译文

微打磨技术对釉质表面牙体组织损耗、表面粗糙度及比色变化作用的体外研究

Effects of microabrasion on substance loss, surface roughness, and colorimetric changes on enamel in vitro

Maja Paic, Med Dent Pract/Beatrice Sener/Jens Schug, Dr Med Dent/Patrick R. Schmidlin, PD Dr Med Dent

原载 Quintessence Int, 2008; 39(6): 517-522(英文)

吴晓冉 译 郑树国 审

摘 要

研究目的:通过体外研究(在标准化条件下,分别处理10s、20s、30s、40s)来分析两种商品化的可用于微打磨的化合物[Prema(Premiere Dental Products)和Opalustre(Ultradent)]对人体牙釉质的作用。非酸性浮石作为研磨剂的对照化合物。**方法和材料**:通过原子吸收分光光度测定法测量溶解的Ca^{2+}来确定牙体组织的平均损耗。通过表面轮廓的测量来评估平均表面粗糙度的变化。这些超微形态的变化均通过扫描电镜观察来证实。另外,经过微打磨处理后的釉质比色改变使用CIE L*a*b*系统来评价。**结果**:Opalustre导致最多的牙体组织损耗,接下来是Prema和浮石,后两者有相对较弱的去除牙体组织的能力。这些结果与平均牙齿表面粗糙度变化的测量及超微形态学分析的结果一致。微打磨技术不能引起釉质明显的比色变化。**结论**:微打磨技术是一种微创技术。在临床应用时应谨慎,以免造成过多的牙体组织的去除。随后的抛光对于保持理想的美观效果及避免牙面的改变至关重要。

关键词 CIE L*a*b*;釉质;微打磨技术;表面粗糙度

专家点评

郑树国教授点评:釉质微打磨技术作为一种保守的、非充填式方法已经被广泛接受,用于改善釉质表面矿化不良和有钙化缺陷的牙齿外观。微打磨技术也是一种微创的技术。但在操作过程中,应特别注意避免牙齿表面釉质的过度去除。另外,打磨器械、打磨介质、打磨时间、打磨时施加的压力都是应注意的细节。同时,打磨后的处理也是非常重要的,除了抛光外,还应注意氟化物的涂布。

釉质微打磨技术作为一种保守的、非充填式方法已经被广泛接受,用于改善釉质表面矿化不良和有钙化缺陷的牙齿外观。Croll将矿化不良定义为:在釉质发育过程中无机成分形成异常而造成的颜色缺陷。去除釉质表面的着色区通常使用弱酸酸蚀与旋转器械配合摩擦剂相结合的微打磨方法(Tudts

译者 北京大学口腔医学院儿童口腔科
北京海淀区中关村南大街22号 100081

等对此方法进行了综述)。微打磨技术有两种方法。第一种使用现配制的18%的盐酸与浮石的混合物，使用舌形板或者橡皮杯打磨牙面。第二种方法使用商品化的盐酸／研磨剂混合物。

尽管微打磨技术及商品化的产品已经在临床上广泛应用，但有关它们对牙齿影响的研究却很少。

已报道的可能的微打磨技术的机制，即通过研磨和腐蚀物理性地去除着色的釉质外层。Waggoner等报道初次使用18%的盐酸-浮石混合物后平均会有12 μm厚的表面物质被去除，每次连续应用后平均有26 μm厚的釉质损耗。Tong等使用相同的混合物和机用的橡皮杯，并对表面釉质的损耗定量分析，结果去除表面釉质的厚度上升到360 μm，说明这种影响的程度是有时间依赖性的。此外，微打磨技术可以改变釉质表面的光学特性，酸性成分的渗透对釉质的无机和（或）有机成分产生作用或许能够解释这一点。

因此，本研究通过体外实验来研究3种产品在标准条件下牙釉质磨除能力、表面粗糙度和超微形态学改变。比色改变使用CIE $L^*a^*b^*$系统来评价。本研究假设酸性微打磨产品与非酸性的对照材料相比，会明显增加牙齿表面牙体组织损耗、牙面蚀变和比色改变。

方法和材料

30颗拔除的人类上颌中切牙，储存于0.1%的麝香草酚溶液中备用。仔细检查其唇面，没有任何发育缺陷或不规则。将牙冠自釉牙骨质界下方1mm与牙根分离，并将腭侧面包埋入化学固化的丙烯酸树脂（Paladur，Heraeus Kulzer）中。唇面连续应用15 μm和3 μm的打磨盘（Sof-Lex Pop-On Disks 1982SF 15和XT3281SF，3M ESPE），安装于慢速反角手机（Micro Mega）的心轴（3M ESPE）上进行打磨1min，期间用水冷却，打磨过程中施加釉质表面的压力为30g。使用8 600数字万用表（Kontron Electronic）来测量微打磨时施加牙齿表面的力。使用有孔的胶带（Netztech Handels）来确定直径5mm的圆形区域。

样本被随机分配至3个处理组（每组$n=10$），各组研磨介质不同：浮石(Pumex S.p.A. Porticello【对照】)，Prema（Premiere Dental Products）和Opalustre（Ultradent）。化学成分及说明书见表1。各研磨剂颗粒的扫描电镜图见图1（×200倍）。

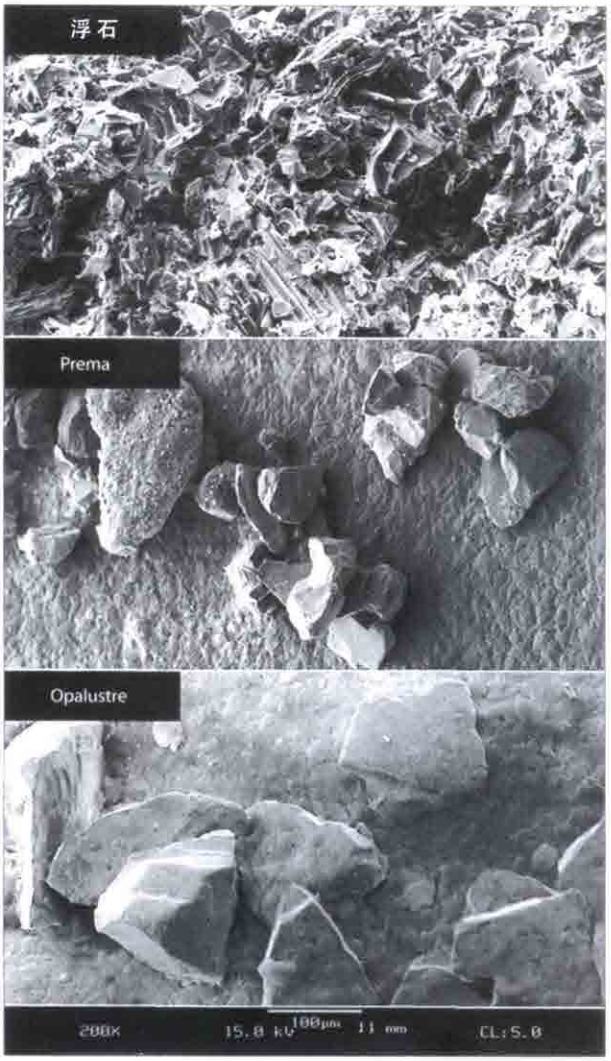

图1 研磨介质微粒的扫描电镜图片（×200倍）

表1 实验中使用材料的说明

材料（批次）	制造商	含酸	pH	研磨介质	平均颗粒大小（μm）
浮石（3226446）	Pumex S.p.A.	无	7.1	浮石	30.7
Prema（Lot 060601）	Premiere Dental	1.4%盐酸	3.2~3.5	碳化硅／二氧化硅	63.0
Opalustre（Lot 4GWQ）	Ultradent	6.6%盐酸	0.2	碳化硅	87.3

操作时使用橡皮杯（OpalCups，Ultradent）配合釉质微打磨浆进行，使用慢速反角手机（120 IS，Micro Mega），转速为300rpm，10s为一个时间间隔，分别进行10s、20s、30s、40s的打磨，标准压力为100g，使用8 600数字万用表（Kontron Electronic）测量并控制施加的力值。

釉质表面牙体组织损耗的测量

牙体组织的损耗使用原子吸收分光光度计（AAS）来检测。每个10s处理后，使用10ml蒸馏水漂洗样本和抛光杯，以此来收集牙本质微粒。收集的样本溶液使用10ml盐酸（2mol/L）来稀释。将样本溶液置于超声水浴中5min，以溶解未溶解的牙本质微粒防止沉淀。加入蒸馏水使最终容积至50ml。吸取2ml溶液，加入4.6ml蒸馏水和3.4ml $SrCl_2$进行AAS分析（Perkin Elmer 2 380，Dietikon）。Ca的检测使用标准溶液法来测定。

表面轮廓测量和扫描电镜分析

在第一次测量之前和接下来的每个10s间隔处理之后，将样本洗涤并干燥。使用黏度低的加成型聚乙烯硅氧烷（President light body，Coltène）制取印模，制成牙面的复制品模型（Stycast，Emerson & Cuming）。牙面的平均粗糙度（Ra）使用计算机化的表面轮廓测量仪（Form Talysurf 50，Rank Taylor Hobson）来测量。

另外，使用超强力胶水（Renfert Sekundenkleber No.1733，Dentex）将模型粘在扫描电镜的载片（Balzers Union）上。粘固好的模型被镀金，在扫描电镜（Amray 1810，Carl Zeiss）下放大200倍分析，来评价处理前后釉质表面的超微形态。

比色测量

在基线及每个10s间隔的处理后，在标准条件（CM 3500d，Minolta）下使用分光光度计，按照CIE $L^*a^*b^*$系统来评价每个样本的颜色。因此，在小心的干燥（不是脱水）5s后，样本被置于一个暗箱中，这样分光光度计的测头在每次进行测量时总是指向每个样本表面的同一个点。分光光度计记录L^*、a^*、b^*的值，计算每个末次读数与初次读数的差值（ΔL^*、Δa^*、Δb^*）。

下面解释了每个（+）和（−）的定义：ΔL^*=（+）白，（−）黑；Δb^*=（+）黄，（−）蓝；Δa^*=（+）红，（−）绿。

统计学分析

通过方差分析（ANOVA）来检查统计学的差异。如果发现组间存在差异，使用Scheffé多组比较的方法。在所有的统计学分析中，显著性水平定为95%。

结果

牙体组织表面损耗实验的结果见图2。Opalustre在所有的测量时间均较其他两个测试材料去除更多的釉质，有显著性差异（$P<0.05$）。在处理后的30s（含）内，Prema与浮石相比并没有显著性差异，但有增加釉质溶解的趋势。40s后，Prema与非酸性的浮石相比有更高的去除釉质的能力，有显著性差异（$P<0.05$）。

在前30s内，使用Opalustre处理过的样本其釉质表面最粗糙（$P<0.05$；图3）。在40s后，其表面粗糙度与另外的实验组相比无显著性差异，但是其具有使牙面变得更加粗糙的潜力。表面粗糙度测量结果与超微形态学分析结果一致，显示经酸性研磨剂处理过的样本其釉质结构更易改变（图4）。

在处理过程中比色并未见明显的改变（表2）。正的ΔL^*值显示在亮度上轻微增强。在Δa^*、Δb^*可观察到负值，显示色调分别向绿和蓝方向的转换。各个研磨剂在不同的测量时间并未发现有显著性差异。

考虑到牙体表面组织的去除和变粗糙的能力，Opalustre验证了试验假设，而Prema则仅观察到较少的效果。比色改变方面的假设在本研究的各组材料上均未得到证实。

讨论

在目前的体外研究中，实验中应用的商品化微打磨技术产品显示了有效地牙齿组织去除能力，这与牙齿表面粗糙度变化的测量和超微形态学分析的结果一致。

牙齿表面组织损耗可以被测量，但是结果很难进行比较。微打磨技术中腐蚀和研磨的能力取决于几个参数，例如使用的酸，其浓度和pH，研磨介质，作用时间，使用方式（如刷子、杯或使用钻针作为

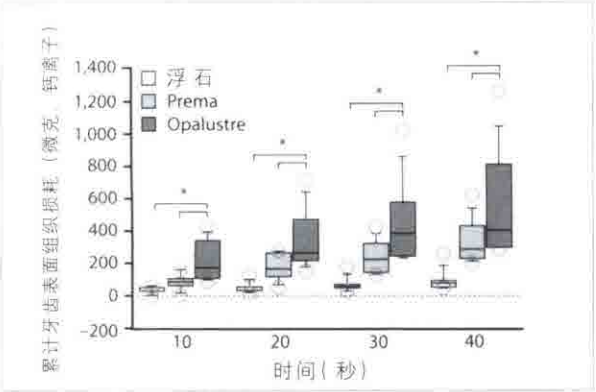

图2 累计牙齿表面组织损耗的箱状图（箱中水平横线＝中位数，箱体＝四分位数间的数值，箱体下上的短横线＝第10%和第90%的数值，箱体上下的圆圈＝最大和最小数值）。N=每组10颗牙齿，水平的方括号代表组间的显著性差异 $P<0.05$（方差分析，Scheffé）

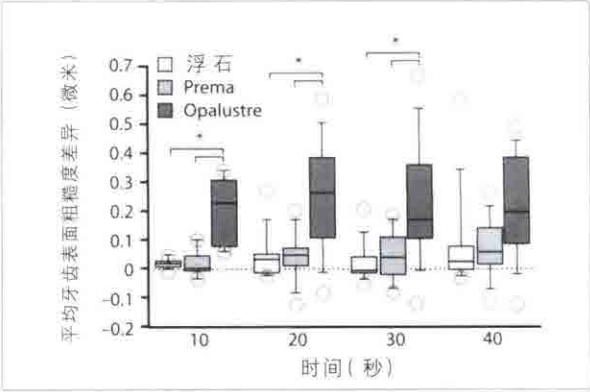

图3 平均牙齿表面粗糙度差异的箱状图（箱中水平横线＝中位数，箱体＝四分位数间的数值，箱体下上的短横线＝第10%和第90%的数值，箱体上下的圆圈＝最大和最小数值）。N=每组10颗牙齿，水平的方括号代表组间的显著性差异 $P<0.05$（方差分析，Scheffé）

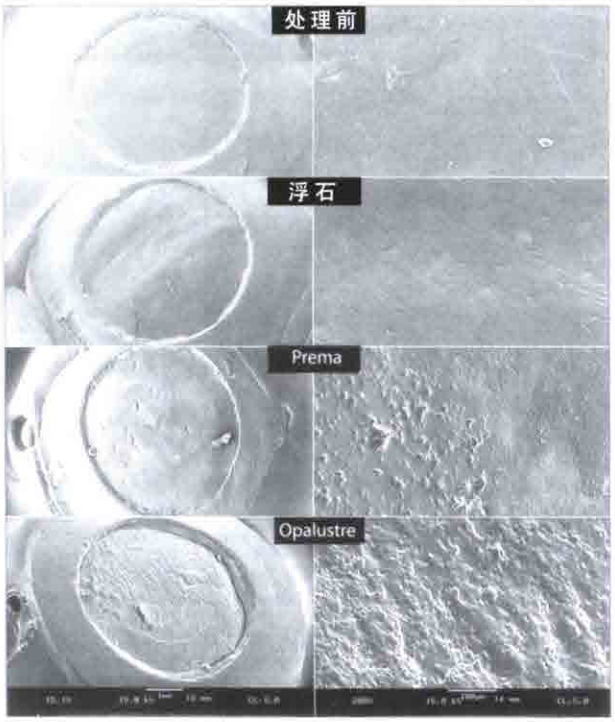

图4 典型牙齿样本的扫描电镜图片。（左）总览（×15倍）。（右）细节（×200倍）（最上方）处理前标本，下方为用试验研磨化合物处理40s后的样本。表面改变区域有明显可见的条纹形成（浮石），可见酸蚀后形态（Prema）

载体），施加的压力，和每分钟的转数（rpm）。不幸的是，这些影响实验结果的重要因素，在大多数研究中很少描述。例如，有时在方法与材料部分中并未提到打磨时施加的力。Waggoner等发现，在连续的105s应用温和的打磨方式后，大约有250 μm的表面釉质损耗。与之不同的，Dalzell等发现作用相同的时间，使用10g力产生127 μm的表面釉质损耗，20g力产生178 μm的表面釉质损耗，30g力产生213 μm的表面釉质损耗。在本实验中，在标准条件（300rpm的慢速反角手机，100g力）下进行微打磨40s，计算出的釉质表面损耗是(7.9+6.4)μm（浮石），(29.7+25.7)μm（Prema），(53.1+46.5)μm（Opalustre）。在之前的一个关于Opalustre的研究中，当使用200g的力时，发现牙齿表面组织损耗为(134.8+35.5)μm。显示压力增加会导致更多的牙体表面组织损耗。Croll建议在微打磨过程中使用较小的力量。近来的研究更加强调了在不同操作技术下结果之间的比较是困难的。无论如何，微打磨技术代表了一种微创技术，临床医师应该注意在处理着色区域时保留釉质的厚度。假设釉质的厚度大约为1mm，如果重复多次打磨，总共去除0.13mm厚的表面釉质，在临床上就能达到显著效果，尤其是长期的效果。

据作者所知，牙齿表面粗糙度在最近的研究中仅有一篇进行定量评估。这个实验研究了Prema对釉质和充填材料的作用，发现Prema对牙齿表面粗

表2 每个微打磨处理间隔平均ΔL*、Δa*、Δb*值及标准差

	10秒	20秒	30秒	40秒
ΔL*				
Pumice	4.6 ± 3.9	5.4 ± 3.0	6.5 ± 3.3	6.5 ± 3.2
Prema	0.1 ± 3.4	2.2 ± 1.1	2.7 ± 1.0	2.2 ± 1.5
Opalustre	4.9 ± 3.8	3.4 ± 4.1	3.8 ± 4.1	3.1 ± 5.0
Δa*				
Pumice	-0.8 ± 0.9	-0.6 ± 0.5	-0.7 ± 0.4	-0.7 ± 0.4
Prema	-0.3 ± 0.9	-0.6 ± 0.4	-0.9 ± 0.6	-0.6 ± 0.4
Opalustre	-0.6 ± 0.3	-0.7 ± 0.5	-0.6 ± 0.4	-0.3 ± 0.3
Δb*				
Pumice	-3.2 ± 3.8	-2.1 ± 1.4	-2.2 ± 1.3	-2.1 ± 1.1
Prema	-3.5 ± 1.1	-3.1 ± 1.3	-3.2 ± 1.3	-2.7 ± 1.3
Opalustre	-4.2 ± 1.5	-3.6 ± 1.2	-3.8 ± 1.7	-3.5 ± 1.6

糙度无显著影响，与本研究结论一致，但在该文章中没有涉及到Opalustre的数据。

本文是第一个对在标准条件下进行微打磨后的比色改变进行定量评估的研究。由于处理之前牙齿不存在任何可见的着色，预期也未出现显著的阳性改变。另一方面，也未发现由于应用微打磨化合物造成的明显的固有比色改变。在测量前仔细的干燥5s以及样本酸蚀后的表面会造成CIE L*a*b*值的轻微改变，然而，微打磨材料与不含酸的浮石的对照化合物之间的比较，没有显著性差异。

本研究可见，通过釉质标本表面明显的形态改变来证明微打磨技术的微小侵入性特征，而完好釉质的比色改变尚未发现。

结论

微打磨技术应用的制剂显示出值得注意的磨损潜力，导致表面超微形态的改变。这些材料有造成损害的潜能，并可能产生牙齿表面缺陷。因此，在结束治疗时，应对进行过微打磨并已经改变了的牙面进行抛光，并进行氟化物涂布。此外，本研究的结果显示，研究中使用的微打磨材料没有额外的使牙面光亮的作用。

《口腔正畸无托槽隐形矫治临床指南》
(The Invisalign System)

著者：Orhan C. Tuncay
主译：白玉兴
定价：288元
图片：400张
四色印刷，精装
出版时间：2008年11月

内容简介

无托槽隐形矫治技术因其美观，舒适，可随时摘戴，高效，卫生及患者复诊次数少等优点而正受到广大口腔正畸医师的欢迎，而对该技术进行全面而系统地介绍的目前只有这一本。该书由著名口腔正畸专家Tuncay教授组织国际上多名对该技术有深入研究的资深口腔正畸学专家，计算机专家，数学专家，市场管理专家与学者共同编写完成，全书内容丰富，涉及面广，向读者全面介绍了无托槽隐形矫治技术的发展背景，基本原理，关键技术，临床设计与应用等内容。

本书译者白玉兴教授在国内首次开发和研制了具有我国自主知识产权的口腔正畸无托槽隐形矫治系统，在临床上得到了广泛地应用，且取得了良好的矫治效果。该项技术填补了我国在这方面的空白，是当今先进的数字化技术在口腔正畸诊断与治疗中应用的最新成果，这对不断提高我国正畸临床诊断与治疗的水平具有一定的促进作用。

本书购买、咨询方式：首都医科大学附属北京口腔医院正畸科（北京市崇文区天坛西里4号）孟德鑫，邮编：100050，电话：010-67099220