

三维有限元法分析瓷贴面厚度对三型瓷贴面复合体应力分布的影响

于海洋 杜传诗 巢永烈

摘要 目的: 研究不同类型瓷贴面复合体受力时, 应力分布等生物力学特征, 为临床应用提供参考。方法: 用切片法建立上颌左侧恒中切牙的三维有限元模型, 模拟前伸 加载, 分析瓷贴面厚度变化对三型瓷贴面复合体的应力分布和位移的影响规律。结果: I, II型瓷贴面复合体, 贴面厚度变化对瓷面和粘固层的破坏性应力影响差别不大; 而III型瓷贴面复合体, 则有明显差异, 厚型贴面破坏性应力大于薄型贴面。三型瓷贴面复合体, 薄型贴面对牙体的应力均小于厚型贴面, 而以III型薄贴面的应力值最小。结论: 设计III型瓷贴面宜选用薄型贴面。III型薄瓷贴面更有利于保护牙体组织。

关键词 三维有限元 应力和位移 瓷贴面

瓷贴面具有天然牙的光泽、抗着色力强、耐磨以及对龈组织无刺激等许多优点, 近年来已成为国外治疗变色、染色前牙、畸形牙、轻度错位牙、前牙小间隙等的首选保守疗法^{1,2}。目前尚缺乏有关瓷贴面应力传导、分布等方面的基础研究报道³。瓷贴面通过粘结剂与牙釉质相联为一体, 应视为一个功能整体, 本文称之为瓷贴面复合体。本实验用切片法建立了上颌左侧恒中切牙的三维有限元(3D-FEA)模型, 模拟前伸 加载, 分析瓷贴面厚度变化对三型瓷贴面复合体各部分应力分布和位移的影响规律, 为临床应用提供参考。

1 材料和方法

1.1 材料和仪器

左上中切牙标准模型树脂牙, 嵌体蜡, 硅橡胶印模材料, RJM n40 滑动切片器(德国), BM Quick 9800 扫描仪, Mias 图形图像分析处理系统(四川大学 1990)。

1.2 瓷贴面复合体标准块制备

取标准树脂牙铜圈硅橡胶印模, 凝固后置于震荡器上, 用嵌体蜡浇注, 冷却后修整蜡中切牙外形, 其修整完的蜡牙尺寸与王惠芸⁴ 平均值接近。用红蜡片制成 20 mm × 30 mm × 40 mm 大小盒子, 底部中央插上蜡中切牙, 使牙长轴与盒长轴方向一致, 浇入硅橡胶, 凝固后成标准块备用。

1.3 三维有限元模型的建立

将前述标准块切缘方向向上, 用石蜡固定于切片机上, 每隔 250 μm 取一个断面, 并用正对断面上方的扫描仪拍摄每层断面像 用于中切牙的三维重建, 应用图形图像分析处

理系统, 在微机上提取各截面图像边缘, 完成图形坐标转换和边界平滑处理形成磁盘文件。应用 IDEAS 软件参照空间坐标系原点, 经数据处理建立实体模型。采用 IDEAS 有限元分析软件全手工划分有限元模型的单元和节点。单元划分原则是贴面界面区和应力可能集中区域细划, 牙根、牙周膜等粗划。对单元和节点编号, 分别建立 3 种形状瓷贴面的三维有限元模型, 模型 I 为开窗型(唇面磨除接近切缘, 其颈缘和切缘处呈浅凹槽形), 模型 II 为对接型(磨除达到切缘), 模型 III 为包绕型(磨除部分切缘, 形成舌向短斜面)。并对边缘交界区等作圆滑处理, 完成三维有限元模型的建立。本实验主模型有 1566 个节点, 1368 个单元, 三型模型节点、单元数目略有差异, 单元为六面体和少量的五面体、四面体。薄型瓷贴面厚度为 0.5 mm, 厚型定为 1.0 mm, 粘固层为 100 μm。在三型模型的基础上, 按单元序号给定 0.5 mm、1.0 mm 两种厚度贴面, 共 6 个模型。

1.4 加载方式和加载量

加载量为 150N, 采用前伸 均布加载, 力的分配按节点、单元均分, 前伸 均布加载的部位是切缘区, 方向为与牙长轴平行。

1.5 实验假设及材料力学参数

假设模型中各材料和组织为连续、均质和各向同性的线弹性材料, 材料变形为小变形。由于本文重点讨论瓷贴面复合体的应力分布, 牙周组织以外区域影响不大, 故在牙周膜外牙槽骨等区行刚性约束三维平移和旋转, 参数⁵⁻⁹ 见表 1。假设瓷贴面粘固层和牙体间无相对滑动。

1.6 数据处理

表1 模型中各部分材料力学参数

部 位	弹性模量值 (GPa)	泊松比
树脂粘接剂	5.0	0.25
瓷面	63.0	0.28
牙釉质	84.1	0.30
牙本质	18.6	0.31
牙周膜	0.0689	0.45

在 Siligraphic 工作站上用 HDEAS 软件, 分别在 6 个模

型上进行模拟前伸 均布加载, 并作应力计算, 输出瓷贴面复合体各部分的应力分布图、最大位移, 比较 6 种模型在受相同载荷时应力情况, 并记录分析结果。

2 结 果

两种贴面厚度的三型瓷贴面复合体在模拟前伸咬合时瓷贴面、粘固层及牙体的应力和位移情况表 2~ 4。

表2 瓷贴面的应力和位移情况

瓷贴面	类型	Von Mises 应力值 (MPa)	应力集中区	位移量 (10 ⁻⁵ m)	位移方向
薄型	I	37.30	偏舌侧、近切缘处	6.47	根向
	II	89.90	发育沟区	6.53	根向
	III	54.80	发育沟区、切缘区、加载区	6.52	根向
厚型	I	31.60	近切缘处中部增大明显	6.32	根向
	II	85.40	切缘加载区、发育沟区明显	6.53	根向
	III	79.10	切缘区、舌侧	6.56	根向

表3 粘固层的应力和位移情况

瓷贴面	类型	Von Mises 应力值 (MPa)	应力集中区	位移量 (10 ⁻⁵ m)	位移方向
薄型	I	7.80	近切缘处中份增大明显	6.54	根向
	II	17.10	发育沟区、切缘中份加载区明显, 切缘加载区	6.53	根向
	III	21.10	切缘区舌侧粘固层中份, 发育沟增加明显	6.50	根向
厚型	I	6.36	近切缘区中份应力增加明显	6.32	根向
	II	16.40	切缘、近切缘区、加载区、发育沟	6.54	根向
	III	40.00	切缘区舌侧粘固层增加明显	6.49	根向

表4 牙体的应力和位移情况

瓷贴面	类型	Von Mises 应力值 (MPa)	应力集中区	位移量 (10 ⁻⁵ m)	位移方向
薄型	I	56.30	切缘加载区	6.52	根向
	II	55.20	切缘区、发育沟、根颈 1/3 区	6.50	根向
	III	30.10	切缘区中份明显	6.50	根向
厚型	I	67.60	切缘加载区	6.17	根向
	II	55.30	切缘加载区	6.50	根向
	III	54.40	切缘区偏舌侧	6.38	根向

3 讨 论

文献¹⁰ 报道, 目前瓷贴面修复研究中存在的主要问题之一是缺乏运用有关应力传导、分布等方面

的科学依据, 对各种力学现象作出解释。而在理论力学的研究中, 有限元法可对结构、形状、载荷和材料力学性质极其复杂的构件进行分析; 可提供模型任何部位的应力和位移; 还可以在同一模型上通

过改变单元力学参数,模拟不同的情况,对表面、界面和内部应力分布进行研究,具有可比性强和精确的优点。而三维有限元法更能全面反应受载状态¹¹。

影响瓷贴面复合体的应力传导和分布的因素不少,瓷贴面厚度是其中的一个重要因素。瓷贴面厚度薄型一般为0.5~0.8 mm,厚型1.0~1.5 mm¹²。厚度的不同不仅影响牙体预备的量,更影响美观效果。Hui等¹³通过光弹法研究指出,瓷贴面的厚、薄对其破坏性应力的分布无影响,认为牙体预备越保守,瓷贴面的支持组织就越多,贴面受破坏的可能性也就越小。但是薄厚贴面各有其不同适应证,不能一概而论,关键是了解其不同力学特点。为临床应用提供力学依据。

本研究结果表明:薄、厚型瓷贴面复合体在模拟前伸载荷时,瓷贴面的应力最大值是II型大于III型大于I型,I、II型瓷贴面应力值厚、薄型相近,位移也相近。这是因为对于I型瓷贴面由于瓷贴面是间接受力,贴面厚度的变化对其本身应力影响不大;II型瓷贴面由于贴面厚度的变化使其受力面积增大而使应力值变化不大。说明在本实验的范围内对于I、II型贴面复合体,贴面厚度变化对其破坏性应力影响不大。III型贴面,其薄、厚型的应力值有区别,厚型贴面比薄型贴面应力值高出44%,说明III型贴面贴面厚度对瓷贴面应力有影响,薄型贴面更好些。这可能是由于薄型贴面的牙体组织预备量少,牙体抗力好些,且瓷贴面体积较小等。这与Hui¹³的结论相似。

各型瓷贴面粘固层的最大剪切应力值是III型大于II型大于I型。I、II型薄、厚贴面的应力值相近,III型厚贴面粘固层应力值高出薄贴面近1倍,比I型高出近5倍。这是由于III型瓷贴面牙体为间接受力,而粘固层面积较大,全部是瓷贴面直接受力,且厚型贴面应力值较大,故其粘固层应力值较高,其应力大小是从切缘到颈缘依次降低。而II型贴面牙体部分受力,应力分散优于III型贴面,同时III型贴面牙体组织预备最多,牙体组织抗力差。而I型贴面的贴面和粘固层均为间接受力,故应力值

最小。

牙体的应力值规律明显,均是薄型应力值小于厚型,这是因为薄型贴面牙体预备量少于厚型贴面,牙体抗力好,其中III型薄贴面牙体应力值最小。这是由于III型贴面牙体为间接受力,故其最大应力值最小。说明包绕型薄贴面更有助于保护牙体。

4 参考文献

- 1 巢永烈,陈贵丰.薄型瓷贴面牙体预备术式的分型探讨.华西口腔医学杂志,1996,14:38
- 2 Clyde JS, Gilmore A. Porcelain veneers: a preliminary review. Br Dent J, 1988, 164: 9
- 3 Anusavice KJ, DeHoff PH, Fairhurst CW. Comparative evaluation of ceramic-metal bond tests using finite element stress analysis. J Dent Res, 1980, 59: 608
- 4 皮昕主编.口腔解剖生理学.第2版,北京:人民卫生出版社,1987
- 5 Bona AD, Noort RV. Shear and tensile bond strength of resin composite bonded to ceramic. J Dent Res, 1995, 74: 9
- 6 Jedynakiewicz N, Martin N. CAD-CAM in Restorative Dentistry. The Cerec Method. Liverpool: Liverpool University Press, 1993
- 7 唐亮.下颌后牙固定桥基牙牙周膜及桥体下粘膜应力的三维有限元分析.华西医科大学博士论文.成都:华西医科大学,1991
- 8 Holmes DC, Leary M. Influence of post dimensions on the stress distribution in dentin. J Prosthet Dent, 1996, 75: 140
- 9 Reinhardt RA. Periodontal ligament stresses in the initiation of occlusal traumatism. J Periodontol Res, 1984, 19: 238
- 10 Anusavice KJ, DeHoff PH, Fairhurst CW. Comparative evaluation of ceramic-metal bond tests using finite element stress analysis. J Dent Res, 1980, 59: 608
- 11 Meijer HJA. Location of implants in the interforaminal region of the mandible and the consequence. J Oral Rehabil, 1994, 21: 47
- 12 Clyde JS, Gilmore A. Porcelain veneers: a preliminary review. Br Dent J, 1988, 164: 9
- 13 Hui KKK, Williams B, Davis EH. A comparative assessment of the strengths of porcelain veneers of incisor teeth dependent on their design characteristics. Br Dent J, 1991, 171: 51

(1997-12-03 收稿)

3D-FEA Study of Stress Distribution of Porcelain Laminate Veneers with Different Thickness of Veneers

Yu Haiyang, Du Chuanshi, Chao Yonglie, et al

College of Stomatology, West China University of Medical Sciences

Abstract

Objective: To understand the mechanical behavior of veneers with different thickness **Methods:** Under imitating of protruding occlusal loads, models of a left upper permanent central incisor with three veneer designs were introduced in the study. Comparative studies of stress distribution were carried out to relate the stress of three kinds of tooth preparation designs with two different thickness of porcelain veneers **Results:** The stress values increased with the thickness of porcelain veneer for Type III (especially for the thick one) but not significant for Type I and II. **Conclusion:** Thin veneers should be used for Type III design and be the better one to protect the tooth structure

Key words three-dimensional finite element method stress and displacement porcelain laminate

50例甲状舌管囊肿切除与复发的临床分析

沈海平

甲状舌管囊肿的手术切除是临床治疗的有效手段,但术后复发时有所见。本文就海盐县人民医院1980~1995年诊治的50例甲状舌管囊肿作一临床分析,讨论了手术切除的范围及复发的原因。

1 临床资料

本组共50例,男性36例,女性14例。年龄1~58岁,平均24岁,其中10岁组以下25例(50%)。甲状舌管囊肿位于颈中线者41例;位于颈中线左侧者3例;位于颈中线右侧者6例。第一次手术者45例,复发者5例。本组甲状舌管囊肿46例,伴瘻管者4例。

本组50例均做甲状舌管囊肿或瘻切除术。术中见甲状舌管位于舌骨水平以上者4例,均不穿过舌骨膜和舌骨体,并均有2支以上分支。甲状舌管位于舌骨水平以下者共46例,仅穿过舌骨膜者32例,其中2例有2支以上分支;穿过舌骨体者14例,其中4例有2支以上分支,切除标本均送病理学检查。

2 结果

本组50例甲状舌管囊肿或瘻手术切除的范围,及其复发见表1。

表1 甲状舌管囊肿或瘻手术切除范围及复发

手术范围	含舌骨体切除	不含舌骨体切除
手术例数	47	3
复发例数	4	1

3 讨论和分析

单纯切除甲状舌管囊肿及瘻道而保留舌骨体中段,实际是残留了胚胎发育来的瘻道,易造成术后复发。本组1例复发占33.33%。

本组32例术中发现其甲状舌管不完全是从舌骨体的中央洞穿而过,而是直接从舌骨骨膜或周围的肌肉组织穿出。本组仅见14例的甲状舌管洞穿舌骨体,占20%,且均不在舌骨体中段正中央。所以切除舌骨体中段的长度应在1.5~2.0cm,以求彻底、干净。

本组47例作甲状舌管、舌骨体中段和舌骨膜的切除,有4例复发,占8.5%。主要原因是甲状舌管周围组织剥离过于干净,细小分支导管残留。所以甲状舌管囊肿或瘻的切除应包括甲状舌管或瘻,舌骨体中段和骨膜及其周围组织,并作柱状切除。

4 参考文献

- 1 上海第二医学院主编 口腔颌面外科学 北京:人民卫生出版社,1984:375~376
- 2 徐明,游士奇 甲状舌管瘻术后复发的原因及治疗探讨 现代口腔医学杂志,1992,6:236

(1997-04-05收稿)

作者单位:314300 浙江省海盐县人民医院口腔科