拟牙周基础治疗操作，去净表面牙结石后再次测量牙根表面粗糙度。制成牙切片通过扫描电镜法观察镜下牙根面形态。图1为本实验技术路线图。

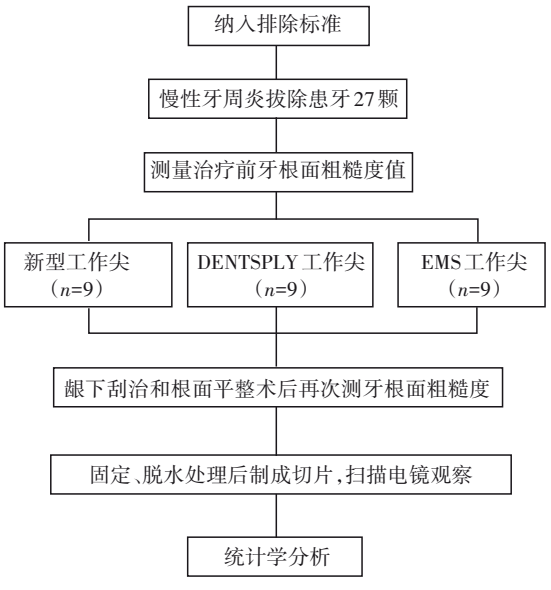


图1 新型超声工作尖对离体牙根面影响的技术路线图

1.4 试验内容与方法

1.4.1 样本采集与处理

1.4.1.1 离体牙的收集 按照纳入、排除标准收集离体牙共27颗，使用生理盐水冲洗干净牙根面血渍，去除牙根面软组织（包括牙周膜、肉芽组织等软组织），放入无菌生理盐水中，于4 ℃冰箱保存备用。

1.4.1.2 离体牙的分组及处理 将27颗离体牙使用简单随机方法分为3组，分别为A组：新型超声工作尖组（n=9）、B组：DENTSPLY超声工作尖组（n=9）、C组：EMS超声工作尖组（n=9）。A组使用新型超声工作尖（河北康楚佳医疗设备有限公司，工作尖型号AZ801）模拟口内治疗，设置超声工作装置功率为30 W、出水量为80 mL/min（无菌蒸馏水），使用改良执笔式握持洁治器手柄，新型超声工作尖与离体牙根面呈平行，工作尖移动方向从牙齿根方至冠方，进行往复式线性移动刮治。B组采用DENTSPLY超声工作尖（美国登士柏公司），同样的设置仪器功率为30 W、出水量80 mL/min（无菌蒸馏水），使用改良执笔式握持洁治器手柄，DENTSPLY超声工作尖与离体牙根面呈平行，做由牙根方向牙冠方的往复式线性移动刮治。C组使用EMS超声工作尖（瑞士EMS），同样设置仪器功率为30 W、出水量80 mL/min（无菌蒸馏水），使用改良执笔式握持洁治器手柄，工作尖与离体牙根面呈平行，由根方向冠方进行往复式线性移动刮治。上述A、B、C 3组治疗后肉眼观察牙根面均无牙结石残留。

1.4.2 粗糙度检测 统一检测离体牙颊侧面粗糙度。将距离釉牙骨质界（cementoenamel junction，CEJ）1 mm以下至根尖区域，平均划分为3个长度相等的四边形区域分别为根颈1/3、根中1/3和根尖1/3。选取每个区域中心点及其左右两侧1 mm点位，共计3点。使用表面粗糙度测量仪（形状测量激光显微系统，日本Keyence公司VK-X1000型号）检测每颗离体牙牙根颈1/3、根中1/3、根尖1/3区域内3个点位的粗糙度值，结果取平均值，代表每颗离体牙根颈1/3、中1/3和根尖1/3的平均粗糙度。

1.4.3 扫描电镜样本制备及观察 将离体牙固定于石膏模型中，使用NSK高速涡轮机（德国西诺德公司）与MANI金刚砂车针（日本马尼株式会社，尖端直径1.0 mm）于釉牙骨质界1 mm以下，牙根颈、中、尖1/3处分别截取大小约2 mm×3 mm的牙根面，砂纸摩擦牙切片的高速涡轮机切割面，至切片厚度约为2 mm，底部平整，无菌生理盐水冲洗，2.5%戊二醛溶液（上海浦予工业科技有限公司）固定3 h。25%、50%、75%、100%乙醇梯度脱水4 h；75%、100%叔丁醇梯度脱水2 h。DHG-9030A恒温干燥机（上海精宏实验设备有限公司）真空干燥12 h。观察面喷金后进行扫描电子显微镜操作，观察牙根切片形态。评价指标：牙根面平整度、光滑度、牙骨质损伤情况、牙根面划痕、裂缝和可能存在的玷污层、等残留物。

1.5 质量控制

离体牙采集由1名牙周科医师完成，严格按照纳入排除标准收集离体牙。离体牙的处理，包括牙根面处理及扫描电镜样本制备均由1名医师完成。离体牙操作过程中，去除根面软组织、砂纸打磨平整时避免触碰、损伤牙根面。

1.6 统计学方法

采用SPSS 24.0统计软件进行数据分析。符合正态分布的计量资料以均数±标准差（$\bar{x}\pm s$）表示，不符合正态分布的计量资料以中位数M_d（P_{25}，P_{75}）表示，计数资料采用频数、百分比或构成比来进行统计描述。3组样本牙根粗糙度的组间对比使用单因素方差分析，组间两两比较采用LSD-t法进行，组内对比采用配对t检验。检验水准α=0.05。

2 结 果

2.1 牙根粗糙度改变情况

2.1.1 牙根粗糙度基线值 表1结果显示，新型超声工作尖、DENTSPLY超声工作尖、EMS超声工作尖3组样本的牙根粗糙度在工作尖处理前无差别，差异无统计学意义，说明实验样本在处理前具有可比性（F=0.314，P=0.733）。

表1 牙根粗糙度基线值对比

组别	牙根粗糙度	F值	P值
新型工作尖（n=9）	30.55±0.29	0.314	0.733
DENTSPLY工作尖（n=9）	30.50±0.22		
EMS工作尖（n=9）	30.60±0.25		

2.1.2 不同工作尖处理后牙根面粗糙度变化 工作尖处理后，3组样本的牙根粗糙度存在差异，使用LSD法进行检验分析后，EMS超声工作尖处理后离体牙根面粗糙度最大，DENTSPLY超声工作尖处理后离体牙根面粗糙度较小，新型超声工作尖处理后离体牙根面粗糙度最小，差异具有统计学意义（F=3 110.824，P<0.001）。见表2。

表2 干预后牙根粗糙度对比

组别	牙根粗糙度	F值	P值
新型工作尖（n=9）	10.42±0.34	3 110.824	<0.001
DENTSPLY工作尖（n=9）	15.09±0.22		
EMS工作尖（n=9）	20.70±0.26		

2.1.3 处理前后牙根粗糙度变化程度 表3结果显示，在处理后，3组样本的牙根粗糙度变化值存在差异，EMS超声工作尖处理后离体牙根面粗糙度下降值最小，DENTSPLY超声工作尖处理后牙根面粗糙度下降值较多，新型超声工作尖处理后离体牙根面粗糙度值下降最为显著，差异具有统计学意义（F=1 655.951，P<0.001）。

表3 干预前后牙根粗糙度变化程度对比

组别	牙根粗糙度变化值	F值	P值
新型工作尖（n=9）	20.12±0.44	1 655.951	<0.001
DENTSPLY工作尖（n=9）	15.41±0.31		
EMS工作尖（n=9）	9.89±0.37		

2.1.4 不同工作尖处理前后牙根粗糙度组内分析 组内分析结果显示，在EMS超声工作尖组中，处理后的牙根粗糙度显著低于处理前，差异具有统计学意义（t=79.695，P<0.001）；在DENTSPLY工作尖组中，处理后的牙根粗糙度显著低于处理前，差异具有统计学意义（t=150.454，P<0.001）；新型超声工作尖组中，处理后的牙根粗糙度显著低于处理前，差异具有统计学意义（t=136.833，P<0.001）。综上所述，3种工作尖处理牙根面均能有效降低牙根粗糙度（表4，图2）。

表4 干预前后牙根粗糙度组内分析

组别（n=9）	干预前	干预后	t值	P值
新型工作尖	30.55 ± 0.29	10.42 ± 0.34	136.833	<0.001
DENTSPLY工作尖	30.50 ± 0.22	15.09 ± 0.22	150.454	<0.001
EMS工作尖	30.60 ± 0.25	20.70 ± 0.26	79.695	<0.001

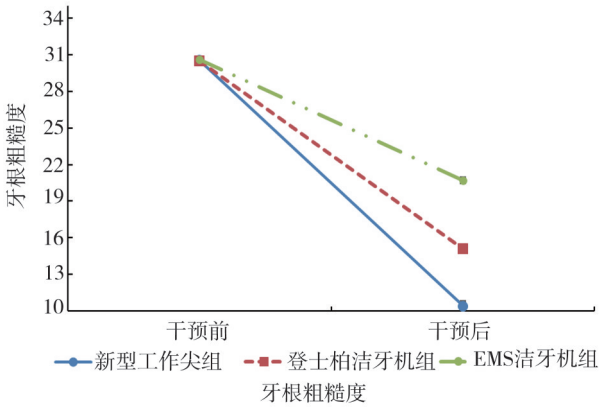


图2 干预前后牙根粗糙度

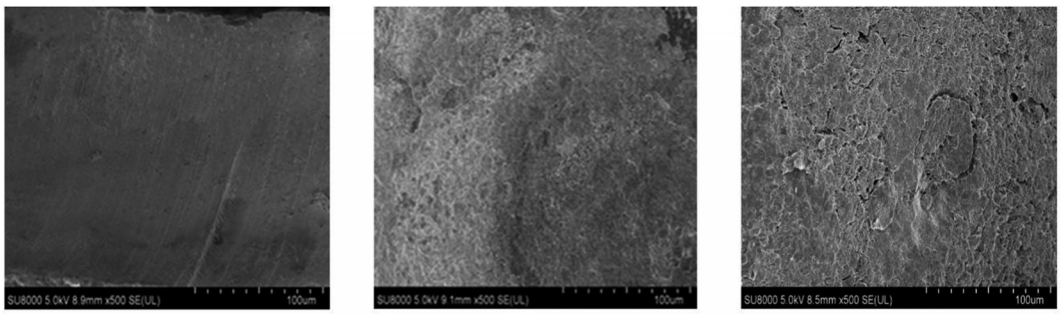
2.2 扫描电镜结果

3组牙根面切片处理完成后，分别于500倍、1 000倍、1 500倍扫描电镜下观察并拍摄图像，形态如图3~5所示。图6是正畸拔除的健康牙扫描电镜下牙根表面形态。

各组牙根切片扫描电镜下图片描述：A组（新型超声工作尖组）：根面较为平整，形态结构清晰、完整、连续，可见少量线性划痕，未见明显牙骨质剥脱或穿凿。B组（DENTSPLY工作尖组）：根面不光滑，牙骨质结构不清晰，有玷污层和碎屑残留，可见细小裂纹，根面不连续；C组（EMS工作尖组）：根面形态不完整，可见细小凹坑状缺损，部分区域有牙骨质剥脱，有较多的玷污层和碎屑残留。正畸拔除健康牙根：根面结构完整，可见鱼鳞状牙骨质结构。

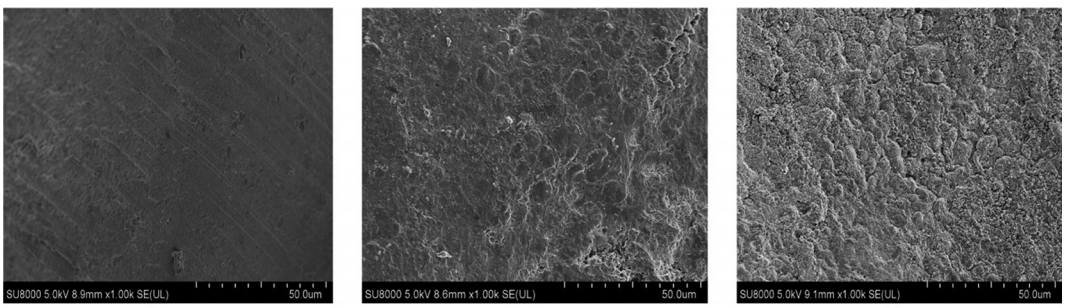
3 讨 论

牙周炎在我国成年人中患病率高于90%[3]，与糖尿病等多种全身系统性疾病密切相关[1]。牙周炎主要是由革兰氏阴性菌在龈下定植、增殖、感染引起的牙周支持组织的破坏性疾病[12]。龈下菌斑包括以革兰氏阴性菌为主的附着在牙根表面的菌丛，和游离于龈沟液中的菌群。龈沟液中富含糖蛋白等营养成分，为细菌的繁殖提供了有利的条件，细菌内毒素及其分泌的代谢产物，如白细胞介素-1（interleukin-1，IL-1）、白细胞介素-6（interleukin-6，IL-6）、肿瘤坏死因子（tumor necrosis factor，TNF）等



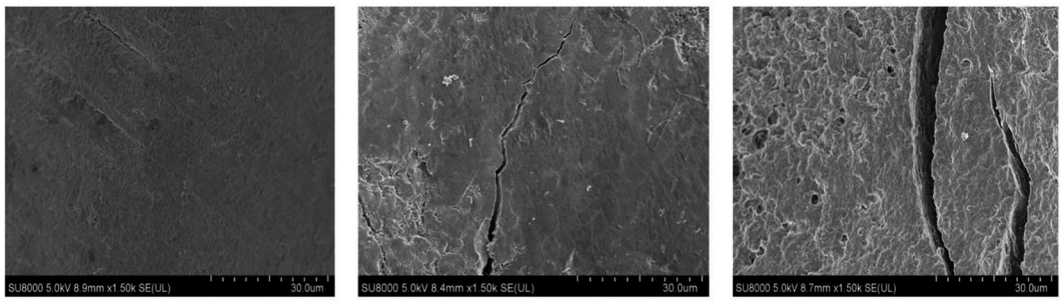
A. 新型工作尖组 B. DENTSPLY组 C. EMS组

图3 牙根切片扫描电镜照片SEM（500×）



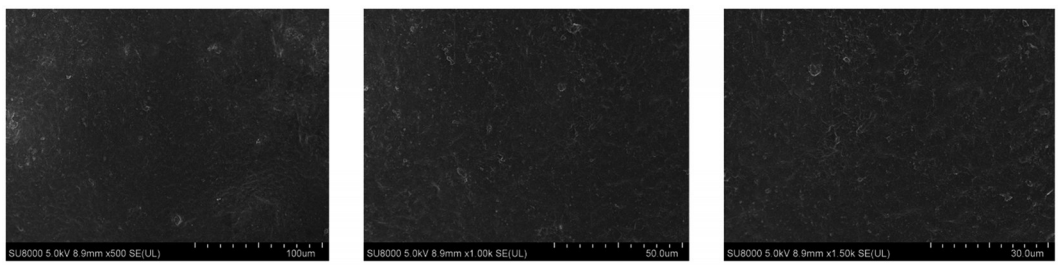
A. 新型工作尖组 B. DENTSPLY组 C. EMS组

图4 牙根切片扫描电镜照片SEM（1 000×）



A. 新型工作尖组　　B. DENTSPLY组　　C. EMS组

图5　牙根切片扫描电镜照片 SEM（1 500×）



正畸拔除健康牙根 (500×)　　正畸拔除健康牙根 (1 000×)　　正畸拔除健康牙根 (1 500×)

图6　正畸拔除健康牙根切片扫描电镜照片

炎症因子可以诱导宿主炎性反应，从而导致牙周组织的损失与破坏[13]。对于附着性龈下菌斑，早期学者研究认为细菌内毒素与牙根表面紧密结合[14]。有研究表明，口腔内硬组织的表面粗糙度对牙菌斑生物膜中细菌的附着与繁殖起着重要作用。已经证实，粗糙度的增加会导致细菌黏附增强，促进菌斑生物膜的成熟[15]。根据 Bollen CM 等[16]的研究，牙根表面粗糙度从 0.2 μm 增加到 0.8 μm，会显著影响菌斑生物膜的形成。而在 0.2 μm 以下，对菌斑生物膜的影响不显著。因此，小于 0.2 μm 的粗糙度被视为粗糙度阈值。有研究指出[17]，传统机械抛光难以使牙根面完全光滑，而采用新型抛光碟可使牙根面粗糙度降低到 0.2 μm 阈值及以下。因此在临床牙周治疗中，使用新型工作尖进行龈下刮治后，推荐使用新型抛光碟抛光治疗后的根面，获得理想的根面粗糙度。牙结石和菌斑生物膜不仅仅沉积在牙根表面，还会不同程度嵌入牙骨质中，将病变牙骨质作为内毒素的储存库[18]。病变的牙根表面或存在玷污层，无法为细胞附着提供有利的环境[19]。在龈下刮治术和根面平整术过程中，患牙牙根表面会反复被感染的牙骨质、细菌毒素、菌斑和牙石残留物组成的玷污层覆盖[20-21]。而去除龈下菌斑、牙结石和病变牙骨质的主要目的是促进牙周膜向龈下刮治和根面平整术后的牙根表面迁移而形成新的上皮附着。在大多数情况下，玷污层会干扰新的上皮附着地形成[22-23]。龈下清创术形成的玷污层，使牙根表面与牙周细胞之间形成屏障，改变牙周愈合过程[24]。根据 Brännström M 等[25]的研究，在扫描电镜下，玷污层表现为无定形、粒状和不规则。Goldman M 等[26]报道其厚度在 1~5 μm 之间，实际厚度取决牙周龈下刮治工作尖的类型。为了形成新附着，成纤维细胞需接触牙根表面，形成新的纤维束埋入牙骨质，否则将形成长接合上皮（long junctional epithelium，LJE）。清除龈下菌斑、牙结石和病变的牙骨质，减少或延缓牙周膜龈下菌斑的附着和成熟，防止牙周致病菌重新定植到牙周袋，是治疗牙周病的基础和关键[27]。

牙周基础治疗的目标是使牙根表面具有生物相容性，以获得最佳愈合和更好的临床预后[28]。传统手工龈下刮治由于治疗时间长、刮治使用的力度较大、术后患者敏感、难以维持治疗，其效果受到限制[29]。随着超声应用技术和仪器制造技术的发展，超声龈下刮治成为临床上常用的方法。近年来为实现无痛、微创的牙周治疗，多种新型超声器械以及工作尖被引入临床牙周治疗中。牙周超声器械的不同，体现在工作原理、工作尖的运动方式与外形结构的不同。不同的超声器械各有优缺点。有学者比对矢量线性运动工作尖与椭圆形轨迹运动

工作尖，认为在使用矢量线性轨迹的工作尖进行龈下刮治时，牙骨质损伤较小，患者视觉模拟评分（visual analogue scale，VAS）评分低，舒适度较好[30]。在工作原理方面，有研究表明，磁伸缩式超声器械龈下刮治所用时间短于压电陶瓷式超声器械，然而，磁伸缩式工作尖刮治过程中引起的根面损伤却较重[31]。这可能是因为磁伸缩式工作尖振动呈无序态，运动轨迹不规则，而压电陶瓷式超声工作尖运动方向平行于牙面，呈线性震荡。因此有学者推荐，磁伸缩式超声工作尖适用于去除厚而硬的龈下牙石，而压电陶瓷式超声工作尖适用于常规牙周基础治疗与牙周维护治疗[32]。本实验研究对象是离体牙，目的是比较3种不同的超声龈下工作尖对牙根面的影响。超声工作尖产生的工作效能随工作尖位移幅度的增大而增强，而过大的功率虽然有利于去除牙结石和牙菌斑，但也不可避免带来更多的牙骨质丢失。牙骨质的过度损伤则有利于细菌在牙根表面的重新定植。因此，本实验设置3组超声工作尖均使用额定功率、出水量80 mL/min（无菌蒸馏水），参考临床牙周基础治疗时常用超声工作尖的功率与出水量设置，控制变量的同时，使得离体牙处理更接近实际临床操作，结果更具有普适性。有学者使用扫描电镜观察经Odontogain和Prophy Max超声治疗仪处理后的离体牙根面，均发现少量散在牙石残留，存在细微穿凿裂纹[33]；有学者使用扫描电镜观察经Vector牙周治疗系统和EMS超声治疗仪刮治后的离体牙根面，发现经Vector处理后的根面牙骨质结构仍然较为完整清晰，存在少量裂纹，而经EMS处理后的离体牙根面可见玷污层残留[31]，这与本实验EMS组实验结果相一致。本实验研究结果表明，使用新型超声工作尖处理后离体牙根面未发现牙石残留与根面穿凿，未见明显牙骨质裂痕。对比上述既往研究结果与本研究结果发现，相较于临床常用的压电陶瓷式EMS超声治疗仪与磁伸缩式Odontogain超声治疗仪，新型超声工作尖对根面损伤更小。这可能与新型工作尖形态光滑呈椭圆柱状，运动轨迹为线性运动有关[7]。在外形上，DENTSPLY超声工作尖与EMS超声工作尖所配套的超声设备没有固定的储液罐，不能随时更换冲洗液，需要外接进水系统。新型超声工作尖配套的超声龈下工作装置携带有储液盒，可以更换不同类型的冲洗液，大大提高了临床疗效，使得在龈下刮治的同时能够进行牙周荡洗，缩短治疗流程与时间，提高了治疗效率；并且新型超声工作尖采用分节设计，内置通液管，在顶端形成出液开口，能够将药物，包括西帕依固龈液渗透进其他冲洗器械难以到达的根分叉区、牙周袋底，提高了药物在牙根面的覆盖面积，减少喷溅产生的气溶胶污染。有学者通过研究证实，在牙周基础治疗阶段，使用新型超声工作尖能够减小患牙的探诊深度，增加临床附着水平，联用以没食子为主要有效成分的冲洗液还能够进一步降低龈沟液（gingival crevicular fluid，GCF）中福赛坦氏菌丰度值[34]。本研究结果证实，新型超声工作尖相较于目前临床上常用的EMS工作尖和DENTSPLY工作尖，对牙根面牙骨质的创伤更小，刮治后的牙根面更光滑，有利于减少牙菌斑定植，能够提高临床上牙周治疗的疗效，与已有的研究结果形成互补。因此，在牙周治疗中推荐选择新型工作尖。

由于本研究比较的超声工作尖仅限于新型超声工作尖、EMS超声工作尖和DENTSPLY超声工作尖，不能代表其他临床上使用的所有的牙周治疗仪及工作尖的效果。并且本项实验属于体外实验，样本量较小，代表性尚有不足，以后需通过大样本、多中心的临床随机对照试验进一步研究。

参 考 文 献

[1] Sanz M, Ceriello A, Buysschaert M, et al. Scientific evidence on the links between periodontal diseases and diabetes: consensus report and guidelines of the joint workshop on periodontal diseases and diabetes by the International Diabetes Federation and the European Federation of Periodontology[J]. J Clin Periodontol, 2018, 45(2): 138-149.

[2] Kassebaum NJ, Bernabé E, Dahiya M, et al. Global burden of severe periodontitis in 1990-2010: a systematic review and meta-regression[J]. J Dent Res, 2014, 93(11): 1045-1053.

[3] Campbell L, Millhouse E, Malcolm J, et al. T cells, teeth and tissue destruction - what do T cells do in periodontal disease?[J]. Mol Oral Microbiol, 2016, 31(6): 445-456.

[4] Lubberts E, van den Bersselaar L, Oppers-Walgreen B, et al. IL-17 promotes bone erosion in murine collagen-induced arthritis through loss of the receptor activator of NF-kappa B ligand/osteoprotegerin balance[J]. J Immunol, 2003, 170(5): 2655-2662.

[5] Ho JY, Yeo BS, Yang XL, et al. Local and systemic expression profile of IL-10, IL-17, IL-27, IL-35, and IL-37 in periodontal diseases: a cross-sectional study[J]. J Contemp Dent Pract, 2021, 22(1): 73-79.

[6] 陈 斌，闫福华. 重度牙周炎非手术治疗[J]. 中国实用口腔科杂志，2016，9(4)：197-201.
Chen B, Yan FH. Non-surgical therapy in advanced periodontitis[J]. Chin J Pract Stomatol, 2016, 9(4): 197-201.

[7] 栾庆先，蔡 宇. 超声龈下刮治的工作尖和超声龈下刮治装置：CN208799347U[P]. 2019-04-30.
Luan Q, Cai Y. Scrape under supersound gum to scrape to purchase things necessary for a long journey under work controlled point and supersound gum and put：CN208799347U[P]. 2019-04-30.
[8] Desu M. Sample Size Methodology[M]. New York：Academic Press，1990：147.
[9] Fleiss，Joseph L. The Design and Analysis of Clinical Experiments [M]. New York：John Wiley & Sons，1986：432.
[10] Kirk，Roger E. Experimental Design：Procedures for the Behavioral Sciences[M]. California：Brooks/Cole. Pacific Grove，1982.
[11] 刘一松. 基于PASS及SAS软件的常用样本含量估计方法实现及部分方法比较研究[D]. 北京：中国人民解放军军事医学科学院，2016.
Liu YS. Comparative study on sample size calculation methods and implementation by PASS and SAS[D]. Beijing：Chinese People's Liberation Army Academy of Military Medical Sciences，2016.
[12] Li YR，Xing Z，Wang SC，et al. Disruption of biofilms in periodontal disease through the induction of phase transition by cationic dextrans [J]. Acta Biomater，2023，158：759-768.
[13] Kozak M，Pawlik A. The role of the oral microbiome in the development of diseases[J]. Int J Mol Sci，2023，24(6)：5231.
[14] Daly CG，Kieser JB，Corbet EF，et al. Cementum involved in periodontal disease：a review of its features and clinical management[J]. J Dent，1979，7(3)：185-193.
[15] Zheng S，Bawazir M，Dhall A，et al. Implication of surface properties，bacterial motility，and hydrodynamic conditions on bacterial surface sensing and their initial adhesion[J]. Front Bioeng Biotechnol，2021，9：643722.
[16] Bollen CM，Papaioanno W，van Eldere J，et al. The influence of abutment surface roughness on plaque accumulation and peri-implant mucositis[J]. Clin Oral Implants Res，1996，7(3)：201-211.
[17] 王 捷. 磁伸缩工作尖不同角度和机械抛光对牙周炎根面的影响研究[D]. 福州：福建医科大学，2021.
Wang J. Comparison of Effects on Root Surface from Different Angles of Magnetostrictive Working Tip and Mechanical Polishing Applied on Human Periodontities Teeth[D]. Fuzhou：Fujian Medical University，2021.
[18] Aleo JJ，De Renzis FA，Farber PA，et al. The presence and biologic activity of cementum-bound endotoxin[J]. J Periodontol，1974，45(9)：672-675.
[19] Higashi T，Okamoto H. The effect of ultrasonic irrigation before and after citric acid treatment on collagen fibril exposure：an *in vitro* SEM study[J]. J Periodontol，1995，66(10)：887-891.
[20] Blomlöf J，Jansson L，Blomlöf L，et al. Root surface etching at neutral pH promotes periodontal healing[J]. J Clin Periodontol，1996，23(1)：50-55.
[21] Soares P，Castro CG，Branco C，et al. Mechanical and acid root treatment on periodontally affected human teeth：a scanning electronic microscopy[J]. Braz J Oral Sci，2010，9：128-132.
[22] Gamal AY，Bayomy MM. Effect of cigarette smoking on human PDL fibroblasts attachment to periodontally involved root surfaces *in vitro*[J]. J Clin Periodontol，2002，29(8)：763-770.
[23] Hakki SS，Korkusuz P，Berk G，et al. Comparison of Er，Cr：YSGG laser and hand instrumentation on the attachment of periodontal ligament fibroblasts to periodontally diseased root surfaces：an *in vitro* study[J]. J Periodontol，2010，81(8)：1216-1225.
[24] Verma M，Kumari P，Gupta R，et al. Comparative evaluation of surface topography of tooth prepared using erbium，chromium：Yttrium，scandium，gallium，garnet laser and bur and its clinical implications[J]. J Indian Prosthodont Soc，2015，15(1)：23-28.
[25] Brännström M，Nordenvall KJ，Glantz PO. The effect of EDTA-containing surface-active solutions on the morphology of prepared dentin：an *in vivo* study[J]. J Dent Res，1980，59(7)：1127-1131.
[26] Goldman M，Goldman LB，Cavaleri R，et al. The efficacy of several endodontic irrigating solutions：a scanning electron microscopic study：part 2[J]. J Endod，1982，8(11)：487-492.
[27] Peng X，Cheng L，You Y，et al. Oral microbiota in human systematic diseases[J]. Int J Oral Sci，2022，14(1)：14.
[28] Suvan J，Leira Y，Moreno Sancho FM，et al. Subgingival instrumentation for treatment of periodontitis. A systematic review[J]. J Clin Periodontol，2020，47(Suppl 22)：155-175.
[29] Yan Y，Zhan YL，Wang XE，et al. Clinical evaluation of ultrasonic subgingival debridement versus ultrasonic subgingival scaling combined with manual root planing in the treatment of periodontitis：study protocol for a randomized controlled trial[J]. Trials，2020，21(1)：113.
[30] 许 静. 不同运动方式超声龈下工作尖治疗慢性牙周炎的疗效观察[D]. 石家庄：河北医科大学，2018.
Xu J. Therapeutic Effect of Different Motion Methods on Ultrasonic Treatment of Chronic Periodontitis[D]. Shijiazhuang：Hebei Medical University，2018.
[31] 吴佳璇. 不同超声器械进行龈下刮治对牙根面影响的实验研究[D]. 南宁：广西医科大学，2014.
Wu JX. A Comparative Study of Root Surfaces Using Different Kinds of Ultrasonic Instruments for Subgingival Scaling[D]. Nanning：Guangxi Medical University，2014.
[32] 伍晓红，江 亦，李航琪，等. 3种不同类型牙周超声治疗仪对牙根表面影响的对比研究[J]. 福建医科大学学报，2019，53(4)：272-276.
Wu XH，Jiang Y，Li HQ，et al. Comparative study on the effects of three different ultrasonic scaling devices on root surfaces[J]. J Fujian Med Univ，2019，53(4)：272-276.
[33] 葛琳华，束 蓉. 2种超声器械龈下刮治的效果评价及扫描电镜观察[J]. 上海口腔医学，2007，16(2)：144-148.
Ge LH，Shu R. Evaluation of the clinical effects and scanning electron microscopic observation of different kinds of ultrasonic scaler used in subgingival scaling[J]. Shanghai J Stomatol，2007，16(2)：144-148.
[34] Wang YF，Zeng JJ，Yuan Q，et al. Efficacy of(-)-epigallocatechin gallate delivered by a new-type scaler tip during scaling and root planing on chronic periodontitis：a split-mouth，randomized clinical trial [J]. BMC Oral Health，2021，21(1)：79.

（责任编辑：周一青）