

数字人体——一个新的医学研究平台*

★ 牟芳芳 邵水金 严振国 (上海中医药大学 上海 201203)

关键词:数字人体;虚拟人;腧穴经络;人体解剖

中图分类号:R 322 文献标识码:A

人体是由 100 多万亿细胞组成的复杂整体。目前人类对自身的认识和了解还远远不够,对疾病病因的研究,疾病的诊断和治疗方法的研究,以及人体与环境的复杂的交互关系的研究等,也由于缺少精确量化的计算模型而受到限制。因此,利用信息技术与生物技术相结合,实现人体从微观到宏观,从结构到机能的数字化、可视化,建立能够对人体整体进行精确模拟的数字人体,已成为医学生物学及人体相关学科发展的迫切需要。

数字人体是利用来源于真人的人体数据集,通过计算机模拟而构造出来的一个与人类数据完全相同的虚拟人。它使计算机的定量分析计算和精确模拟成为可能,从而为研究人体在各种环境下的生理病理反应提供一个新的研究平台。

1 提高医学教学和科研水平

医学教学是一种基于人体的形态教学,以往的学习都是借助平面图像来想象人体各个组织器官的空间结构,缺乏直观性。而通过数字人体数据集得到的高分辨率数字图谱和人体组织器官的三维显示图像则能够使人更加直观的认识人体结构的大小、形状及空间位置。随着与虚拟现实技术^[13](virtual reality, VR)的结合,受教育者将能通过各种传感设备把现实世界和虚拟世界结合起来,运用自己的感觉和自然机能对虚拟世界中的物体进行操作,并能同时得到现、听、触等与真人相同的实时感。届时医学院校的学生将不用为实习发愁,训练一名外科手术医生也将容易的多。

我们也可以用虚拟人来模拟药物在人体中的作用机制,减少从实验室到动物再到人再到临床应用的时间,取代人体进行药物初测,避免药物对人体造成的可能损害。可以说数字人体在医学科学领域中具有重大的应用价值。

但是这也面临许多亟待解决的问题,比如,如何建立完整的医学知识库^[4],将图像知识和文字知识相结合,以及开发多样化的人机界面,提供现、听、触等感觉,以进一步模拟真实的解剖或手术场景等问题。对此,德国汉堡大学利用 VHP 数据集结合医学图像处理技术和经验,开发了著名的 Voxel-Man 交互式的人体虚拟解剖图谱,创造了有高度现实感的数字化解剖图谱和知识模式。科罗拉多大学正在开发包括重量和纹理等感觉的交互式学习工具(Explorable Virtual Human, EVH)。而德克萨斯技术大学开发的一种基

于 PC 的解剖训练工具,可根据用户需要产生感兴趣的区域,并存储其结构或部位的名称,对解剖结构进行添加、移除、旋转、缩放等,还可以从任意角度切入观看内部结构等^[4,5]。这些尝试对数字人体的进一步发展意义重大。

2 促进计算机辅助诊断

计算机辅助医学是以解剖学为基础的,而数字化虚拟人的出现则为计算机辅助诊断提供器官组织的准确定位、结构特点和毗邻关系,从而为其提供形态学基础。

科罗拉多大学健康科学研究中心利用虚拟人数据集模拟医学超声影像开发了模拟超声影像的软件,通过在三维的虚拟人体中放置探针,可以产生相应位置的二维超声图像。这个软件可以用于超声医务工作者操作水平的评估以及技能的训练。北卡大学的超声小组所开发的将超声数据同活体视频图像叠加在一起的系统,成功的将一个胎儿的图像叠加在孕妇的腹部上显示出来,这项功能可以用来更准确的进行妊娠检查和羊水诊断^[4]。

数字人体为促进临床的器官、组织病变水平的三维实时诊断的发展奠定良好的基础。中医药对早期肝硬化有近 80% 的独特逆转功效,但是以往的影像学、病理学的肝病诊断方法难于展示肝脏的三维立体结构,对于致病因子所引起的纤维骨架及血管结构变化能恢复到何种程度,尚不易从三维的结构水平上判断,对疾病的发展、药物的疗效也难于做出准确的评价。因而疗效的监测需要数字化的手段,实现肝脏三维结构的可视化。北京友谊医院的王宝恩教授三维成像技术发现,肝硬化时肝脏的纤维组织的结构变成蜂窝状,血液微循环系统全部紊乱,治疗后则有明显好转。

3 指导临床各科

传统的医学诊断治疗主要是靠医生的经验积累,直接治疗病人,一旦误诊误治,错误将无法挽回。数字人体的出现将能够解决这个问题,由于其所有信息来源于真人,因而可以在数字人体身上进行在真人身上无法进行的诊断和治疗。用药之前先将药物信息赋予数字人体,来预测人体对治疗的反应,以便更好的对症下药。手术之前,先在数字人体身上进行模拟,以制定详细的手术计划。目前虽然还不足以达到这一步,但是随着虚拟现实、模拟技术、虚拟内窥镜等技术的发展,数字人体已经开始广泛应用于临床各科。

* 国家自然科学基金(30271578)和上海市科委(02D19150-6)资助

神经外科手术中的立体定位是最重要的外科程序之一,构建一种无框架立体定向手术系统^[67],实现图像导引的神经外科手术,是一种发展趋势。Roberts 等人开发了一种能够将 CT、MRI 和血管造影数据准确叠加在手术区域之上的系统,以此来提供手术的精确定位,提高手术的成功率。纽约大学医学中心使用了一种带有实时数据融合功能的解剖结构显示系统,能够使手术医生在切除大脑内部肿瘤时进行术前计划,在手术中实现对肿瘤的可视化,并能将计算机生成的图像叠加于手术区域之上。

气管插管是抢救心跳呼吸骤停病人的一项重要措施。它便于清除呼吸道内的分泌物,维持气管通畅,减少气道阻力,广泛的用于各种原因引起的呼吸停止或呼吸衰竭,以及需要进行人工辅助呼吸的病人和对新生儿因气管发育不全导致的窒息的抢救。但气管插管技术面临许多困难,首先就是医务人员插管技术的不熟练,延误了抢救时间,导致病人的死亡。针对这一状况,哥伦比亚大学的 Calina 等开发了用于培训医务工作者进行气管插管操作的三维辅助实体工具。从业者可以在实时的、交互性的环境内进行操作培^[5]。

微创外科已是外科领域中重要的新技术之一。微创外科是一项操作上很难掌握的高技术,构建虚拟人体手术模拟系统,可以培训复杂手术的操作技巧。虚拟人体虽然不可能像病人那样个体化,但通过计算机的融合技术,规范化的手术程序,可以与影像学相结合,在手术中实时指导医生的操作,形成外科导航系统。在国外,运用美国的 VHP 数据集,已经开发出与外科手术有关的模拟构件,如内窥镜术的腔内漫游、带力反馈的腹腔镜手术模拟、膝关节手术模拟等。因此,虚拟人体研究虽然还未臻成熟,但这种新的技术平台已经有不少可供创伤外科科研结合选用的苗头^[911]在医学领域里人造器官的研制由于产业的支持获得了神速的发展,如“原子动力心脏”、“人工肾”、“人工耳”、“人造关节”、“人工呼吸器”等。国外已研制成功原子动力心脏,可完全代替受试动物心脏的工作。人工呼吸器在国外也早已应用。而数字人体的出现将使这一应用更加广泛,德国 ADS 先进模拟和设计公司研制出了模拟人造器官运作的计算机软件即“虚拟器官”^[12]。该软件能根据病人不同的体重和体形,模拟出人造关节静态和动态时的负荷以及人造关节的老化过程,预测人造关节的寿命。该软件目前已应用于髋关节移植手术中。

卢世璧院士通过数字化信息的采集、三维图形的重组,构建人体关节的功能三维图形,对骨组织结构三维显微结构进行分析,经过对其有效结构骨小梁数字信息的筛选,为完整掌握骨关节病发展中各组分在体内的变化及相互影响、完成模拟生理状态数据骨组织的结构重建具有重大的意义^[8]。王博亮教授构建的中国人虚拟眼将在眼科教学、眼病生理研究和临床诊断和治疗等方面得到广泛的应用。他们已取得的一些阶段性成果目前已在临床得到了应用。特别是裂隙灯眼前节图像采集和分析系统,已进入临床试用阶段两年,获得了大量的数据。

4 为中医腧穴经络研究开拓新领域

针灸经络学说可以说是中国对人体结构研究的结晶,国内外学者从 20 世纪 50 年代起,就从不同角度,采用不同方法,对针灸穴位及经络的实质进行研究,不同程度的揭示了穴位和经络的基本特征,但是至今尚无统一认识。

随着数字人体技术的发展,我们能够对人体穴位进行三维重建和显示^[13],经重建的穴位具有精度高,色彩真,立体感强的优点,能任意旋转,从任意角度切割,有利于反复观察穴位各层次的结构。如果将“经络现象”产生的大量生物电信号赋予数字人体,可能有助于进一步揭示腧穴和经络的实质。目前我们开展了穴位数字化虚拟人体的研究工作,该项目将腧穴解剖数据融合到德国的数字人模型 Voxcel-Man 上,并加入文本知识,建立一个能表现多重医学知识的智能三维可视人。并利用多媒体技术将其做成动画,用户可以轻松浏览,仅仅通过鼠标移动和点击就能任意定位、转动和观察穴位内部结构以及模拟针刺过程。这将为探讨腧穴经络实质提供数字化平台,在人体腧穴研究方面,中国具有其他国家不可替代的研究积累。

除了医学生物学相关领域,在人类活动的许多方面都呈现出对数字化虚拟人体模型的多层次的需求,如军事、航空、航天、服装、建筑、汽车、体育以及文化艺术等等。但是目前仍然存在诸如海量数据的存储和传输、浏览器的开发、数据共享等问题需要解决。因此仍然需要各个领域的研究者继续努力。

参考文献

- [1] 周果宏. 医学虚拟现实及相关技术[J]. 世界医疗器械, 2003, 9(5): 34
- [2] 徐升, 詹庆玉. 虚拟现实技术在医学中的应用[J]. 国外医学—生物医学工程分册, 2001, 24(2): 49
- [3] Akay. The ART revolution[J]. IEEE Engineering in Medicine and Biology, 1996, 15(2): 31
- [4] MJ Ackerman. Vksible Human Project: From Data to Knowledge[J]. Yearbook of Medical Informatics, 2002: 115
- [5] 田捷. 切片中的生命——第四届可视人国际研讨会综述[J]. 中国基础科学前沿, 2003(2): 42
- [6] 秦笃烈. 数字人体——人体形态和机能计算机仿真百年计划[J]. 计算机仿真, 2004, 21(1): 1
- [7] 鲁滢宇, 苏略. 中国人颅脑数字化研究[J]. 右林大学学报(医学版), 2003, 29(4): 408
- [8] 钟世镇. 虚拟人体将为微创外科增添新的技术[J]. 中国微创外科杂志, 2003, 3(6): 461
- [9] 何晖光, 田捷. 基于视点细分的层次细节模型及其在虚拟内窥镜中的应用[J]. 系统仿真学报, 2003, 14(9): 1 188
- [10] 张美超, 赵卫东. 建立数字化虚拟中国男性一号膝关节的有限元模型[J]. 第一军医大学学报, 2003, 23(6): 527
- [11] 钟世镇. 虚拟人体将为创伤骨科研究提供新技术[J]. 中华创伤骨科杂志, 2003, 5(2): 81
- [12] 原林, 黄文华. 可视虚拟人研究概况[J]. 中国临床解剖学杂志, 2002, 20(5): 341
- [13] 于允勤, 彭沪. 数字化虚拟人体计划于中国针灸推拿学[J]. 上海针灸杂志, 2003, 22(5): 46

(收稿日期: 2005-01-07)