译文

颈缘线曲率对CAD/CAM全瓷冠及金属烤瓷冠边缘适合性的影响

The effect of finish line curvature on marginal fit of all-ceramic CAD/CAM crowns and metal-ceramic crowns

Jianxiang Tao, Dongwei Han
原载 Quintessence Int.2009, 40:745-752.（英文）
王琳琳 译 邵龙泉 审

摘 要

目的：探讨基牙颈缘线曲率对CAD/CAM全瓷冠及金属烤瓷冠边缘适合性的影响。**方法与材料**：在模型的上颌中切牙上预备3种类型的基牙（曲率1mm、3mm、 5mm）。每种类型的基牙分别制作5个全瓷冠（Cercon system，Degudent）和5个金属烤瓷冠。采用Two-way ANOVA和Tukey-HSD检验（α =0.05）计算和分析冠边缘的适应性。**结果**：全瓷冠唇侧、舌侧、近中和远中的平均边缘缝隙（SD）无统计学差异，分别是：曲率为1mm的全瓷冠边缘缝隙为54（10）、51（11）、47（13）、49（9）μm；曲率为3mm的全瓷冠边缘缝隙为49（12）、53（11）、54（10）、55（12）μm；曲率为5mm的全瓷冠边缘缝隙为57（12）、54（11）、53（10）、52（9）μm。曲率为1mm的烤瓷冠唇侧、舌侧、近中和远中的平均边缘缝隙（SD）值分别是36（7）、41（9）、26（8）、28（10）μm，曲率为3mm的烤瓷冠唇侧、舌侧的平均边缘缝隙（SD）值为45（8）、48（9）μm，均显著大于近中（P =0.01和0.007）和远中（P =0.03和0.02）的边缘缝隙。曲率为5mm的烤瓷冠唇侧、舌侧平均边缘缝隙（SD）值为76（10）、74（15）μm，均显著大于近中（P =0.001和0.001）和远中（P =0.001和0.001）的边缘缝隙。**结论**：基牙的颈缘线曲率对全瓷冠的边缘适合性无显著影响，但对烤瓷冠的边缘适合性有显著影响。

关键词 CAD/CAM全瓷冠；颈缘线曲率；适应性；金属烤瓷冠

译者单位 南方医科大学口腔医学院
广州市广州大道北1838号 510515

专家点评

邵龙泉教授点评：口腔修复学与其他学科的关系极为密切，就像优秀的建筑设计师，必须有大师级的建筑师配合一样；口腔修复医师与技工的配合也很重要。理想的修复体制作离不开优良材料的应用。口腔医学临床各科室之间的密切配合极为重要，完善的牙体牙髓治疗、牙周治疗、修复前的正畸治疗、颌面外科的治疗都为修复治疗提供了保证，使修复体使用寿命提高。总的来说，修复治疗的成功受到各个方面的影响。

随着修复学领域的不断发展，固定义齿修复已成为主要的修复方式之一，临床上对固定义齿修复的要求也越来越高了。目前应用于临床的固定修复体主要分为全瓷修复体和金属烤瓷修复体。对于固定修复体而言，影响其边缘适合性的因素很多，除了断裂韧性和美观性外，边缘适合性也是临床上判断修复体是否成功的重要标准。因此，本研究通过Two-way ANOVA和Tukey-HSD检验（$\alpha=0.05$）计算和分析冠边缘的适应性，探讨基牙颈缘线曲率对CAD/CAM全瓷冠及金属烤瓷冠的边缘适合性有无显著性影响，具有较高的临床参考价值。

1 引言

全瓷冠具有优良的美观性及生物相容性。近10年来，全瓷冠已成功地应用于前牙及后牙的缺失修复。与金属烤瓷冠相似，使用高强度瓷块制作的全瓷冠，可提供抵抗负载的能力。氧化锆，更加精确地说是钇稳定性氧化锆，在目前应用的所有瓷块中具有最大的断裂韧性和断裂强度。已有研究表明Cercon（DeguDent）氧化锆基全瓷固定义齿具有优良的机械性能，例如断裂韧性、冲击强度、抗疲劳性，适用于后牙区的大跨度修复。除了断裂韧性和美观性外，边缘适合性也是临床上判断全瓷冠是否成功的重要标准。随着冠边缘缝隙的增大，粘结剂的溶解率和微渗透率也会不断地增加。口内微渗漏可导致牙髓炎。冠边缘适合性差易引起菌斑滞留，改变龈下菌群的组成。

学者已对金属烤瓷冠和全瓷修复体的边缘适合性进行了研究。另外，已有学者研究了颈缘线的形态，例如角度和肩台对其的影响。研究表明，肩台完成线与沟槽完成线相比较，可显著减少金属烤瓷冠唇侧边缘的失真。然而，基牙颈缘线曲率对边缘适合性的影响有待进一步研究。

临床上，唇侧和舌侧的龈缘水平为从根顶端到牙间的龈缘。因此，牙体预备后，基牙颈缘线表现为某种弧度的曲线（图1）。不同的临床情况应制作不同的基牙颈缘线曲率。例如，一些患者的临床牙冠较短。老年患者有生理年龄相关性牙龈萎缩。牙周病患者可能患有病理性牙龈萎缩。在这些情况下，基牙的颈缘线为平缓的曲线（图2），而尖牙位于牙弓转折

图1 基牙的完成线表现为某种弧度的曲线

图2 基牙的完成线表现为平缓的曲线

点上，唇侧龈缘比正常情况更陡，基牙颈缘线则显示为更加清晰的曲线（图3）。颈缘线曲率可影响全瓷冠及金属烤瓷冠的适应性。

本研究探讨了颈缘线曲率对全瓷冠和金属烤瓷冠边缘缝隙的影响。推测颈缘线曲率对全瓷冠和金属烤瓷冠的边缘适合性没有影响。

图3 基牙的完成线表现为清晰的曲线

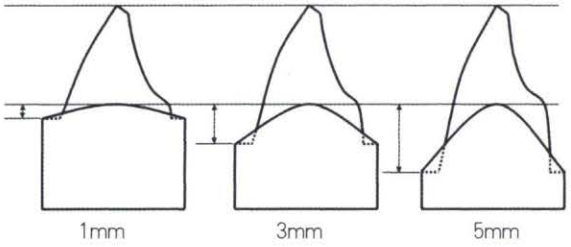

图4 3种完成线类型的基牙（远中面）

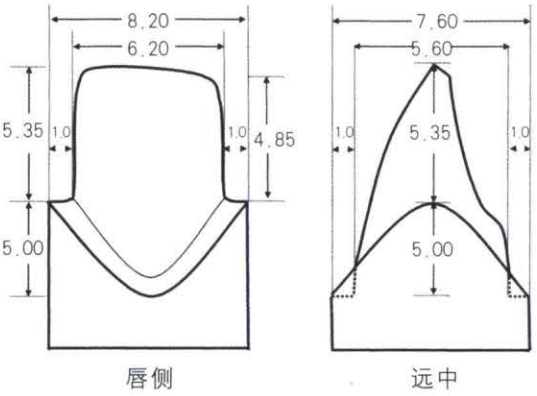

图5 5mm曲率金属基牙的尺寸（mm）

2 材料与方法

预备3种类型的基牙（曲率1mm、3mm、5mm）（图1）。由经验丰富的修复科医师在模型的右侧上颌中切牙上预备宽1mm、90°的圆形肩台；深度均为1.5mm，2个平面对称地减少；切端减少2mm；舌侧减少1.5mm；邻面减少1mm，聚合度为6°。牙齿的邻面颈缘水平和唇舌侧颈缘水平预备深度为1mm，被定义为1mm曲率基牙，即基牙有1mm曲率的颈缘线。使用金－银－钯合金（Castwell M.C.，GC）复制成1mm曲率的金属基牙（图4）。然后通过在1mm曲率金属基牙的唇舌侧颈缘处进一步向根方预备，保持邻面龈缘的高度不变，以制作3mm和5mm曲率的金属基牙（图4）。5mm曲率金属基牙的尺寸如图5所示。

将3种曲率的金属基牙用聚乙烯硅氧烷印模材料取模10次（Express STD，3M ESPE）。使用Ⅳ型牙科石（Fuji Rock，GC）制作30副模型（每种类型的基牙10副）。用模具固化剂密封石膏模型（Margidur，Benzer-Dental）。不使用间隙涂料，在15副模型（每种类型的基牙5副）上制作CAD/CAM全瓷冠。其余15副用来制作金属烤瓷冠。

使用CAD/CAM（Cercon system）系统制作15个全瓷冠。首先扫描模型，在设计系统（Cercon Art）中设计陶瓷基底冠。选择瓷坯（Cercon Base Blanks）并在铣机床上加工制作基底冠（Cercon Brain）。在烧结炉内1 350℃下烧结基底冠（Cercon Heat），完成全瓷基底冠。在石膏模型上制作15个金属烤瓷冠的蜡型（Blue Inlay Wax，GC）。在立体变焦显微镜（SMZ-1，Nikon）下检测蜡型，以确保蜡型和模型颈缘间无缝隙。

在室温下放置24h，依据生产厂商的说明，用磷酸盐包埋材料（Ceravest G，GC）包埋蜡型。使用真空压力铸造机（Caspac MK-3，Dentronics）在高贵金属合金[金85.5%、银0.5%、铂金4.0%、钯8.0%、ITE KIK（高贵金属合金）；Ishifuku]中铸造模型。使用50 μm氧化铝颗粒在0.2MPa压力下喷砂清理铸件，但是凹面不喷砂，以避免影响边缘适合性。用雕蜡刀轻轻取下基底冠，蒸汽清洗。使用立体变焦显微镜观察基底冠的内表面。用低速BR-31圆钻

（Mani）去除影响基底冠完全就位的金属瘤。

轻轻地在金属基牙边缘以下标记“+”。在唇舌面，标记在边缘最近根尖处。相反地，在近远中面，标记位于接触点下边缘最近切缘处。这些标记被转移到石膏模型上。用大约1N的手指压力把基底冠就位于相应的石膏代型上。在就位的过程中，基底冠内表面不进行任何调整。在石膏代型上，用20倍放大率的剖面投影仪测量代型与基底冠之间的缝隙。

全瓷基底冠饰瓷（Cercon Ceramic Kiss，DeguDent）。金属烤瓷冠表面进行除气和氧化，烧结不透明瓷和牙本质瓷（Vintage，Shofu），最后进行上釉。上瓷后，采用与基底冠表面相同的方式测量冠和模型之间的颈缘缝隙。

使用统计学软件（SPSS 11.0，SPSS）进行数据分析。用Two-way ANOVA和Tukey-HSD检验（$\alpha=0.05$）测定测量位置与修复类型的差异。两两对比使用Tukey-HSD检验，并校正P值。由Spearman相关性检验测得颈缘线曲率与边缘缝隙之间的相关系数。

3 结果

进行正态性检验，证明边缘缝隙呈正态分布。表1为平均边缘缝隙和标准差。表2为Two-way ANOVA检验的结果。颈缘线曲率对全瓷基底冠外表面的边缘精度无显著影响，唇侧、舌侧、近中、远中均表现出相近的边缘缝隙，而随着金属烤瓷基底冠颈缘线曲率的增加，近中、远中的边缘缝隙较唇舌侧的边缘缝隙大。Tukey-HSD检验表明在曲率为5mm的金属烤瓷基底冠表面，近中和远中的边缘缝隙均显著地大于唇侧（$P=0.01$和0.005）和

表1 基底冠的平均边缘缝隙（μm）

	全瓷冠				金属烤瓷冠			
曲率	唇侧	舌侧	近中	远中	唇侧	舌侧	近中	远中
基底冠								
1mm	48 (9)	52 (9)	43 (13)	47 (8)	20 (5)	22 (5)	22 (8)	25 (9)
3mm	51 (9)	49 (11)	48 (9)	53 (11)	23 (5)	21 (5)	30 (9)	31 (10)
5mm	50 (9)	48 (11)	53 (13)	54 (10)	25 (6)	23 (5)	39 (8)	38 (9)
饰瓷后								
1mm	54 (10)	51 (11)	47 (13)	49 (9)	36 (7)	41 (9)	26 (8)	28 (10)
3mm	49 (12)	53 (11)	54 (10)	55 (12)	45 (8)	48 (9)	31 (6)	32 (8)
5mm	57 (12)	54 (11)	53 (10)	52 (9)	76 (10)	74 (15)	30 (10)	34 (10)

表2 不同的完成线形态与修复体类型产生的边缘缝隙值，采用Two-way ANOVA统计的结果

	完成线形态			修复体类型		
曲率	*df*	*F*	*P*	*df*	*F*	*P*
基底冠						
1mm	3	0.745	0.59	1	127.275	0.001
3mm	3	1.726	0.33	1	107.573	0.002
5mm	3	4.002	0.14	1	50.620	0.003
饰瓷后						
1mm	3	3.267	0.18	1	42.563	0.007
3mm	3	0.475	0.73	1	6.062	0.09
5mm	3	1.310	0.42	1	0.000	0.98

舌侧（P=0.03和0.01）。金属烤瓷基底冠的颈缘线曲率与近远中缝隙存在着显著的相关性（r=0.685，P<0.001）。Two-way ANOVA检验的结果表明全瓷基底冠与金属烤瓷基底冠的边缘缝隙有显著性差异。

饰瓷后，全瓷冠的边缘缝隙与基底冠相比变化很小。对于金属烤瓷冠来说，颈缘线曲率越大，则唇舌侧边缘与近远中的边缘缝隙越大。Tukey-HSD检验表明曲率为3mm的金属烤瓷冠，其唇侧和舌侧的边缘缝隙均显著地大于近中（P=0.01和0.007）和远中（P=0.03和0.02）。曲率为5mm的金属烤瓷冠，其唇侧和舌侧边缘差均显著地大于近中（P=0.001和0.001）和远中（P=0.001和0.001）。金属烤瓷冠的颈缘线曲率与唇舌侧边缘缝隙存在显著的相关性（r=0.792，P<0.001）。

4 讨论

本研究的结果不支持颈缘线曲率对全瓷冠和金属烤瓷冠的边缘适合性无影响的推测，结果表明基牙的颈缘线曲率对金属烤瓷冠的边缘适合性有显著的影响。

在这项研究中，使用剖面投影仪直接测量冠与代型之间的边缘缝隙，这是一种有效的无创性方法，已被临床医师和技术人员广泛地应用。副本技术也是一种可靠的决定冠与牙齿表面适应性的无创性方法。然而，不同的颈缘线曲率可影响测量的结果，因为印模材料从5mm曲率的牙冠中脱离比从1mm曲率的牙冠上脱离更困难。通过复制来评价冠齿间的差异也有一定的局限性和内在误差，如冠边缘与颈缘线的识别，或者是从牙冠上移除时弹性膜的破裂。

体外实验的研究目的是探讨颈缘线曲率对全瓷冠和金属烤瓷冠边缘适合性的影响。为了减少其他各种可能的因素，如模具间隔的厚度，模型石膏的宽度和印模材料的聚合收缩对结果的影响。使用Ⅳ型牙科石膏来制作模型，并且在制作蜡型的过程中不使用间隙涂料。制作蜡型和测量位置的精度时均使用相同的石膏模型。依据生产厂商的说明，陶瓷能够补偿铸造收缩。即使不使用间隙涂料，不调整铸型的内表面，也能够完整地将铸件就位于模型上。

使用CAD/CAM系统（Cercon system）制作全瓷基底冠。在Cercon系统中，研磨预烧结瓷坯体制作基底冠，然后在Cercon炉中烧结基底冠。生产厂商称在烧结的过程中，基底冠均匀地收缩，约达到30%。在Cercon基底冠设计中，通过增加基底冠的大小以补偿烧结导致的收缩。这就解释了为什么无论曲率的大小是多少，全瓷基底冠均表现出相似的唇侧、舌侧、近中和远中边缘缝隙。

采用失蜡铸造法制作金属烤瓷基底冠。在注入和铸造过程中，使用金属铸圈。然而金属铸圈限制了铸件的热膨胀。为了弥补这个限制，建议使用了纸铸圈。虽然纸铸圈的边缘能够补偿大部分的金属铸圈限制，临床上认为金属铸圈技术能精确地制作铸件；但金属铸圈仍然限制了铸件的小范围膨胀。由于金属铸圈的限制，铸件在垂直方向上的扩张比水平方向上大。所以铸件的轴向表面较蜡型的原始长度长。蜡型的轴向表面越长，则铸件的轴向表面在长度上增加越多。1mm曲率的基牙，其蜡型的唇舌轴面与近远中轴面之间的长度差很小，3mm曲率的基牙适中，5mm曲率的基牙很大。因此铸造后，1mm曲率基牙的唇舌轴面与近远中轴面长度增量差异小，3mm曲率基牙适中，5mm曲率基牙的较大。这就是为什么1mm曲率基牙的近远中边缘缝隙和唇舌侧边缘缝隙相似，而5mm曲率基牙的近远中边缘缝隙远大于唇舌侧的边缘缝隙。上瓷后，1mm、3mm和5mm曲率基牙的全瓷冠边缘缝隙较基底冠表面变化少。Sulaiman、Beschnidt和Strub均支持全瓷基底冠与饰面全瓷冠之间的边缘缝隙无显著差异，并认为饰瓷程序对全瓷冠的适应性无影响。对于金属烤瓷冠来说，由于陶瓷与金属间的热膨胀系数差，导致金属基底冠边缘适合性的变化。因此，有必要进一步研究全瓷基底冠和Cercon系统饰面瓷的热膨胀系数。

在瓷烧结周期后观察金属基底冠边缘适合性的变化。饰瓷后，瓷烧结收缩以及瓷和金属间的热膨胀系数差异可导致下部结构金属向瓷表面弯曲。1mm曲率的基牙，其唇舌轴面长度和邻轴面长度相似：唇舌轴面和邻轴面之间的弯曲应力几乎保持平衡。5mm曲率的基牙，由于其唇舌轴面较邻轴面更长，唇舌轴面的颈部就像一个悬臂。在唇舌轴面的颈部弯曲变形朝向陶瓷，而邻轴面几乎不变。相反地，邻轴面的弯曲变形被唇舌轴面限制。唇侧和舌侧边缘是最易弯曲变形的位置。因此，上瓷后，唇舌边缘缝隙较邻面边缘缝隙大。因此，颈缘线曲率越大，唇舌侧的边缘缝隙就越大。

许多学者对全瓷冠和金属烤瓷冠的边缘适合性

作了评价，但是尚无被广泛接受的边缘适合性标准。虽然在临床认为边缘缝隙为100μm对修复体的使用寿命并无影响，但理论上要求边缘缝隙应小于40μm。在上瓷后，1mm和3mm曲率的基牙，全瓷冠和金属烤瓷冠的平均边缘缝隙均低于60μm。然而5mm曲率的基牙，全瓷冠的平均边缘缝隙低于60μm，但金属烤瓷冠的唇侧和舌侧边缘缝隙远大于70μm。从该研究可得知，基牙的颈缘线曲率对全瓷冠的边缘适合性无显著影响，但是对金属烤瓷冠的边缘适合性有显著的影响。因此，临床医师在进行牙体预备时应该对颈缘线曲率的影响做到心中有数。在尖牙和患有牙周病时，由于唇舌侧牙龈萎缩，唇侧和舌侧的牙根可能会暴露。若采用龈下边缘的设计，则牙冠可覆盖所有暴露的根表面，并能产生一个十分弯曲的颈缘线。应建议使用全瓷CAD/CAM冠以提高唇侧和舌侧的边缘适合性。如果选择金属烤瓷冠，应采用龈上边缘设计以避免十分弯曲的颈缘线。

因为本研究仅探讨了一种全瓷CAD/CAM系统和一种金属烤瓷冠系统，此结果对于其他系统的冠边缘适合性来说，仅具有有限的代表性。

5 结论

根据此研究所获得的数据，可得出以下结论：

（1）基牙的颈缘线曲率对CAD/CAM全瓷冠的边缘适合性无显著性影响。

（2）基牙的颈缘线曲率对金属烤瓷冠的边缘适合性有显著性影响。

（3）金属烤瓷基底冠的边缘缝隙小于全瓷基底冠的边缘缝隙。

（4）5mm曲率的基牙，金属烤瓷冠唇侧和舌侧的边缘缝隙大于全瓷冠唇侧和舌侧的边缘缝隙。

《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：298元
图片：400张
四色印刷、精装

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系统地介绍的图书目前只有这一本。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的应用，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