

银汞合金充填术后牙体组织受力分析

赵守亮 张少峰 袁芸 袁莉 袁美青 袁四军医大学口腔医学院 陕西 西安 710032 袁

摘要目的 观察 5 种基底料对银汞合金修复后牙体组织的应力分布和变形影响遥方法 建立下颌第一磨牙二维有限元计算模型基底厚度均为 0.5mm 袁银汞合金厚 2mm 袁采用合面中央集中加载袁计算窝洞侧壁牙体组织上的应力分布和变形情况遥结果 高应力集中和较大水平变形主要发生在洞底线角局部袁低弹性模量基底材料可以加剧这一趋势遥普通型氧化锌丁香油水门汀和氢氧化钙组局部的最大压应力集中是磷酸锌水门汀组的 3.3 倍袁玻璃离子和加强型氧化锌丁香油水门汀组的 2 倍遥变形较磷酸锌水门汀组增加了 40% 袁玻璃离子水门汀增加了 25%遥结论 不同弹性模量的基底料对银汞合金充填后牙齿的强度有明显影响袁弹性模量越低袁局部牙体组织内产生的应力越高袁断裂的可能性越大袁从力学性能上看袁磷酸锌水门汀是目前临床上常用基底料中最为理想的遥

关键词 基底料 牙体组织 应力 变形

中图分类号:R781.05 文献标识码:A 文章编号 院000-2588(2003)05-0474-03

Effects of dental cements on the stress distribution in amalgam-restored teeth

ZHAO Shou-liang, ZHANG Shao-feng, LI Yun, LIU Han, WANG Mei-qing

School of Stomatology, Fourth Military Medical University, Xi'an 710032, China

Abstract: Objective To evaluate the effects of 5 kinds of base material on the stress distribution and deflection in amalgam-restored teeth. Methods A computerized two-dimensional finite-element of the tooth model first molar was established. Various dental cements with a thickness of 0.5mm and amalgam restorations with thickness of 2mm in the prepared cavity were simulated and subjected to microhardness test (load=45kg). The stresses and deflections along the cavity wall interface were analyzed by finite-element method. Results High stress and deflection occurred mainly at the line angle of the cavity, this could be magnified by using cements with lower elasticity modulus. The maximum compressive stress at the line angle induced by common ZOE or Ca(HO)₂ was increased 3.3 times or 2 times and deflections increased by 40% and 25% respectively than by Zinc phosphate and glass ionomer. Conclusions Modulus elasticity of cement plays an important role in affecting the fracture strength of the amalgam restored tooth. The lower the elasticity modulus, the higher the stresses and deflections induced in the dentine. From the point of mechanical property, zinc phosphate is one of the best dental cements.

Key words: dental cement; dental tissues; stress; deflection

充填术是目前临床上治疗牙体硬组织缺损的主要方法之一遥由于龋坏 尧 窝洞制备等原因导致牙体组织结构的完整性受到破坏袁使牙齿的抗折强度明显降低袁但充填材料对牙体组织抗折强度的影响尚未引起临床医师的足够重视遥本实验采用有限元应力分析方法观察几种临床常用基底料对牙体组织抗折强度的影响袁以期临床合理选用基底料提供实验依据遥

拟合面洞深为 2.5mm 袁宽 2mm 袁采用合面中央集中载荷袁合力为 45kg 袁牙体组织和修复材料的弹性模量渊单位 GPa) 见泊桑比见表 1 遥

1.2 实验分组

实验依所用基底材料不同共分为 5 组 磷酸锌水门汀组 玻璃离子水门汀组 氢氧化钙组 加强型及普通型氧化锌丁香油水门汀组遥窝洞深度均为 2.5mm 袁

1 材料和方法

1.1 有限元模型建立

依据下颌磨牙近尧远中向剖面外形和组织构成袁参照王惠芸测量的有关数据袁在坐标纸上复制剖面图形袁然后采用坐标逐点输入的方式袁在 Algor 有限元程序下建立下颌磨牙平面对称计算模型遥图 1 为模型

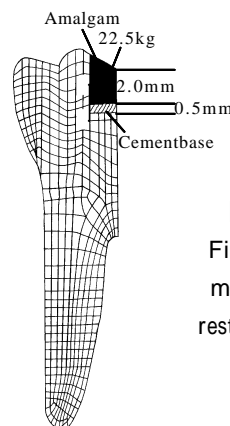


图 1 模型单元划分示意图
Fig.1 Mirror image symmetric model of molar with amalgam restoration supported by various cement bases

收稿日期 院003-02-06

资金项目 院国家自然科学基金 9370195 袁

Supported by National Natural Science Foundation of China

作者简介 院赵守亮 渊962- 袁男 袁山西大同人 袁994 年毕业于第四军医大学 袁博士 袁副教授 袁副主任医师 袁硕士生导师 袁电话:029-3376073, E-mail: zhaosl@fmmu.edu.cn

表 1 牙体组织和修复材料弹性模量和泊桑比
 Tab.1 Elasticity modulus and Poisson's ratio of materials simulated in the model

Material	Modulus of elasticity (GPa)	Poisson's ratio
Enamel	82.5	0.33
Dentin	18.6	0.31
Pulp	0.002	0.30
Amalgam	62.0	0.35
Zinc phosphate	22.4	0.35
Glass ionomer	5.0	0.25
Zinc oxide-eugenol		
Reinforced	3.5	0.35
Common	0.288	0.40
Calcium hydroxide	0.367	0.40

基底厚度 0.5mm 银汞合金 2mm 对照组除不垫基底且银汞合金厚度为 2.5mm 外其余均与实验组相同

1.3 计算方法

采用二维有限元应力分析方法选用 Algor 有限元程序以计算最大主应力、最大压应力和变形的分析方法分析窝洞侧壁牙体组织 AB 线上受力情况

分为 931 个节点 50 个单元

2 结果

窝洞侧壁最大主应力、最大压应力和变形结果见图 2~5

由图可见不同基底料所导致的牙体组织内应力分布趋势基本一致，但应力水平有明显差异。以普通型氧化锌丁香油水门汀和氢氧化钙诱导的应力水平最高，变形最大。其次为加强型氧化锌丁香油水门汀和玻璃离子水门汀。磷酸锌水门汀与无基底组相近，应力和变形均较低。各组在洞底线角局部均有应力集中。其中磷酸锌水门汀和无基底组表现为低的张应力集中。加强型氧化锌丁香油水门汀和玻璃离子水门汀表现为低的压应力集中。普通型氧化锌丁香油水门汀和氢氧化钙表现为高的压应力集中。应力水平是磷酸锌水门汀组的近 3.3 倍。加强型氧化锌丁香油水门汀和玻璃离子水门汀组的近 2 倍。且洞底线角上方的牙体组织水平变形较磷酸锌水门汀组高出 40%，较玻璃离子水门汀组高出 25%。

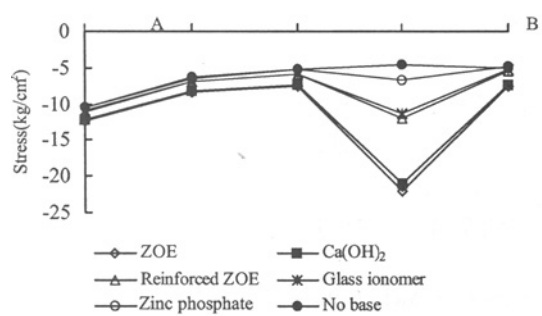
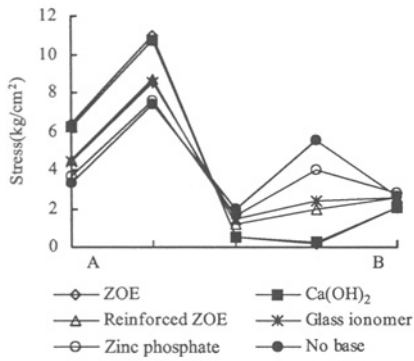


图 2 洞壁牙体组织 AB 上的最大主应力
 Fig.2 Maximum stresses in cavity wall along line AB
 图 3 洞壁牙体组织 AB 上的最大压应力
 Fig.3 Maximum compressive stresses in cavity wall along line AB

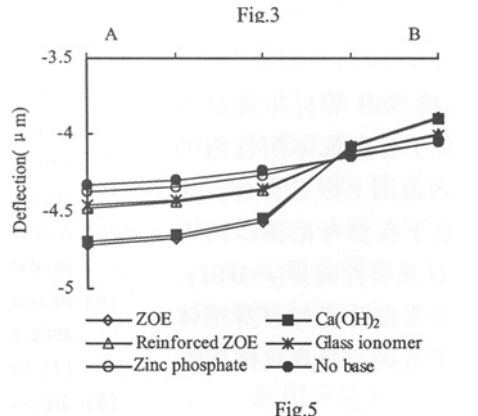
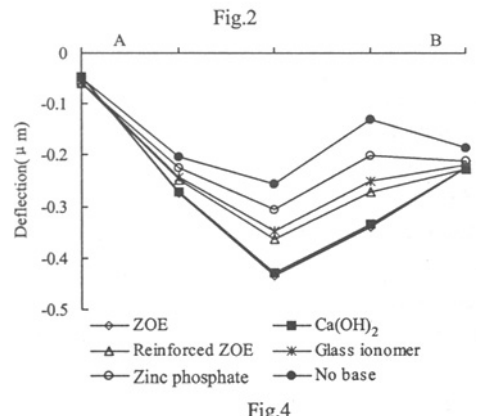


图 4 洞壁牙体组织 AB 上水平变形
 Fig.4 Horizontal deflection in cavity wall along line AB
 图 5 洞壁牙体组织 AB 上垂直变形
 Fig.5 Vertical deflection in cavity wall along line AB

3 讨论

牙齿的抗折强度与其结构的完整性及形态有密切关系。研究显示，经银汞合金修复的合面窝洞，其牙齿的抗折强度较完整牙齿有显著下降。且窝洞的颊舌径越宽，下降幅度越大。其主要原因是牙体组织的应力分布产生了较大的变化。

中度以上龋用银汞合金充填修复时均需垫基底。其目的主要是隔绝修复材料和周围环境对牙髓可能的刺激，保护并促进牙髓组织的康复。由于不同基底料弹性模量有较大差异，在承受咬合力时发生的变形各异，因此由其传导至牙体组织的应力变化也较大。在一定程度上势必会影响牙齿的抗折强度。

本研究结果显示不同弹性模量的基底料对牙体组织的应力分布和变形均有明显影响,其程度取决于基底料的弹性模量,高应力集中和较大水平变形主要发生在窝洞底线角部位,而且基底料弹性模量越低,这一趋势越明显,这说明这一部位最容易断裂,结果与临床实际情况相符。本实验中普通型氧化锌丁香油水门汀和氢氧化钙组洞底线角局部应力水平是磷酸锌水门汀组的近 3.3 倍,加强型氧化锌丁香油水门汀和玻璃离子水门汀组的近 2 倍,洞底线角上方的牙体组织水平变形高出磷酸锌水门汀组 40%,玻璃离子水门汀组 25%。这说明低弹性模量基底料可以加剧洞底线角局部的应力集中和变形,明显增加了牙齿折裂的可能性。加强型氧化锌丁香油水门汀虽然在力学性能上较普通型有所改善,但其对牙体组织的抗折强度影响仍较大。玻璃离子水门汀和聚羧酸锌水门汀的力学性能相似,以往被认为其对修复体的影响是临床上可接受的最低限度,但从本实验结果来看,其对牙体组织的受力和变形影响仍较明显,弹性模量仍需进一步改进。这与我们以往的光弹应力分析实验结果相似。本实验的 6 个测试组中,除无基底组外,均垫置 0.5mm 厚基底,在施咬合力的大小、方向及窝洞洞形等均相同,实验结果可以较真实的反映出不同基底料对牙体组织的受力影响。综合本实验结果和已有的文献报道,从力学角度分析,磷酸锌水门汀是目前最理想的基底料,氧化锌丁香油水门汀、氢氧化钙和玻璃离子水门汀,在承受咬合力的部位不宜作为单层基底料使用,尤其是氧化锌丁香油水门汀和氢氧化钙,应尽可能降低其对牙体组织抗折强度的影响,程度应控制在

0.5mm 以内,在较深窝洞处,可用作次基其上覆盖磷酸锌水门汀。

参考文献

- 王惠芸. 口腔解剖生理学[M]. 西安: 第四军医大学出版社, 1987. 27.
- Wang HY. Oral anatomical physiology[M]. Xi'an: Fourth Military Medical University Press, 1987. 27.
- Farah JW, Hood JAA, Craig RG. Effects of cement bases on the stresses in amalgam restorations[J]. Dent Res, 1975, 54(1): 10-5.
- Farah JW, Clark AE, Mohsein M, et al. Effect of cement base thicknesses on MOD amalgam restorations[J]. Dent Res, 1983, 62(2): 109-11.
- 赵守亮, 张少峰, 王光华, 等. 干髓术和根管治疗术牙体组织有限元应力分析对比[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 1992, 2(2): 36-8.
- Zhao SL, Zhang SF, Wang GH, et al. Stresses and deflections induced in dental tissues after teeth treated by pulp mummification and RCT[J]. Yati Yasui Yazhoubingxue Zazhi, 1992, 8(2): 36-8.
- Mondelli J, Steagall L, Ishikiriyama A, et al. Fracture strength of human teeth with cavity preparations[J]. J Prosthet Dent, 1980, 43(4): 419-22.
- Zhou SM, Hu HP, Wang YF. Analysis of stresses and breaking loads for class I cavity preparations in mandibular first molars[J]. Quintessence Int, 1989, 20(3): 205-10.
- Arola D, Galles LA, Sarubin MF. A comparison of the mechanical behavior of posterior teeth with amalgam and composite MOD restorations[J]. Dent, 2001, 29(1): 63-73.
- 赵守亮, 王光华, 洪法廉, 等. 牙体银汞合金修复的三维光弹应力分析[J]. 牙体牙髓牙周病学杂志, 1991, 7(1): 31-3.
- Zhao SL, Wang GH, Hong FL, et al. Three dimensional photoelastic stress analysis on amalgam restored tooth[J]. Shiyong Kouqiang Yixue Zazhi, 1991, 7(1): 31-3.

责任编辑 陈锦雅 冤

渊 上接 473 页 冤

抗 ds-DNA 抗 ANA 抗 SSA 抗 SSB 等) 并且自身抗体阳性组的 IgA 水平明显高于自身抗体阴性组的水平。又发现 IgA 水平高于参考范围上限者自身抗体阳性率(83.3%)明显高于 IgA 水平在参考范围以内者的自身抗体阳性率(50%)。两者呈显著性差异($P < 0.01$)。这说明在 RA 患者中血清免疫球蛋白升高与自身抗体表达存在相关性, 其中 IgA 水平升高与自身抗体阳性率尤为密切。

因此在对早期 RA 的血清学诊断中, 有条件的医院应同时检测血清 3 类免疫球蛋白和自身抗体系列, 以提高 RA 的检出率, 及时指导临床医生用药。对于受条件限制的医院, 也可通过对 IgA 水平的检测, 结合临床表现, 进行初步诊断。

参考文献

- 许以平, 郑捷. 现代免疫学检验与临床实践[M]. 上海科学技术文献出版社, 1999. 61-2.
- Arnett FC, Edworthy SM, Block DA, et al. The 1987 revised ARA criteria for rheumatoid arthritis (RA)[J]. Arthritis Rheum, 1987, 30(Suppl 17): 45-6.
- Adhya S, Chakraborty. Serology and immunoglobulin profile in rheumatoid arthritis[J]. Indian J Pathol Microbiol, 1998, 41(1): 43-7.
- Jonsson T, Steinsson K. Combined elevation of IgM and IgA rheumatoid factor has high diagnostic specificity for rheumatoid arthritis[J]. Rheumatol Int, 1998, 18(3): 119-22.
- Jrgensen C, Anaya JM. Rheumatoid arthritis associated with high level of immunoglobulin A: clinical and biological characteristics[J]. Clin Exp Rheumatol, 1992, 10(6): 571-5.
- Flazzo B, Bonanno D. High level of blood IgA in patients with rheumatoid arthritis[J]. Minerva Med, 1997, 88(7-8): 283-7.
- Hueber W, Utz PJ. Autoantibody profiling for the study and treatment of autoimmune disease[J]. Arthritis Res, 2002, 4(5): 290-5.
- van Boeckel MA, Vossenaar ER. Autoantibody systems in rheumatoid arthritis: specificity, sensitivity and diagnostic value[J]. Arthritis Res, 2002, 4(2): 87-93.