

# 磁性固位种植总义齿的应力分析

魏素华, 米乃元, 李彦, 顾学甫

(中山大学光华口腔医院修复科, 广东 广州 510055)

**摘要:**【目的】了解磁性固位的下颌种植覆盖义齿的应力状况及其分布规律, 为磁性固位体的临床应用提供生物力学依据。【方法】采用二维光弹应力分析法, 分析圆柱形种植体在垂直向和侧向加载条件下种植体—骨界面的应力状况。【结果】种植体应力主要为均匀分布的压应力, 最大应力位于种植体根尖部, 颈部应力相对较小, 未见明显弯曲应力。【结论】磁性固位种植义齿的种植体应力分布符合生物力学要求, 有利于种植体的长期成功。

关键词: 磁体; 义齿固位; 应力; 牙种植

中图分类号: R783.6 文献标识码: A 文章编号: 1000-257X(2000)04-0287-03

## The Stress Analysis on the Implant Supported Complete Overdenture with Magnetic Attachments

WEI Su-hua, MI Nai-yuan, LI Yan, GU Xue-fu

(Department of Prosthodontics, Guanghua Hospital of Stomatology, Sun Yat-sen University of Medical Sciences, Guangzhou 510055, China)

**Abstract:**【Objective】In order to analyse the stress distribution of the mandibular full overdenture supported by implants with magnetic attachments.【Method】Two dimensional photoelastic stress analysis were used in this study. The vertical and lateral forces were loaded on the column shape implants.【Results】The stress on implant-bone interface was about equally distributing compressive stress. The maximum stress was on the apices and the stress on the cervical part was lower. There was no bent stress.【Conclusion】The stress distribution of the mandibular complete overdenture supported by implants with magnetic attachments was suitable for the biomechanical needs of implant and was benefit to implant success.

**Key words:** magnetics; denture retention; stress; dental implants

磁性固位的种植覆盖义齿修复牙槽骨重度萎缩的下牙列缺失, 在临床上取得了理想的固位效果。但是由于种植体对应力的耐受远低于天然牙, 故其长期成功还有赖于种植义齿合理的应力分布, 其中种植体—骨界面应力状况是其关键。因为种植体—骨界面为结构薄弱环节, 受力时它的应力不能超过生理限度, 否则易导致种植体松动、脱落而造成修复失败。本研究采用二维光弹应力分析法, 探索磁性固位的种植义齿的种植体—骨界面应力状况及其分布规律。

## 1 材料与方法

### 1.1 模型的建立

种植体模型材料为聚碳酸酯, 其条纹值  $f = 6.377 \text{ kPa/条}$ , 种植体采用圆柱形, 直径  $3.3 \text{ cm}$ 。牙槽骨模型材料用聚甲基丙烯酸乙酯, 将牙槽骨展成平面状况, 按  $1:1$  的比例制作模型。

### 1.2 加载方式

①左右两侧固位体对称垂直加载  $P_1 = P_2 =$

收稿日期: 2000-03-16

基金项目: 中山医科大学科研基金(96064)

作者简介: 魏素华(1963-), 女, 广东五华人, 硕士, 讲师。

© 1994-2019 China Academic Journal Electronic Publishing House. All rights reserved. <http://www.cnki.net>

6. 35 N; ②不对称垂直力加载,  $P_1=107.4\text{ N}$ ,  $P_2=19.6\text{ N}$ ; ③垂直力与水平力同时加载,  $P=127\text{ N}$ ,  $F=19.6\text{ N}$ (图 1)。

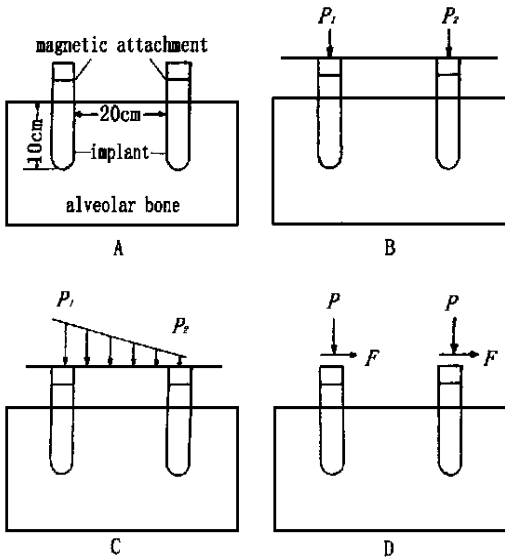


图 1 3种加载方式示意图

Fig. 1 Diagrammatic representation of the model and the three loading ways

A: Diagrammatic representation of the model; B: Symmetric vertical loading; C: Unsymmetric vertical loading; D: Vertical and lateral loading

### 1.3 测量仪器

本实验用 409-II 型光弹性应力分析仪进行应力测定。

## 2 结果

在第一种载荷情况下种植体的应力是较均匀的压应力, 颈部应力为  $-1.83\text{ MPa}$ , 最大压应力在根尖部, 为  $-2.53\text{ MPa}$ (图 2)。

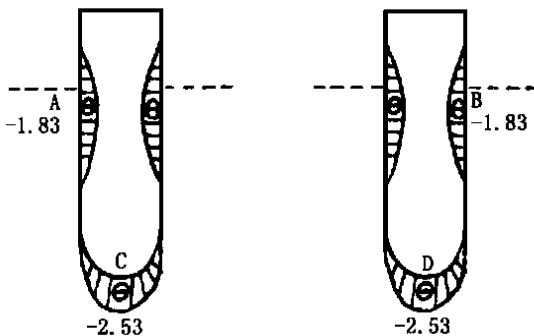


图 2 垂直加载的应力分布

Fig. 2 The stress distribution on vertical load

A, B: Cervical part; C, D: Radical part, the area of the maximum stress

在第二种载荷情况下, 应力情况与第一种加载方式相仿。仅是载荷大的一侧种植体应力较大, 颈部最大压应力为  $-2.21\text{ MPa}$ , 根尖部最大压应力为  $-3.28\text{ MPa}$ 。

第三种载荷情况下, 根尖部最大压应力为  $-2.47\text{ MPa}$ , 颈部压应力为  $0.78\text{ MPa}$ (图 3)。

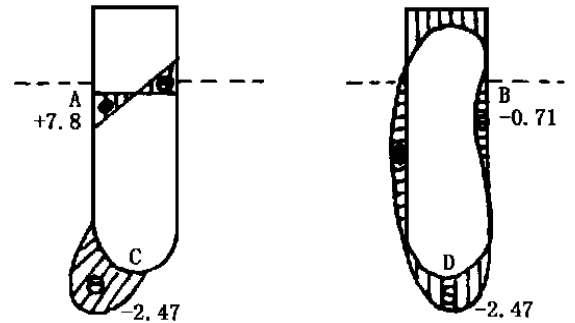


图 3 垂直和侧向加载的应力分布

Fig. 3 The stress distribution on vertical and lateral load  
A, B: Cervical part; C, D: Radical part there is little bend stress

## 3 讨论

### 3.1 磁性固位的种植体的应力分析

磁性固位的下颌覆盖式种植总义齿, 在垂直向和侧向负荷下, 种植体和牙槽骨的应力都是较均匀的压应力。从理论上来说, 磁性固位体-种植体受力时易形成压弯联合应力的悬臂效应, 但本实验此现象并不明显, 其原因可能是一方面磁性固位体露出牙槽嵴顶高度较低(根据力学原理, 此高度越高, 所引起的弯曲应力也越大); 再者是根据磁力理论, 磁性固位体抵抗侧向力能力远低于抗拉能力, 故受侧向力作用时可以发生相对移位, 产生应力“中断”作用<sup>[1]</sup>。Highton 等用光弹法分析两个磁性固位体固位的种植义齿, 也得出类似的结论<sup>[2]</sup>。

### 3.2 应力大小及分布对骨整合种植体的生物力学意义

种植体所产生的应力传递, 对骨整合种植体周围的骨重建机理目前尚未完全清楚。一般认为, 应力控制在生理耐受范围, 种植体周围骨组织可能产生适应性骨重建; 若超过了生理耐受限度, 将导致骨吸收、坏死, 甚至骨折, 继而导致种植体松动<sup>[3~5]</sup>。目前种植体周围骨组织承受应力的生理限度还不清楚<sup>[3, 6]</sup>。由于骨整合种植体缺乏天然牙周膜的应力传递、缓冲功能, 而且弹性模量比骨高得多, 这两种性质不同的材料邻接界面为结构薄

弱环节,故认为种植体对应力的耐受力远低于天然牙<sup>[6]</sup>。骨组织对应力的反应还具有慢性疲劳破坏的特点<sup>[8,9]</sup>。临床上亦发现种植基牙失败多发生于种植体-骨界面和种植体周围骨组织内,原因之一被认为是种植体局部负荷过重,导致种植体周围进行性骨吸收<sup>[3,9]</sup>。因此,在进行种植修复时应尽量降低应力,并使它均匀分布,避免应力集中。这是种植修复设计的关键<sup>[3,9]</sup>。从体外对骨组织的各种力学性能测试还发现骨的抗压应力性能高于抗拉应力性能,拉应力有使界面分离的趋势。许多材料与骨的结合力不足于承受拉应力和剪应力,只有压应力区域才是有效的支持面积<sup>[9]</sup>。因此在设计时还应注意控制拉应力,以保证种植体-骨界面不被破坏而达到长期成功。

本实验结果表明,磁性固位体固位的下颌覆盖式种植义齿在受垂直力和侧向力作用时,种植体的应力分布较均匀,主要为压应力,故认为种植体骨界面的应力分布符合力学要求。

### 3.3 磁性固位体在种植义齿修复中的应用

关于磁性固位体在种植义齿修复中的应用,目前存在许多争议<sup>[2]</sup>。如有些学者从临床角度出发,认为磁性固位体在口内因易于氧化腐蚀而使固位力下降,故倾向于选用稳定效果较好的杆式附着体。另一些学者则认为磁性固位体在受水平向力时能作相对移动,有利于保护基牙,至于腐蚀问题,可通过对表面加于保护而解决,故认为覆盖式种植义齿选用磁性固位体更有利<sup>[1,2]</sup>。本实验结果支持后者,认为由于种植体与天然牙对应力的传递以及对应力的耐受不同,而且临床在进行覆盖式种植总义齿修复时,常选择尖牙区作为种植部位,此处是牙弓上承受力较大而且牙槽骨容易吸收的位置,因此对于固位体的选择,除了考虑固位力的大小以外,更应注意是否将作用力分散分布,避免因应力集中而造成对骨的损害。本实验结果提示,从力学角度来说,磁性固位体有利于种植体界面的应力水平及分布;而且许多临床应用研究亦表明,磁性固位体可以提供足够的义齿固位力<sup>[1,2]</sup>,故认为采用磁性固位体对保护种植体有利,特别是在下述情况

下,使用杆式附着体容易失败,建议选用磁性固位体:两个种植体植入部位太靠后;牙弓狭窄;种植体有较大的倾斜;患者咬合关系不良或者有不良咬合习惯等。

综上所述,笔者认为磁性固位种植义齿的种植体应力分布符合生物力学要求,有利于种植义齿的长期成功。

### 参考文献:

- [1] 赵钦民,刘宝林. 种植磁附着体在口腔颌面缺损修复中的应用[J]. 中华口腔医学杂志, 1996, 31(3): 143.
- [2] Highton R, Caputo A A, Kinni M, *et al*. The interaction of magnetically retained denture with osseointegrated implants[J]. J Prosthet Dent, 1988, 60(4): 486.
- [3] 陈安玉,王少安,王模堂,等. 口腔种植学[M]. 成都:四川科学技术出版社, 1991. 56~72.
- [4] Sullivan D Y. Prosthetic consideration for the utilization for osseointegrated fixtures in the partially edentulous arch. Int J Oral Maxillofacial Implant, 1986, 1(1): 39.
- [5] Assif D, Marshak B, Horowitz A, *et al*. Analysis of load transfer and stress distribution by an implant-supported fixed partial denture [J]. J Prosth Dent, 1996, 75(3): 285.
- [6] 赵云凤,陈新民,陆支越,等. 口腔生物力学[M]. 北京:北京医科大学、中国协和医科大学联合出版社, 1996. 132~147.
- [7] Kim A, Anthouy G, Stephen F. Magnetic resonance image degradation from prosthetic magnet keepers[J]. J Prosthet Dent, 1989, 62(3): 344.
- [8] Miller E H, Schneider H J, Bronson J L, *et al*. A new consideration in athletic injuries [J]. Clin Orthop, 1975, (111): 181.
- [9] 杨进,徐纛华. 楔状缺损的生物力学探讨[J]. 中华口腔医学杂志, 1992, 27(2): 109.
- [10] Jemt T, Rubenstein J E, Carlsson L, *et al*. Measuring fit at the implant prosthodontic interface [J]. J Prosthet Dent, 1996, 75(3): 314.

(编辑 黄小延)