

# 上颌全口义齿组织的力学分析

王建设

(中国科学院长春光学精密机械研究所, 长春 130021)

唐立敏

(长春市中心医院口腔科, 长春 130051)

**摘要** 对上颌全口义齿组织通过有限元模型作了力学分析, 展示了其受力时的变形和应力分布情况。为合理地设计与制作义齿提供了一些分析结果和有益的建议。

**关键词:** 全口义齿; 力学特性; 计算机辅助分析

## 1 引言

牙列缺失后, 上下颌被称作为无牙颌, 图1是无牙颌的解剖标志。

无牙颌患者需要戴用全口义齿。全口义齿由基托和人工牙组成。义齿借助各种固位力和辅助因素, 附着在上下颌牙槽嵴上, 要获得全口义齿的良好修复效果, 义齿必须有良好的固位力。固位是防止义齿基托从牙槽嵴上脱位。如果义齿的固位性能差, 在执行功能时, 对牙槽嵴将产生创伤性作用。

在设计义齿时, 需要了解口腔修复材料的力学特性和生物的相容性、骨和软骨的应力反应等。所以十分有必要对其组织结构进行应力分析。

本文通过对上颌全口义齿组织进行有限元分析, 从计算力学的角度去揭示其生物力学的特性。

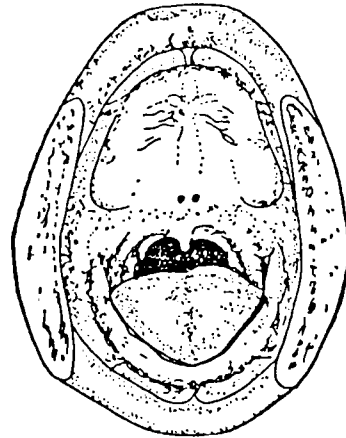


图1 上下无牙颌

## 2 无牙颌组织结构的特点

无牙颌可以分成五个区, 即主承托区、副承托区、边缘封闭区、缓冲区和后堤区。图2是上颌的分区情况。

主承托区指牙槽嵴顶的区域,能承担咀嚼压力,抵抗义齿基托的碰撞而不致造成组织的创伤。副承托区位于牙槽嵴的唇颊侧的移行粘膜皱襞,系带附丽部和平槽嵴顶的腭侧到上颌隆突的外界之间的区域,其支持力较差。不能承受较大的咀嚼压力,可分担主承托区所承受的合力。缓冲区是无牙颌上的上颌隆突、颧突、上颌结节的颊侧、切牙乳突、下颌隆突、颌舌骨嵴以及平槽嵴上的骨尖、骨棱等,上面覆盖着很薄的粘膜,不能承受咀嚼压力。边缘封闭区是义齿边缘接触的软组织部分,此区有大量疏松结缔组织,不能承受咀嚼压力。但是这些组织可以紧密地与义齿边缘紧密贴合,防止空气进入基托与组织之间,产生良好的边缘封闭作用,增强义齿的固位。

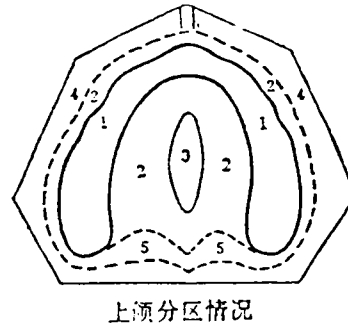


图2 上无牙颌的分区

1. 主承托区 2. 副承托区 3. 缓冲区
4. 边缘封闭区 5. 后堤区

### 3 分析模型

#### 3.1 组织离散化

本文的有限元模型是以义齿标本测量数据为基础,将上颌全口义齿组织离散化。将上颌骨的腭突和牙槽突(以下合称上颌骨底)视为由密质骨壳体和牙槽嵴处的松质骨块体构成,将义齿基托视为一变厚度弹性壳体。粘膜骨膜连结上下两层组织,主要承受拉压作用,所以这里将粘膜骨膜用连接上下两层壳体上对应节点的杆单元表示,门牙为由六节点组成的实体元表示。有限元模型共有 238 个节点,324 个单元。

#### 3.2 边界条件

将与上颌骨内外壁及鼻中隔相连处的节点固定作为边界约束条件。

#### 3.3 材料特性常数

各种组织和材料被简化为各向同性的均质线弹性材料,其弹性常常见表 1。

表 1 材料的弹性常数

材料名称	弹性模量 KN/m <sup>2</sup>	泊松比
塑料基托	$2.352 \times 10^8$	0.3
腭粘膜骨膜	$3.0 \times 10^8$	0.3
密质骨	$1.379 \times 10^7$	0.3
松质骨	$1.38 \times 10^6$	0.3

#### 3.4 加载

采用等效节点载荷,将门牙上的作用力平均分配到两个门牙实体元牙尖的三个节点上,每一节点上的作用力为 13.3N,其分量为  $(F_x, F_y, F_z) = (0, 2.31, -12.44)$  N。

### 4 计算结果

#### 4.1 变形分布

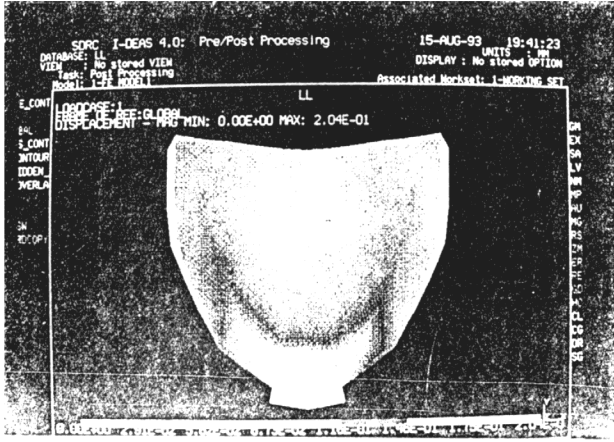


图3 门牙处受沿Z方向作用力的变形情况

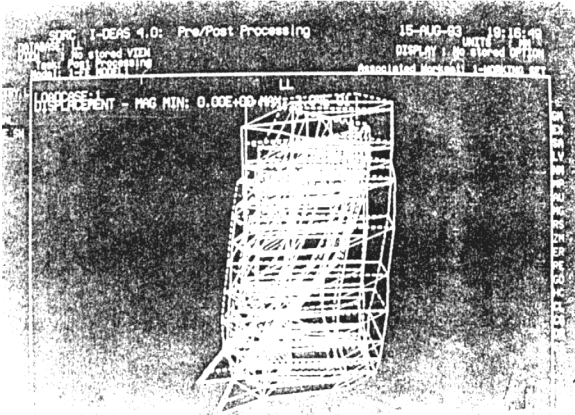


图4 沿Z方向作用力的变形线图

门牙处受沿垂直方向 ( $z$  向) 的作用力, 变形情况如图 3 所示。从各种颜色所表示的变形值来看, 门牙处的变形比较大, 其值为 0.2mm, 靠近门牙的区域变形次之, 其值为 0.17mm, 再次是 1 区与 2 区交接处的内侧部位, 其值均在 0.14mm 左右, 此区占有较大的比例, 图 4 是沿  $-x$  方向观察的变形线图。图 4 中虚线是受载前的状态, 实线则代表承载时的变形情况。可以看出, 门牙及其邻域的变形沿  $-z$  向、 $-y$  向, 后堤区的变形沿  $+z$  向, 所以整体均沿  $-y$  向, 即向口腔外部方向, 而在大约中部的某处, 沿  $z$  向的变形近于零。

4.2 应力分布

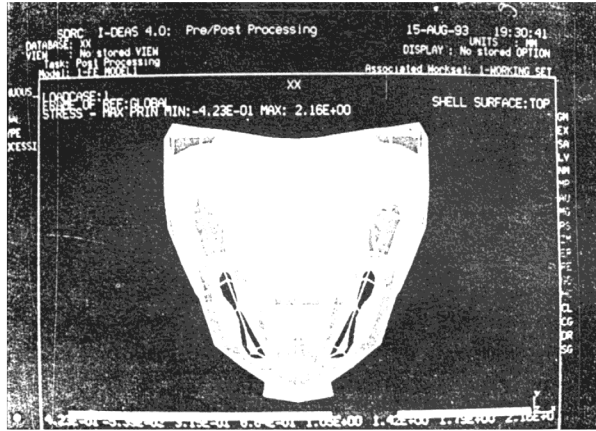


图 5 沿  $-x$  方向观察的承载时应力分布情况

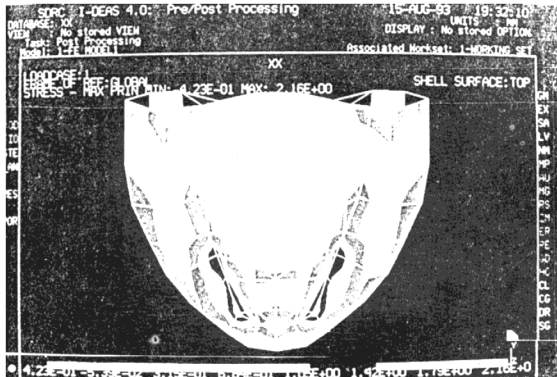


图 6 沿  $+z$  方向观察的应力分布

图 5 是承载时的应力分布情况, 基为沿  $-z$  方向观察的结果。可以看出, 位于前部两侧处

的应力值较大。

图 6 是沿  $+x$  方向观察的应力分布。

图 7 是沿  $-x$  方向观察的应力分布。

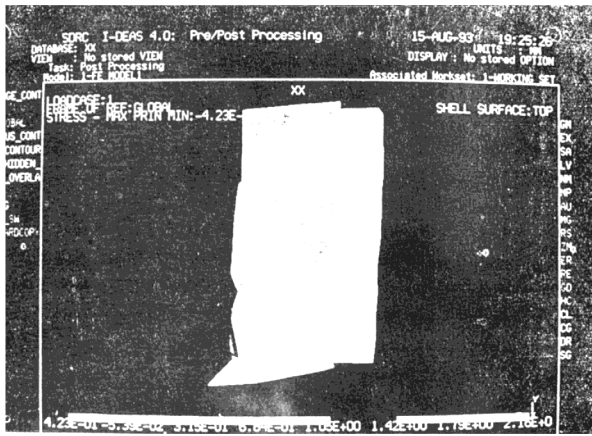


图 7 沿  $-x$  方向观察的应力分布

图 8 是沿  $-y$  方向观察的应力分布，即从后部沿口腔向外观察的结果。

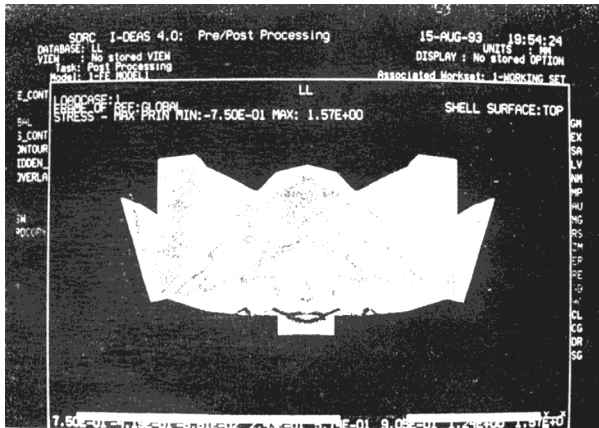


图 8 沿  $-y$  方向观察的应力分布

## 5 讨 论

(1) 在门牙受力时, 上颌骨底密质骨表层的变形相对于门牙附近区域的变形小得多, 这是因为骨组织具有一定的强度和刚度, 以及粘膜骨膜为粘弹性组织的缘故。由于支持上颌全口义齿的骨组织变形不显著, 从而使义齿有一较为稳固的依托, 为全口义齿修复中取得固位和支持, 提供了生物学基础。

(2) 从生物力学的角度, 根据 Woff 定律, 骨组织受压迫则吸收, 受牵引则增生。从图 5 所示应力分布情况看, 较大压应力集中作用在前牙区。为减少全口义齿戴牙后所出现的异常骨质现象, 设计和制作全口义齿时, 应根据牙槽嵴的情况, 尽可能减少或清除局部压应力集中。

(3) 腭后部是受拉应力作用的受拉区。在门牙受力作用时, 上颌全口义齿始终存在着后堤区脱位的趋势。从图 4 所示的变形分布情况可知, 如同杠杆作用, 后堤区会产生分离, 甚至脱落。所以加强义齿的固位, 防止其脱落, 保证义齿边缘的密封, 特别是后堤区的密封状态是极其重要的。这表明在义齿的制作过程中应特别引起重视。

## 6 结 语

本文采用有限元方法, 对上颌全口义齿的支持组织做了变形和应力的分析, 给出了其分布情况, 这对义齿的设计、制作和临床研究将有一定的参考作用。

### 参 考 文 献

- [1] Skinner Ew, Philips Rw., *The Science of Dental Material*. 1960
- [2] 朱希涛编, *口腔修复学*. 第 2 版 人民卫生出版社, 1987

### Mechanics Analysis on Full Denture of Upper Jaw

Wang Jianshe

(*Changchun Institute of Optics and Fine Mechanics, Chinese Academy of Sciences,*  
*Changchun 130021*)

Tang Limin

(*Teeth-Remedying Department of Center Hospital of Changchun City, Changchun 130051*)

### Abstract

Mechanics characteristics of the full denture of upper jaw is analyzed by means of finite element model. The distribution of deformation and stress of the full denture under the condition of loading is presented. Some analysis results and suggestion have been given to design and make the full denture reasonably.

**Key words:** Full denture, Mechanics characteristics, Computer aided analysis