

双端固定桥受载的激光全息干涉法动物模型研究

赵云凤

(华西医科大学口腔医学院, 成都)

王小燕

(广东佛山市职工医学专科学校, 佛山)

摘要: 采用激光全息干涉法对双端固定桥垂直受载的猕猴动物模型进行实验。分析了修复前、后基牙位移的分布规律, 指出动物模型是实验的理想模型, 并确认激光全息术是一种精确而实用的试验方法。

A study of animal model of loading fixed bridge using laser holographic interferometry

Zhao Yunfen

(Department of Prosthodontics, West China University of Medical Sciences)

Wang Xiaoyan

(The Stomatological Hospital of Foshan in Guangdong)

Abstract: By means of laser holographic interferometry, the animal model of abutment fixed and vertically loading bridge has been experimentally tested. The distributive law of the abutment displacement before and after prosthesis is analysed. It is sure that the animal model is a ideal test model and laser holographic interferometry is an accurate and useful test method.

一、引 言

固定桥是口腔修复临床上常用的修复体, 固定桥受力后, 由基牙传至牙周组织及颌骨。关于固定桥基牙牙槽骨的应力分布, 国内外已有不少学者用光弹法^[1~3]、有限元法^[4,5]、电测法^[6]等进行过研究, 但尚未见用激光全息干涉法作动物模型的研究。

上述方法均系采用体外模拟模型进行实验研究, 其模型与人体生理状态有较大差异, 为此, 作者采用新鲜猕猴下颌骨进行双端固定桥受载应力分析。本文目的是研究对比修复前后双端固定桥基牙的三维位移情况, 并考察动物模型与模拟模型的差异。

二、材料和 方法

1. 实验模型

选用健康成年猕猴新鲜下颌骨。下颌牙列完整，牙齿稳固，牙周健康者。将右下第一磨牙拔除，以右下第二双尖牙和第二磨牙作基牙，在基牙上制作全冠固位体。先完成固位体、桥体蜡模，用中熔合金铸造，抛光，再用热凝塑料完成桥体龈部，常规消毒基牙，粘固固定桥于基牙上。

2. 实验技术

(1) 光路布置 实验采用的激光全息干涉法的光路布置见图1。光源为TEM₀₀氦氖激光器。参考光和物光的光程布置，物、参光强比为1:3。

(2) 计算 实验的坐标系见图2。其中XZ平面平行于颌平面，并与实验防震台台面平行，XY平面与矢状面平行，YZ平面与冠状面平行。对基牙来说，X轴代表近远中方向，Y轴代表颌龈方向，Z轴代表颊舌方向。

通过对全息图上条纹的判读，利用位相差与位移矢量函数关系^[7]。

$$\Omega = IK \cdot IL$$

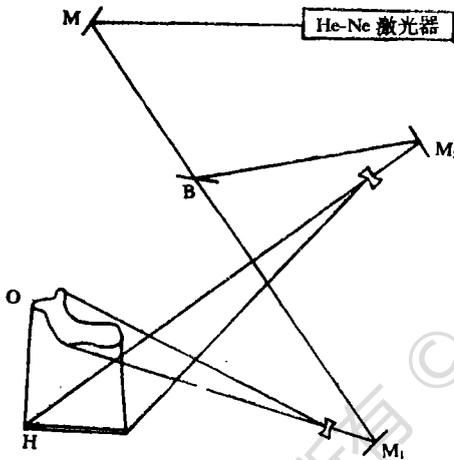


图1 光路布置图

M, M₁, M₂—反射镜 B—分光镜
H—全息干板 O—被测物体

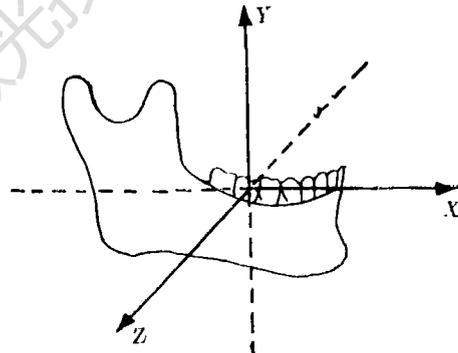


图2 空间坐标示意图

式中， Ω 为相差， IK 为灵敏度矢量，在给定坐标系中有确定值， IL 为所求的位移矢量。

利用上式在同一图象上通过多次条纹判读，建立超定方程组，在计算机上计算，可得到

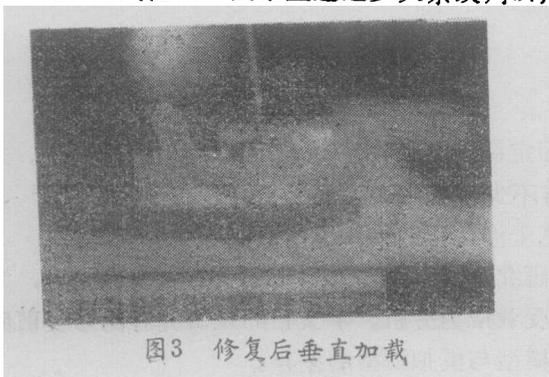


图3 修复后垂直加载

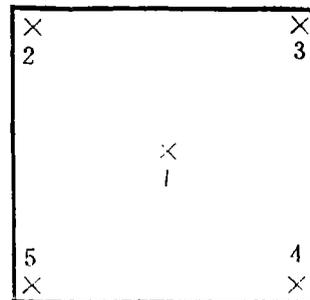


图4 观测板

物体三维空间位移的最接近值 IL 。在给定空间坐标系中 X, Y, Z 三个轴向上的投影分量为 L_x, L_y, L_z 。

(3) 加载 采用垂直向(轴向)加载。分别在基牙和桥体颌面中央窝施加集中载荷40g(图3)。

(4) 实验过程 为便于测量条纹,本实验在基牙和桥体颌面牙尖上各粘接一 $2\text{cm} \times 2\text{cm}$ 的观测板,上设5个观测点(图4、图5、图6)。两次曝光时间均为5s,每张全息图之间的间隔时间为10min,常规显影、定影。各加载状态重复拍摄三次,计算结果取其均值。将上述结果输入计算机,计算各物点的空间位移。

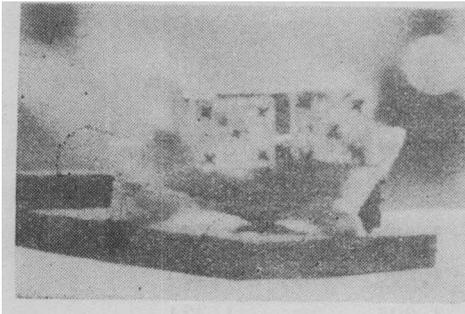


图5 基牙上粘接的观察板

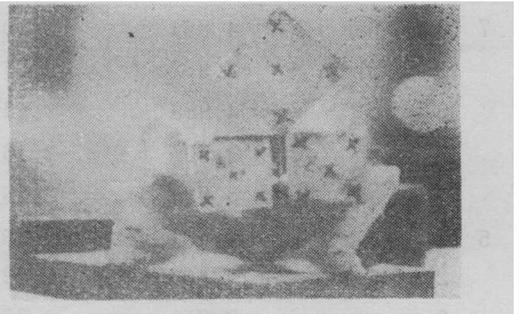


图6 修复后基牙及桥体上粘接的观测板

三、结 果

固定桥修复前后在载荷作用下,基牙各观测点的位移及其轴向投影分量见表1~4。表中 L_x 表示近远中方向位移,近中位移为正值, L_y 表示颌龈向位移,向颌方位移为正值, L_z 表示颊舌向位移,向颊侧位移为正值。根据每个观测板上5个观测点的位移情况,可推断出基牙位移的总趋势。

从表1可以看出,固定桥修复前,基牙主要是近远中向、龈向及颊向位

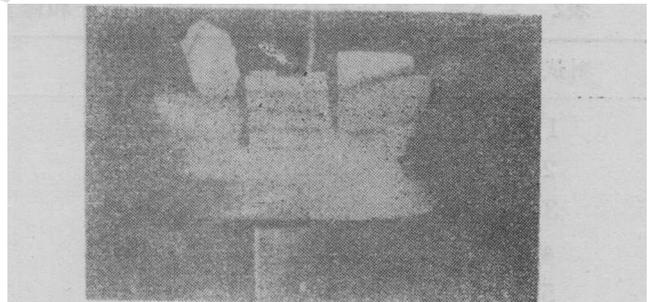


图7 修复前垂直加载时右下第二磨牙的全息图

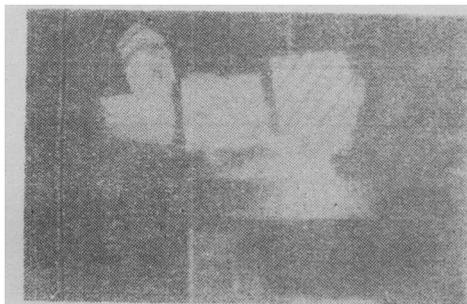


图8 修复前垂直加载时右侧下
颌第二双尖牙的全息图

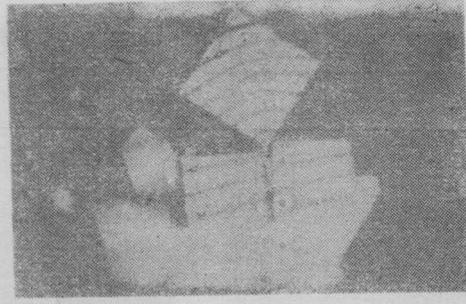


图9 修复后垂直加载全息图

移。而基牙右下第二磨牙是向近中倾斜位移，基牙右侧下颌第二双尖牙是向远中倾斜位移，在相同载荷下，基牙右侧下颌第二双尖牙位移量大于基牙右下第二磨牙的位移量。

固定桥修复后，两基牙由桥体连成整体，颊舌向和龈向，其运动为近中向，且修复后基牙的总位移量明显减小。

修复前后垂直加载的全息图见图7、图8、图9。

表1 垂直向加载时修复前基牙右侧下颌第二双尖牙和右下第二磨牙的位移及分量

测试点	L	L_x	L_y	L_z
7 1	4.854	2.708	-3.432	0.057
2	4.962	2.878	-3.138	-0.150
3	4.989	2.539	-3.578	-0.541
4	4.507	2.135	-3.508	0.313
5	3.924	2.252	-2.802	0.143
5 1	4.471	0.259	-3.835	2.759
2	4.803	-0.223	-4.706	0.803
3	3.610	-0.378	-3.207	1.324
4	6.121	0.137	-3.041	5.262
5	4.603	1.346	-4.135	1.473

L : 位移矢量; 单位: μm 。 L_x , L_y , L_z : 位移矢量在空间坐标中方向上的投影分量。

表2 右下第二磨牙垂直加载时修复后基牙和修复体的位移及分量

测试点	L	L_x	L_y	L_z
1	3.168	0.513	-2.529	1.280
2	2.947	0.563	-2.679	0.735
3	3.073	0.139	-2.578	1.499
4	3.238	0.499	-2.227	1.781
5	3.200	0.781	-2.395	1.546

单位: μm 。

表3 右下第一磨牙垂直加载时修复后基牙和修复体的位移及分量。

测试点	L	L_x	L_y	L_z
1	2.873	1.234	-1.974	-1.388
2	3.911	1.431	-1.963	-2.646
3	3.056	1.265	-2.038	-1.317
4	2.902	1.215	-1.734	-1.138
5	2.799	1.293	-1.762	-1.299

单位: μm 。

表4 右侧下颌第二双尖牙垂直加载时修复后基牙和修复体的位移及分量

测试点	L	L_x	L_y	L_z
1	2.684	1.197	-1.944	-1.089
2	2.053	0.856	-1.612	0.568
3	2.250	0.970	-1.560	0.024
4	2.110	1.040	-1.647	-0.272
5	2.152	1.069	-1.634	-0.396

单位: μm 。

四、讨 论

1. 固定桥修复前后基牙及修复体受载后的位移

(1) 修复前基牙的位移 实验结果指出修复前各基牙分别加载时, 右侧下颌第二双尖牙向远中倾斜位移, 右下第二磨牙向近中倾斜位移。表明右下第一磨牙缺失后, 右下第二双尖牙和第二磨牙均向缺陷区位移, 故临床上常见右下第一磨牙缺陷有逐渐缩窄的趋势。实验的这一结果可以解释右下第一磨牙缺陷变窄小的原因。此外, 右侧下颌第二双尖牙为单根牙, 牙周组织的支持力较弱, 抵抗外力的能力差, 因而在同等载荷作用下, 右侧下颌第二双尖牙明显大于右下第二磨牙。同时, 由于下颌牙弓上, 有右下中切牙到第一双尖牙存在, 右侧下颌第二双尖牙受力后向近中位移时受阻, 故只有向远中无阻力的缺陷区倾斜位移。右下第二磨牙位于下颌牙弓后段, 其排列位置是向近中倾斜的, 因此, 当其颌面受到垂直向载荷时, 仍向近位移。

(2) 修复后基牙的位移 双端固定桥修复后, 在同等载荷下, 各基牙的位移趋势与修复前相似, 但由于桥体将两基牙连结为整体, 故为整体移动。此时, 各基牙的位移受到限制, 且重新调整。这种调整, 在生理范围内, 可有效地保护双尖牙, 防止基牙向缺陷区倾斜位移, 增进各基牙的稳定, 因而对基牙是有利的。

本实验结果与国内外学者们^[1,2,7]的研究结果相似。

2. 实验模型的选用

基牙和修复体受载后产生的微小位移, 在活体上检测较为困难。由于生物组织的各向异性和粘弹性的特殊性质, 以及口腔组织结构的非均一性和牙冠外形的不规则性, 使人工材料模拟的模型生物相似性和几何相似性, 均受到材料性质和条件的极大限制, 因此, 建立与人体相似的猕猴模型具有重要意义。为今后开展动物实验模型进行了初步尝试。

本实验采用恒河猴(猕猴)的新鲜下颌骨作为实验模型, 因其牙颌解剖形态, 咬合关系与人极其相似, 以此模型作为实验模型, 进行生物力学实验, 基本上可代表活体人牙颌系统的生物力学形貌。在实验过程中, 使我们体会到, 在活体上进行加载实验, 由于牙齿受力后, 颌力由牙齿传至牙周膜, 然后传至颌骨。当连续在基牙或桥体上加载时, 则出现基牙无位移情况, 此时说明, 牙周膜已失去弹性, 只有当其弹性恢复正常后, 始可再加载。故在实验过程中, 每加载一次, 休息10min, 再加第二次载荷。这点启示我们在作任何力学实验时, 每

次加载, 中间应有间隔时间, 否则会影响实验结果的准确性。

3. 加载量的确定

激光全息干涉计量法的灵敏度高, 只能测量物体的微小位移。在牙周膜生理范围内, 在同一加载条件下, 牙齿受到的约束相同, 因而外力大小的改变, 只能引起牙齿位移大小的变化, 而位移的方向不改变。本实验只讨论位移的趋势, 作修复前后的对比。因此, 通过多次预实验, 施加不同大小的载荷, 观察到全息图上的条纹走向相同, 说明基牙的位移方向没有随载荷大小的改变而改变。故本实验选定40g作为实验载荷。获得的全息图清晰, 条纹量适中。

4. 激光全息干涉计量法的优点

该方法具有直观性强, 可给出全场三维图象, 不与实验物体直接接触, 灵敏度高等优点。该法已广泛应用于口腔医学领域的研究工作。

参 考 文 献

- [1] 魏治统, 赵云凤, 杜传诗 *et al.* 华西口腔医学杂志, 1984, 2 (2) : 96
- [2] 赵云凤, 魏治统, 杜传诗 *et al.* 华西医科大学学报, 1986, 17 (1) : 29
- [3] 赵云凤, 杜传诗, 魏治统 *et al.* 华西医科大学学报, 1987, 18 (1) : 29
- [4] 赵云凤, 黄苏华. 华西医科大学学报, 1989, 20 (4) : 392
- [5] 尹亚梅. 中华口腔杂志, 1986, 21: 129
- [6] Craig R G. Journal of Dentar Research, 1967, 46: 615
- [7] 樊雄文译. 全息干涉度量学. 北京: 机械工业出版社, 1984, 94

* * *

作者简介: 赵云凤, 女, 1932年11月出生。教授。现在主要从事口腔固定修复及生物力学方面的研究。

王小燕, 女, 1961年5月出生。硕士研究生。现在从事口腔修复教学及临床工作。

收稿日期: 1992年2月17日。 收到修改稿日期: 1992年4月30日。

· 简 讯 ·

日本厂商竞争LCD市场

三家日本领头电子制造厂用各自不同的途径进入快速增长的遍及全球的液晶显示(LCD)市场, 一一由日本控制的市场。一位工业观察家预测在1992年内这一市场年销售额为3000亿日元(23.4亿美元)。据日本一家商业报纸报导, 工业领头企业夏普公司及其对手NEC, 佳能, Seiko Epson和东芝公司都是市场的竞争者。夏普公司预测1995财年LCD年销售额将达5000亿日元(39亿美元), 在1990~1992财年期间, LCD研究方面投入1000亿日元(7.8亿美元)。NEC公司的注意力在个人计算机用的彩色薄膜晶体管LCD, 预测1995财年其市场将达到4000亿日元(31.2亿美元)。佳能公司计划今年支付150亿日元(1.17亿美元)用于在其平冢工厂的铁电体LCD生产线。

译自L F World, 1992, 28 (5) : 45 中尧译 马理校