

计算机图象图形技术在口腔医学领域中的应用

韩 科 吕培军

(北京医科大学口腔医学院 北京 100081)

摘 要 口腔医学领域中通过形态学的分析作出诊断、制订治疗方案和评价疗效,电子计算机图象图形技术对此提供了极大的方便。目前主要的应用领域包括:口腔颌面摄影图象的处理和放射影象计算机技术(如计算机X线断层、磁共振、无胶片X线视频图象系统等)。口腔医学领域中还以计算机处理和表现一些利用特殊方法提取的颌颌面形态图象(如激光全息图)和生理功能图象(如运动轨迹图和咬合接触点分布图等)。近年来,计算机图象图形技术还被广泛地应用于口腔修复体CAD/CAM和口腔医学CAI中。虚拟现实技术也已在口腔医学领域中得到了开展。

关键词 口腔医学,计算机图象,颌面摄影图象,放射影象,形态学分析,虚拟现实,CAD/CAM/CAI

口腔医学中涉及大量的形态学问题,医师通过对有关解剖、组织学结构的特征和变化作出诊断,制定治疗方案,并往往以形态学的改善作为评价疗效的客观依据之一。随着科学技术的发展,形态学的研究早已从肉眼观察和定性描述进步到运用摄影、X线透视、超声影象等科学仪器。特别是电子计算机问世以来,更是利用图象图形技术对咀嚼器官的表层、深层结构作了详尽的观察和分析。利用计算机技术不仅可以更清晰地观察分析实际存在的物体形态,而且还可以从临床采集的数据中将抽象的数字信息转换成可视化图象,还能方便地透视、分割、组合、绘制和显示许多种无法看到和表述的解剖学组织学结构,并可能以动态画面描述其功能特征,对口腔医学临床、教学和科研提供了无限广阔的应用前景。

1 口腔颌面摄影图象的计算机处理技术

用照相机、摄象机拍摄的图象在口腔医学领域中应用很广泛,通过计算机进一步处理可为使用者

提供很大方便。输入途径除使用常规摄取的照片、幻灯片(通过扫描仪输入)、录相带(通过视频采集卡实现模数转换)外,也可使用CCD数字照象—摄象装置。针对口腔的特殊解剖形态,还开发了专用的摄象镜头。通常有0°(直式)和90°(弯式)两种镜头,可拍摄到口腔内每一个角落。大景深自动调焦距装置可清晰地摄取从单个牙到全牙弓不同视野范围的图象。有的系统还配置一种能插入根管内的带光源针状微型镜头。目前在临床上逐渐推广的口腔专用摄象系统有digi DENT和NEWIMAGE(美国),Wave PICT(日本),Trophy(法国)等,它们都具有相似的功能。这类摄象系统的硬件配置一般要求80386或以上的中央处理器,彩色图象卡,POC31高速VGA显示卡,8兆比特内存,200兆比特以上硬盘,14英寸超级VGA显示器。操作系统多采用MS-DOS 5.0以上版本或WINDOWS 3.1以上版本,以及病历管理、图象分析处理等应用软件^[1,2]。

上述图象文件可进一步通过计算机功能作局部放大、分割、组合、旋转、移动等处理,并能方便地存储、调用和在网络中传输共享,其临床应用主要在以

下方面。

1.1 计算机病历

预计新型的病历将逐渐实现无纸化,其内容除文字和数据外,还包括大量的图象和图形,以记录更丰富而且有时是无法用语言精确表达的信息。这不仅对临床医师提供了方便和提高了工作效率,而且在发生医疗纠纷时能提供确凿的法律依据。还为远距离会诊提供了可能性^[3]。

1.2 形态矫治计划和治疗效果预测

建立一系列的图象数据库(面形、五官形、牙形、口唇形、微笑动作形等),结合拍摄输入的患者面容、牙弓形、牙色、牙龈色图象等(有时包括从X线、CT等途径获取的同一患者深层解剖结构图象)作分割组合修整等处理,预测患者术后容貌变化的效果。在修复、正畸、正颌等涉及改变容貌外观的治疗中,这类软件对于医师与患者交流协商作出决定及制订治疗方案都有很大帮助^[4]。

1.3 计算机支持的决策系统(Computer - Based Decision Support 简称 CBDS)

用从典型病例采集的高清晰度图象数据库,与当前病例上所摄取的图象在同一屏幕上并列比较,可用于一些少见病例的鉴别诊断。如配置计算机人工智能分析推理软件,则辅助诊断能力可进一步增强。此类软件不仅用于临床,在教学中也可取得良好的效果^[5]。

1.4 教学和对患者宣教

计算机图象数据库可贮存和提供大量色彩鲜明、丰富生动的图象,可在教学和科普宣教中加深学生和/或患者的理解和记忆。与录相、幻灯等手段不同的是,计算机的图象能更方便地组合排列、局部放大、标示强调各种特征性信息。特别是可以通过人机对话形式,根据观众的需要调用所需的图象,并能在问答中对观众的理解程度作出评价^[5]。

2 放射影象计算机技术在口腔医学的应用

2.1 计算机X线断层

即通常所说的CT(Computed Tomography)技术,能根据临床的需要提供不同方向、层次上的X线断层照片,使医师能清晰地观察到特定界面上骨

骼的形态。在口腔医学领域中其临床意义在于:发现和准确定位由外伤或肿瘤等病灶导致的骨组织病损;分析颞下颌关节内部的结构;分析牙槽骨的骨量和骨密质、骨松质分布情况等,以便制订骨复位手术,正颌外科手术、肿瘤切除手术及骨内种植手术等的治疗计划。口腔专用的软件针对颌骨解剖特点,通常采用沿颌弓法线方向断面的设计。考虑到银汞充填体、金属修复体、种植体等对CT影象的成象干扰,专门设计了能消除伪影的软件^[6-8]。

2.2 磁共振

磁共振(Magnetic Resonance Imaging,简称MRI)。磁共振成象对人体无放射损害,安全性高,同时对软组织有高分辨率,能清晰地观察到软骨、关节盘、肌肉、韧带、腺体等解剖结构,这些都是通过计算机图象技术实现的,从而弥补了X线平片和CT的不足。通过 T_1 、 T_2 加权扫描处理产生的加权象对液体非常敏感,临床上可作为确认机体内水肿、积液、脓肿、血肿等的有效方法^[9-11]。

2.3 无胶片X线视频图象系统(Radio Viso Graphy 简称RVG)

是90年代初由法国人Benz C Mouyen开发的新一代X线诊查手段。其放射信号源仍采用常规X线机,而接收部分(传感器)则由极细的稀土金属纤维编制成的闪烁屏(Scintillalor,起到将X线转换为可见光作用)和光电耦合器件(Charge - Coupled Device 简称CCD)组成。上述传感器用输出的电信号取代胶片,可直接输入计算机中成为实时的图象文件。第三代RVG的解象率已达到每毫米11线对(Line Pair,传统X线胶片为每毫米14线对)。随着传感器和计算机性能的改进,该系统的成象清晰度还可望进一步改善。作为计算机文件的X线图象,在存储、调用、分析处理方面较胶片有很明显的优越性。RVG系统的另一个优点是所需的X线辐射量较胶片减少了80%,因此对患者和医师都较安全。由于传感器尺寸的限制,RVG系统首先开发了供照牙片(面积为17毫米×26毫米)的临床应用系统,以后才逐渐推广到其它临床领域中^[12]。

2.4 对X线平片的计算机图象处理

将常规的X线胶片通过扫描仪或摄影机输入计算机成为图象文件,并对之作一系列处理后增强其临床诊断意义。近年来国内外有以下几个方面的报告:

(1) 采用数字减影技术(Digital Subtraction Radiography 简称 DSR)强调影象的纵向变化情况,作为观察病变进展或治疗效果的依据^[13]。

(2) 图象经 Sobel 算子处理,实现“边缘提取”,构成灰度梯度图,并通过灰度梯度图的轮廓特征作出诊断^[14]。

(3) 对输入计算机的 X 线头颅影象,通过确认骨结构基准点建立二维坐标系,并进一步输入有关软、硬组织的颅面结构标志点。计算机可根据已编制的软件程序测量出所有标志点的坐标值,由此推算牙颌面软、硬组织结构的角度、线距及比例等测量值。正畸专家可根据这些数值分析出错殆畸形的机理及设计制订治疗方案^[15,16]。

2.5 超声图象

用计算机处理换能器从超声波扫描中得到的信息,并通过灰阶处理等构成声象图,根据图象的边界轮廓及“靶状”、“线状”、“簇状”、“网格状”等波纹特征和回声衰减特性等作出临床诊断。超声图象属非侵入诊断工具,但图象清晰度和鉴别诊断特异性尚不理想,可作为 CT 扫描的筛选手段使用^[17]。

2.6 放射性核素图象

用放射性核素可对肿瘤浸润的骨组织形成标记,而计算机图象处理可使核素浓缩部位形成更清晰的影象,并通过断层精确地对病变定位。这项技术可比 X 线平片早 3—6 个月发现肿瘤的转移病灶,因此具有重要的临床意义^[18]。

3 用特殊方法提取的颅颌面形态图象的计算机处理

在诊断、治疗、修复体设计制造中,往往需要非常精确地测定颅颌系统中有关部分的表面形态。由于常规的照象摄影技术不能取得(甚至在利用计算机处理之后仍难以达到)所要求的定量数据,一些特殊的图象提取技术,如三维立体照象、莫尔云纹图、激光扫描图象等被引进口腔医学领域,而计算机则可对这些图象作进一步的处理,不仅能精确地测定有关标志点的参数,还能依据这些数据实现三维建模。

3.1 莫尔云纹图(Moir Patterns)

通过将两组周期性栅格投射重叠于被测量物体,可非接触性地在该物体表面形成等高线云纹图

象,从而在二维图象上记录下三维信息,用于颜面、牙列牙齿的形态分析。云纹图很容易通过二值化转换成数字信息,利用计算机取得更精确的测值^[19]。

3.2 立体摄影测量

用两架照象机从不同位置拍摄同一物体,取得照片后,在立体观察镜下将二张有位差的象对再现,并显示出深度。利用背景上有已知空间坐标的控制点,即可推算出被测点的空间坐标。上述测量和转换运算均可利用计算机图形技术而提高效率和精度。在颅面的生长发育、颅颌面畸形的诊断和治疗设计等方面有许多用例^[20]。

3.3 激光图象

利用激光全息法和激光位移法研究物体表面三维形态结构,在口腔医学领域中已达到很高的应用水平,尤其是激光位移法,因其能对牙齿、牙列等小型复杂的物体精确地实现三维数字化,已被视为修复体的计算机辅助设计和辅助制作(CAD/CAM)中的一个重要环节(后面将进一步阐述)。激光位移法也同样可以获取颅颌面等较大体积物体的三维数据并实现计算机重建,因此也被用于颌面缺损修复、正颌整形手术设计等临床领域^[21,22]。

4 用特殊方法提取的口颌系统功能图象的计算机处理

口腔医学领域中常使用一些特殊仪器监测口颌系统的生理功能,并往往通过各种传感器将生理功能信息转换成电量形式,在描记仪或监视器屏幕上以图象的形式表达。通过电子计算机的图象处理功能可获取更丰富的信息,使许多以往只能定性描述的现象也可以定量分析,提高了这些信息的临床诊断价值。下面是这方面的例子。

4.1 下颌运动轨迹图象的分析

在下颌特定位置设标志点并监测其在行使功能过程中或进行随意运动时的运动轨迹,是口腔医学临床和科研中分析咀嚼系统生理功能或病理变化的一种重要方法,还可以从运动轨迹中归纳个体的运动特征和群体的共同规律,是设计制作修复体时的一个参考因素。利用计算机可更有效地积累、比较和分析各种轨迹特征,定量地测定运动的幅度、速度、加速度等,从中获取更丰富的信息。许多非接触型下颌运动测量装置所记录到的轨迹图形都可能出现畸

变,利用计算机可予以校正,得到更准确和精度更高的测值^[23,24]。在计算机中还可在假设下颌为一完全刚体的前提下,根据 Euler 方程的原理,通过线性代数中矩阵向量算法,建立下颌运动方程,并据此通过标志点的运动轨迹,计算出下颌体某些不易直接观察测量(如髁状突)点的六自由度运动轨迹^[25]。

4.2 肌电图的计算机分析

用针电极或表面电极记录肌肉收缩活动中产生的生物电流,是神经科评价机体感觉运动功能的一种重要手段,近年也被引入口腔医学领域对咀嚼系统生理健康状况作评价。利用计算机技术能从肌电波型中提取更具诊断敏感性的指标,如肌电波的积分值、能量频谱变化、强收缩活动在收缩周期中的占时比例等,这些都是人工无法或很难作到的,从而提高了肌电图象的临床诊断价值^[26,27]。

4.3 殆接触图象

上下牙列发生的接触是口腔医学领域中非常关注的一个问题,为此开发了许多材料及方法来记录和分析殆接触发生的位置、面积、分布、时间顺序等,以便通过调磨、修复、正畸等手段予以改善。计算机图象分析技术在这一课题中正扮演越来越重要的角色。向计算机输入殆接触状态的方法可分两大类,一类是利用硅橡胶(咬穿后成透明或半透明)^[28]、光树脂片(承受咬合力后,在干涉光源下可看到特殊的色彩和花纹)^[29]、压敏染料(承受咬合力后变色)^[30]等材料记录到牙合接触(有时还包括接触的力度),然后用摄像、扫描等方式采集输入计算机,通过进一步的阈值化、去噪声、平滑等处理得到接触点分布图。另一类(如 T-Scan 殆接触测试仪)则是利用特殊的传感器直接将咬合压力转化为电信号,并以 100 赫采集频率输入计算机,经计算分析处理后,在监视器屏幕上显示一个牙列图形,在每个牙齿上以立体直方图表示发生殆接触的位置(直方形的高度表示殆力的大小),并伴有数据、文字说明殆接触发生的时间顺序^[31,32]。这些直观生动的计算机图象给繁复的咬合分析带来了许多方便。

5 计算机图象图形技术在口腔修复 CAD/CAM 中的应用

口腔修复体 CAD/CAM 中一个关键的环节是所谓光学印模,即将口腔内或模型上的牙列三维数据输入计算机,对此采用了不同的技术路线,除前面

提到的激光位移测量法(如日本大阪大学)^[21,22]外,还有影象云纹法(如法国的 Duret 系统)^[33]、立体照相测量法(如明尼苏达大学系统)^[34]、三维口腔内摄影法(如瑞士系统)^[35]。通过上述方法均能在计算机中生成患者的“牙颌计算机模型”,其中包括软硬组织的解剖形态和缺牙区域空间的三维构型。计算机“模型”一般以网格图形的形式在屏幕上显示,供医师检查评价其准确清晰程度。如医师认可这一“模型”,将进一步调用图形数据库中存储的大量牙齿“模型”与之适配,找到尺寸形状接近者后,再通过人工干预或特殊的专家系统修整其边缘轮廓和咬合面形态,直至达到要求。由此,即产生了一个能与基牙预备体吻合(精度可达 50 微米),又能与邻隙牙及对殆牙相适配的修复体“模型”。至此,CAD 的任务完成,修复体的“模型”数据被用来控制加工机器(数控机床)切削金属陶瓷等材料,完成修复体制作(CAM)。

一个完整的 CAD/CAM 系统所需要的硬件环境支持,一般是由一台小型计算机带 4—8 个图形终端,如 CV, VAX, DG, HP 系列,有些机型还配有专用的图形显示器。随着工作站性能的提升,如 AP-POLLO, SUA, HP9000, VAX3100, SILICON GRAPHICS(SGI)等,这类工作站大都装有三维图形加速器,可支持实时动态显示,并有 24 位彩色平面,分辨率可达 1280×1024。近年来开发的一些 CAD/CAM 软件的微机版本,如 MICRO CAD/CAM 允许在工作站上联接 IBM-PC 微机成为系统的终端,从而参预和共享某些大型系统的外部设备和数据资源。系统的软件往往包括数值计算和数据处理软件包、图形信息交换和处理的交互式图形显示软件包、储存和管理设计制造信息的数据库三大部分,其主要功能有:曲面雕塑造型、实体造型、物体质量特性计算功能、三维运动的分析与仿真、二维图形的转换、三维几何模型的处理、有限元网络的自动生成优化设计、数控加工、信息处理和管理。对于口腔 CAD/CAM 系统的使用者来说,计算机图象图形技术提供了友好的界面和必不可少的工具。

6 图象图形技术在专家系统中的作用

(1)利用图形提示临床检查的进行顺序,并将检查结果用规定符号记录到图形上,例如联计算机的电子探针,可将规定压力范围内测到的牙周袋深度,依序记录到屏幕显示的牙列图形中每个牙的各个轴

面位置上,由此成为该病例的电子计算机病历的一部分^[36]。

(2)利用图象采集和识别技术体现甚至提高专家的诊断和鉴别诊断水平,例如在白斑、扁平苔藓、鳞癌等粘膜病变中作鉴别^[35]。

(3)利用图形表达专家推理所依据的数学模型,如用椭圆、抛物线、幂函数方程等曲线表达牙弓形态^[37]。

(4)在计算机图象、图形上模拟手术方案(如分割重组颌骨块,在颌骨内植入种植体等),观察分析所得到结果^[38]。

(5)以图象和图形表达经推理得出的结论(治疗计划或治疗结果预测)供医师和患者参考^[39]。

可见,专家系统虽然集中了口腔医学专家和计算机专家的丰富和高深的知识,在程序中进行了复杂的搜索推理、比较、选择过程,但其屏幕表现形式(界面)却应该是尽量简单、直观的图象和图形。惟此,专家系统才具有临床应用价值。

7 虚拟现实技术

虚拟现实(Vital Reality 简称 VR)被认为是未来人类与计算机系统交互操作的主要方式,正迅速“浸入”到计算机各个应用领域,在口腔医学也已开始研究在教学训练中使用 VR 技术。1994 年在东京举行的第五届国际牙科计算机学会上,日本京大学生物医学工程研究中心的埜定美教授首次报告了一种用于口腔医学训练的 VR 系统。该系统采用美国 SGI 公司生产的 Reality Engine 超级图象发生器,以每秒 30 幅画面的显示速度实现逼真的牙科诊室、设备视觉环境。用三弯节电动牙钻连柄与右上肢及手部位置跟踪装置确定虚拟的牙钻的坐标。受训者手持牙钻在空间中移动时,在头盔内的液晶视屏上可看到虚拟牙钻的相应移动,并随手的精细动作看到虚拟牙钻在虚拟的牙齿上磨出洞形及穿髓出血的情况。美国麻省理工学院人工智能实验室的 Phantom 开发的触觉发生装置,更使操作者能感受到各种运动作用于不同物质时在手指上的阻尼(用伺服步进电机提供),形成类似触觉的功能。这进一步提高了虚拟环境的“真实感”。利用带 Phantom 装置的 VR 系统,口腔医学生和医师有望从模拟手术操作中获取和积累以往必须在临床上付出高昂代价才能取得的经验和技能^[40]。

8 图象图形处理和传输系统(Image Management and Communications System, 简称 IMACS)

知识的爆炸性发展,使口腔医生感到充分地吸收、组织、理解、储存和利用巨量的信息已变得越来越困难,他们必须学会通过更先进的计算机技术加快信息的流通速度和利用率,IMACS 在此过程中发挥了巨大的作用。另一个同样重要的系统是图象图形资料档案及传输系统(Picture Archiving and Communication System, 简称 PACS)。美国放射学会—全国电子工业协会(American College of Radiology—National Electrical Manufacturers Association, 简称 ACR/NEMA)制订了有关的传输规则,可在共享信息资源时不侵及专利机密(源码)。目前美国在医学领域中通常使用 ACR/NEMA(3.0)传输规则。

北美放射学会(The Radiological Society of North America)拥有最大型的 IMACS 和 PACS 系统。照像光学仪器工程师协会(Society of Photooptical Instrumentation Engineers)致力于 IMACS 技术、传输信号标准化,以及如何在不同的平台之间实现联接等。放射学计算机应用协会(The Society of Computer Applications in Radiology)则出版发行了 PACS 手册。这些机构为建立一个开放的、高效率的网络系统作了突出的贡献。

由于微机和 workstation 在性能、价格方向的差距正在缩小,从而使得口腔医生的桌上微机也有可能运行图象用户界面(Graphical User Interface),因此 DOS 操作系统的局限性日益突出,而 Unix, Windows, OS-2, NeXT, MAC, IRIX, DLTRIX, SunOS, Theos 等操作系统正在医学、口腔医学领域的计算机中进行激烈的竞争^[4]。

到目前为止,口腔医学领域还没有足够的主动性去驱动计算机技术的发展,而是较消极地利用计算机现有技术带来的利益和方便。但中国作为经济和技术后进国家,为了赶超世界先进水平必须跳跃过国外以往的发展阶段,1994 年 10 月我国在第二届全国口腔医学计算机应用学术研讨会期间成立了口腔医学计算机学会。1995 年底在北京医科大学口腔医学院建立了口腔医学计算机中心。本文参考文献中列举的国内文献只是其中有代表性的一部分。可以认为,计算机图象图形技术在我国口腔医学领域的应用,已经有了一个良好的开端,并将力争迎头

赶上世界大潮。

参考文献

- [1] Christensen GJ, Christensen RP. Clinical television, intra& extraoral. Clin Res. Assoc. Newsletter, 1989, 12: 1-2.
- [2] Lackey AD. Intraoral video systems; A guide to features. Dent Today, 1991, 10: 46-47.
- [3] John Eisner. The electronic patient record; New opportunities for decision support and quality assurance. in: Jack D Preston. Computers in Clinical Dentistry. Chicago. Quintessence Publishing Co, Inc. 1991; 186-198.
- [4] Goldstein CE et. Computer imagine; An aid to treatment planning. CDAJ 1991, March; 47-51.
- [5] Wagner IV, Schneder W Computer based decision support in dentistry. in: Jack D Preston Computers in Clinical Dentistry Chicago. Quintessence Publishing Co, Inc, 1991, 13-20.
- [6] 马伟光等. 三维 CT 在颌面外科中的应用. 中华口腔医学杂志, 1992, 27: 195-197.
- [7] Ghristianse EL. et. CT assisted evaluation of variation in length and angulation of the lateral pterygoid muscle and variation in angulation of the medial pterygoid muscle; mandibular mechanics implications. J. Prosth Dent. , 1988, 60: 616-620.
- [8] Turpin DL Computers coming on-line for diagnosis and treatment planing. Angle Orthodont, 1990, 60: 163-166.
- [9] CL. Partain, A. E. James, et. Nuclear Magnetic Resonance (NMR) Imagine. Philadelphia, PA, W. B. Saunders, 1983, 9-42.
- [10] 马绪臣. 颞下颌关节紊乱综合征磁共振成像及 X 线透视研究. 中华口腔医学杂志, 1988, 23-26: 321-324.
- [11] 甘业华, 马绪臣, 王峻等. 颞下颌关节紊乱综合征翼外肌磁共振观察. 中华口腔医学杂志, 1994, 29: 326-330.
- [12] Benz C., Mouyen F. Physical evaluation of the new Radio Viso Graphy system. Oral Srg Oral Med Oral Pathol. 1991, 72: 627-631.
- [13] 马绪臣. 牙根尖 X 线片数字减影技术的临床应用价值. 中华口腔医学杂志, 1995, 30: 323-327.
- [14] 张刚, 马绪臣, 邹兆菊等. 32 例下颌骨肉瘤 X 线平片计算机图象处理初步报告. 中华口腔医学杂志, 1992, 27: 323-326.
- [15] 傅民魁, 张震康, 王兴等. X 线头影图象计算机测量分析系统. 中华口腔医学杂志, 1992, 27: 354-358.
- [16] 马育霞, 林久祥, 傅民魁等. 扫描 X 线头影图象测量分析系统的研制. 中华口腔医学杂志, 1995, 30: 116-120.
- [17] 俞光岩, 邹兆菊等. 腮腺区肿块灰阶超声检查的初步报告. 中华口腔医学杂志, 1988, 23: 342-345.
- [18] 陈钢等. 单光子发射计算机断层仪对口腔颌面部肿瘤颌骨浸润的初步研究. 中华口腔医学杂志, 1991, 26: 285-289.
- [19] Meadows DW et. Generation of surface contour by Moire patternus. App. Opt. 1970, 9: 1467-1472.
- [20] Burke PH. et. The effect of congenital cardiac disease on facial growth in a monozygotic twin pair. studied by stereophotogrammetry. Br. J. Orthod, 1987, 9: 97-100.
- [21] 本村博, 他. 齿牙形状の三次元计測(第一报). 齿科材料器械, 1988, 7: 552.
- [22] 本村博, 他. 齿牙形状の三次元计測(第二报). 齿科材料器械, 1988, 8: 137.
- [23] 吕培军等. 健康人下颌运动速度、加速度的研究. 中华口腔医学杂志, 1993, 28: 278-282.
- [24] 冯海兰, 韩科. 用计算机校正下颌运动轨迹描记仪的误差. 中华口腔医学杂志, 1989, 24: 18-22.
- [25] Luckenbach L. Eisenmann B. Computer aided mathematical location of the transverse horizontal mandibular axis. Int J Prosth, 1991, 4: 111-116.
- [26] 韩科, 王毓英. 颌面部肌肉疼痛机制和指征的肌电图研究. 中华口腔医学杂志, 1990, 25: 244-246.
- [27] Bakke M. et. Clinical significance of isometric bite force versus electrical activity in temporal and masseter muscles. Scand J Dent Res, 1989, 97: 539-551.
- [28] 邓雨萌等. 殆接触 计算机图象分析系统. 中华口腔医学杂志, 1994, 29: 108-111.
- [29] Morton Amsterdam The occlusal graph: A graphic representation of photocclusion data. J Prosth Dent, 1987, 57: 94-97.
- [30] 渡边诚, 服部佳功. Dental Prescale 50 なういた咬殆诊断とその临床应用. 齿界展望, 1994, 84: 109-116.
- [31] Maness WL. Force Movie; A time and force view of occlusal contacts. Compendium, 1989, 10: 404-408.
- [32] 西川启介. 顎运动と咀嚼筋活动ほ及じす咬合接触の影響. 补綴志, 1989, 33: 822-835.
- [33] Duret F. et. CAD-CAM in Dentistry. J. Am Dent Assoc. , 1988, 117: 715-719.
- [34] ReRow D. Computer-aided design and manufacturing in dentistry; a review of the state of the art. J. Prosth. Dent, 1987, 58: 512-515.
- [35] Williams AG. The Switzerland and Minnesota development in CAD/CAM. J. Dent Pract Adm, 1987, 4: 50-56.
- [36] Marjorie Jeffcoat. Computer-based periodontal measurement. in: Jack D Preston; Computers in Clinical Dentistry. Chicago, Quintessence Publishing Co, Inc, 1991, 53-57.
- [37] 吕培军, 李国珍. 用数字构成法对牙弓、颌弓几何形态的研究. 中华口腔医学杂志, 1989, 24: 75-78.
- [38] Weinbderg LA. CT scan as a radiologic database for optimum implant orientation. J Prosth Dent, 1993, 69: 381-384.
- [39] 吕培军等. 计算机辅助可摘局部义齿设计的专家系统. 第五届国际牙科计算机学术研讨会文摘. 东京, 1994, 48.
- [40] 堤定美, 他. 齿科临床教育への人工现实感システムの应用. 第五届国际牙科计算机学术研讨会文摘. 东京, 1994, 48.
- [41] Bobb JW Where are we going with clinical computing? in: Jack D Preston; Computers in Clinical Dentistry. Chicago. Quintessence Publishing Co, Inc. 1991, 216-266.



韩科,1983年以硕士研究生毕业于北京医学院口腔系,并就职于北医附属口腔医院任住院医师。1985年升任主治医师,1989年升任副主任医师,1994年起任主任医师。现为北京医科大学附属口腔医院口腔修复科副主任、咀嚼生理研究室副主任、口腔医学计算机学会秘书长。

The Application of Computer Imaging in Dentistry

Han Ke Lü Peijun

(School of Stomatology, Beijing Medical University, Beijing, 100081)

Abstract Morphological analysis is very important in the diagnosis, the treatment planing and the evaluation of treatment in dentistry, Tremendous convenient have been provided by computer imaging technique to these analysis. The main applications include: oral-maxillofacial photograph handling, computerized radiograph (such as the Computed Tomograph, Magnetic Resonance Imaging, Radio Visa Graphs et.). Some specially collected images of the morphology and/or physiology of the craniomandibular system (such as the laser hologram, the traces of mandibular movement, the occlusal contacts et.) have also been handed with computers. In resent years, computer image techniques are widely applicated by means of CAD/CAM/CIA in the area of dentistry, VR technology are also being applicated in this area.

Keywords Dentistry, Computer imaging, Oral-maxillofacial photograph, Computerized radiograph, Morphological analysis, Vital reality, CAD/CAM/CIA

(上接 127 页)来自全球的赞誉

自 1987 年以来连年连续获得国际各项大奖,特别是:

- * 1994 年 2 月 MICROTEK 生产的透射式彩色图象扫描仪 ScanMaker 45t 获选为“优良产品奖”,授予台湾精品标志。
- * 1994 年 1 月 1 日 MICROTEK 彩色图象扫描仪 ScanMaker III 荣获 Publish 杂志“最具震撼产品奖”(Impact Award)。
- * 1994 年度、1995 年度 MICROTEK 荣获中国计算机市场扫描仪销售第一。
- * 1995 年 2 月 MICROTEK 彩色图象扫描仪 ScanMaker III 获选为“第三届台湾产品形象奖”。

上海中晶电脑有限公司:

地址:上海漕河泾新技术开发区桂平路 470 号 14 号楼 4 层

TEL:(021)64851295 FAX:(021)64853259

上海中晶公司北京办事处:

北京朝阳区亚运村汇园公寓 F 座 204/206 室

TEL:(010)64991650,64991651

FAX:64934193 邮编:100101

上海中晶公司北京办事处展厅:

北京海淀区翠微路 2 号印刷科贸楼 3 层

TEL:(010)68278141 68219966-267

FAX:68165657 邮编:100036