维普资讯 http://www.cqvip.com

技术与方法 文章编号:0253-3626(2007)03-0279-03

后牙残根核桩冠的三维有限元模型建立

付 钢,任嫒姝,王 璐,黄 茜

(重庆医科大学附属口腔医院修复科,重庆 400015)

【摘 要】目的:建立上颌第一磨牙残根桩核冠的三维有限元模型,以便对后牙残根核桩冠修复后的应力学进行研究。方法:采用 CT 扫描,Mimics 软件和 Abaqus 软件的 CAD 进行三维有限元模型的创建。结果:建立了上颌第一磨牙残根桩核冠的三维有限元模型。结论:建立的后牙残根三维有限元模型具有高度的几何相似性和力学性能相似性,可以用来进行后牙残根核桩冠修复后的力学研究。

【关键词】有限元法;残根;桩核

【中国图书分类法分类号】R783.1 【文献标识码】A 【收稿日期】2006-07-04

Establishment of three-dimension finite element mode of residual root restored with post-core crown

FU Gang, et al

(*Depertment of Oral Prosthetics, the Affiliated Stomatology Hospital, Chongqing Medical University*)

【Abstrcat】*Objiect*: To generate three-dimension finite element mode of the first maxillary molar residual root restored with post-core crown, to analyse the stress of post-core crown of posterion tooth. *Methods*: Models were generate by CT scan, Mimics software and Abaqus software. *Result*: The three-dimensional models of the first maxillary molar residual root restored with post-core crown were generated. *Conclusion*: The generated three-dimensional models of the first maxillary molar residual root restored with post-core crown.were highly similar in geometry and mechanics to the real instance, which could be used to study stress of posterion tooth residual root restored with post-core crown

【Key words】Three-dimension finite element; Residual root; Post-core

随着牙髓治疗有效而广泛地开展,使得后牙的各种残冠和残根通过桩核修复而得以有效保留。而后牙的桩核修复中,不同长度、不同数目、不同材料、不同粘接剂、不同载荷角度的后牙残根桩核冠修复体对牙本质应力大小及分布必将产生不同的应力结果,而这些不同的应力结果势必将影响后牙桩核的修复效果和寿命[1]。因此,对上述影响后牙残根桩核冠修复体剩余牙本质应力大小因素的研究就显得十分必要。在实验力学研究中,三维有限元法由于其具有其它实验应力分析方法无可比拟的优越性,已广泛应用于口腔各个领域的应力研究。同时,有限元模型的建立对整个实验应力的研究有至关重要的作用。因此建模方法的选取也至关重要。目前在建模方法上主要有以下几种:磨片法、切片法、三维测量法、CT 图像处理法、DICOM 数据直接建模法等。几种建模方法均各自有自己的优缺点[2];因此目前国内外学者一直都还在寻求一种可靠的、快速的建模方法,辅助临床义齿的设计和力学分析。本研究采用 CT 扫描,Mimics 软件和 Abaqus 软件的 CAD 建模方法建立了上颌第一磨牙桩核冠有限元模型,该模型具有高度的几何相似性和力学相似性,因此能很好地模拟临床真实情况进行力学研究。同时该建模方法简便,合理,且精确有效。

1 实验材料与方法

1.1 实验材料

牙弓形态基本对称,牙列完整,咬合关系良好,牙冠解剖形态及牙根长度正常的人头颅标本 1 例,美国 GE 公司的 CT 机,PC 机,Mimics 软件,Abaqus 软件。

作者介绍:付 钢(1973-),硕士,主治医师,主要研究方向:口腔材料学及生物力学。

基金项目:重庆医科大学校级课题基金(0200100454)。

维普资讯 http://www.cqvip.com

1.2 实验方法

1.2.1 拍摄 CT 图片 将上述正常人的头颅标本放于 CT 机扫描平台上，并将其上牙的牙长轴位于 CT 扫描截面垂直的位置上。CT 扫描的条件为 120kV，100Ma。自颅顶至下颌骨对头颅模型进行连续扫描。冠状 CT 图片扫描的间距为 0.5mm。

1.2.2 CT 图片的处理 在 PC 机上使用 Mimics 软件读取 CT 数据，根据灰度值的差异，在 Mimics 里通过阈值化操作，提取上颌第一磨牙牙齿结构的相关信息，并通过其 Calcalute 3D 功能得到精确的上颌第一磨牙的 3D 几何模型。

1.2.3 三维有限元模型的形成 Abaqus 软件读取所建立的第一磨牙的 3D 几何模型数据。然后按 Abaqus 的 CAD 进行牙体三维模型实体建模。在建好的上颌第一磨牙牙体三维模型上，以临床牙冠为界将牙体分为牙冠和牙根两部分。在牙冠部运用 Abaqus 软件中布尔运算功能中的相减功能，按上颌第一磨牙牙冠外形减去约 2mm 厚的外层牙体组织，而剩余的内层牙体组织即为桩核的核体的模型体。同时上颌第一磨牙冠根交界处形成 1mm 的肩台。而由上述布尔运算相减功能减去的 2mm 厚的外层牙体组织为三维模型中全冠的模型体。

桩核桩的生成：在上述上颌第一磨牙牙体的牙根部的三维几何模型上，用直接生成模型体的方法生成腭根根桩模型体，近中颊根根桩模型体和远中颊根根桩模型体。分别取腭根根桩模型体的桩长为腭根根长的 2/3，桩径为腭根根径的 1/3，近远中颊根根桩模型体的桩长为其根根长的 1/2，桩径为其根径的 1/3。

牙周膜用 0.2mm 厚的壳单元模拟，粘结剂用 0.1mm 厚的壳单元模拟。

划分单元获得网格模型：采用 ABAQUS 自动的网格划分方式进行网格划分，采用自带的自由网格划分方式，其单元的选择取决于所剖部分实体的几何特征及行为特征。对上述上颌第一磨牙的牙体及桩核冠三维几何模型进行网格划分后，共生成 8 个有限元单元体，其单元数为 118426，节点数为 20594，均为四节点四面体单元。

1.2.3 模型假设条件和主参数设置 模型的假设条件 模型中假设所有材料均为均质性，各向同性线性弹性体。

边界约束条件牙槽骨固定约束。

主要参数指标[15-16]见表 1。

表 1 主要材料弹性模量表

材料	弹性模量(Gpa)	泊松比
牙本质	18.6	0.31
牙周膜	0.0689	0.45
骨皮质	13.7	0.30
骨松质	1.37	0.30
磷酸锌粘接剂	101	0.30
中熔合金	22.4	0.25
铸造玻璃陶瓷	69.0	0.28

2 结 果

上颌第一磨牙残根模型，上颌第一磨牙残根桩核修复体模型，残根和桩核模型，整个残根及桩核冠修复体模型，全冠模型的三维有限元模型见图 1~5。



图 1 上颌第一磨牙残根



图 2 上颌第一磨牙残根桩核修复体模型



图 3 残根和桩核模型



图 4 整个残根及桩核冠修复体模型

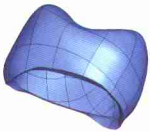


图 5 全冠模型

维普资讯 http://www.cqvip.com

3 讨 论

3.1 关于建模的方法

原始数据的采集对于有限元模型的建立有至关重要的作用。在前牙或后牙的三维有限元模型建立过程中,研究者多采用了 CT 图像处理法。该方法具有二维图像定位准确,精度较高,分辨率高,及标本、数据、图形、图像可重复使用等优点.本实验中通过把 CT 图片,Mimics 软件的阈值化操作和 Calcalute 3D 功能, 以及 Abaqus 软件的 CAD 功能有机的结合起来, 使得所建立的上颌第一磨牙牙体的三维有限元模型与标准的上颌第一磨牙具有高度的相似性。

3.2 关于模型的几何相似性和精确性

本实验中的上颌第一磨牙的残根及桩核冠三维有限元模型,其外部牙冠形态相对不规则,而内部桩核形态是经过预备的,相对较规则。因此这既要要求保证牙体三维模型的外观轮廓的准确性和相似性,也要保证其内部桩核的规范性和标准性.本实验通过采用 CT 扫描,Mimics 软件和 Abaqus 软件的 CAD 进行三维有限元模型建立方法, 来建立上颌第一磨牙不规则的外部形态,使之建立起来的上颌第一磨牙的外部形态和实体牙的几何外形非常相似。在通过 Abaqus 软件自带的前处理功能来生成形态相对规则的桩核,使得生成的桩核模型体的几何外形和临床实际情况十分接近。本实验中针对不同模型体的几何形态,采用了两种不同的的模型生成方法,而正是通过把这两种不同的方法有机的结合起来,使得本实验中建立好的上颌第一磨牙残根桩核冠的三维有限元模型与临床实际情况中的上颌第一磨牙桩核冠修复体有着高度的几何形态相似性和临床精确要求标准的一致性。

3.3 关于各单元体材料属性的设定

由于牙齿,桩核,和瓷冠是不同种的材料,具有不同的组织结构和生物力学特性,本实验中按照实际解剖结构和真实的临床情况对各个单元体进行了划分,并分别赋予各单元体各自相应的材料力学特性,以满足该模型的力学性质的相似性。同时本实验中,更是建立了用 0.1mm 厚的壳单元体模拟临床桩核预根管间粘结剂的存在。而对于腭根根尖 1/3 和近远中颊根根尖 1/2 的牙胶根充区域,由于其所占的空间很小且离加载点的距离远,在本实验加载条件下对其应力大小及分布的影响不大,因而也将其简化为牙本质。

3.4 关于边界约束条件的选取

本实验条件下生成的上颌第一磨牙残根桩核冠的三维有限元模型其主要作用是用来研究各种载荷条件下,其剩余牙本质和桩核上的应力大小及应力分布情况,而这种应力值的大小和应力分布情况对整个上颌骨的影响是极小的,所以本实验中仅取牙体临近的牙槽骨为其边界约束,这种边界约束条件的选取既能简化建模同时也不会影响其临床真实情况的相似性。同时,由于牙根与牙周膜、牙槽骨之间的连接构成一个弹性缓冲系统,并且牙根深埋入牙槽骨之中,牙周膜的存在可以很好起到缓冲牙合力的作用,因此,在建立好的有限元三维模型上, 通过建立 0.2mm 厚壳单元体来模拟牙周膜,使得在下步的加载应力计算中,其计算结果更真实可靠。

4 结 论

本实验通过 CT 扫描,Mimics 软件和 Abaqus 软件的 CAD 进行三维有限元建模方法, 建立了上颌第一磨牙残根桩核冠修复体的有限元模型。该模型具有高度的几何相似性及力学相似性,因此能很好地模拟临床真实情况进行力学研究。同时该建模方法简便,合理且精确有效。

参 考 文 献

[1] 徐君伍,主编.口腔修复学[M].第四版,北京:人民卫生出版社,2000.40-84.

[2] 魏 斌,张富强.牙颌系统三维有限元建模方法的进展[J].口腔材料器械杂志,2002;(2):86-88.

[3] Holmes DC,Diaz-Arnold AM,Leary JM. Influence of post dimension on stress distribution in dentin[J].J Prosthet Dent,1996;75:140-147.

[4] 巢永烈,杨永丰,赵云凤.天然牙-末端种植牙固定桥的受载分析[J].华西口腔学杂志,1995;13:(1):6-10.

[5] 赵云凤,程碧焕,高 宁.上中切牙铸造陶瓷全冠三维有限元分析[J].现代口腔医学杂志,1999;13:(4):251-255.