

doi:10.3969/j.issn.1005-3697.2021.09.001

◆ 院士论坛 ◆



钟世镇

专家简介

钟世镇(1925 -),男,广东省五华县人,中国工程院资深院士,我国现代临床解剖学奠基人,我国数字人和数字医学倡导者;中国解剖学会名誉理事长、南方医科大学临床解剖学研究所名誉所长、广东省创伤救治科研中心名誉主任、中华医学会数字医学分会终身名誉主任、国际数字医学会名誉会长、广东省增材制造协会名誉会长、第 174 次和 208 次香山科学会议执行主席;获国家科技进步二等奖 6 项,广东省科学技术突出贡献奖、“何梁何利基金”科技进步奖、中华医学会数字医学分会创始成就奖、中国显微外科终身成就奖、叶剑英奖、柯麟医学奖;第六届人大代表,获“全国优秀教师”“全军优秀共产党员”“总后勤部科技一代名师”等荣誉称号。

数字医学在临床上应用的部分信息

张美超,李忠华,钟世镇

(南方医科大学人体解剖学教研室,广东 广州 510515)

【摘要】 医学临床上采用的数字医学技术主要包括医用 3D 打印、人工智能外科手术机器人、有限元数值仿真、数字医学三维可视化仿真等手段,其中数字医学三维可视化仿真包含虚拟现实技术(VR)、增强现实(AR)和混合现实(MR)三个方面。本文就目前以上技术在国内的应用现状进行综述。

【关键词】 数字医学技术;3D 打印;虚拟现实技术;增强现实;混合现实

【中图分类号】 R31 **【文献标志码】** A

Some information about the clinical application of digital medicine

ZHANG Mei-chao, LI Zhong-hua, ZHONG Shi-zhen

(Department of Anatomy, Southern Medical University, Guangzhou 510515, Guangdong, China)

【Abstract】 The digital medical technology used in clinical medicine mainly includes medical 3D printing, artificial intelligence surgical robot, finite element numerical simulation and 3D visualization simulation technology of digital medicine. Among them, the last one includes virtual reality (VR), augmented reality (AR) and mixed reality (MR). This paper summarizes the application status of the above technologies in China.

【Key words】 Digital medical technology; 3D printing; Virtual reality; Augmented reality; Mixed Reality

数字医学是计算机科学及信息技术在医学领域发展起来的新兴学科,我国的数字医学起步于 21 世纪初的数字人技术。2001 年,由钟世镇主持的 174 次香山科学会议揭开了我国数字人研究的序幕,当年研讨的主题是“中国数字化虚拟人体的科技问题”。2003 年,钟世镇再次主持 208 次香山科学会议,研讨的主题是“中国数字化虚拟人体研究的发展与应用”。2004 年,钟世镇主编的《数字人和数字解剖学》出版,2006 年国家卫生部创办了《中国数字医学》学术期刊;2007 年由张绍祥主持召开了中国首届数字医学研讨会;2008 年在北京中国工程院,

由钟世镇、戴尅戎、王正国召集召开中国工程前沿学术会议数字医学研讨会;2011 年,中华医学会数字医学分会成立,张绍祥任主任委员。随后,各省的数字医学会相继成立,2016 年国际数字医学会正式成立,张绍祥任会长,使我国数字医学与国际接轨。经过近 20 年的发展,目前数字医学在医学领域的各行各业都在普遍开展,且发展迅猛,资料信息浩如烟海,本文就熟悉的几个方面进行介绍。

1 医用 3D 打印技术

3D 打印的原理是将计算机设计出的三维模型,

分解成若干层平面切片,然后把打印材料按切片图形逐层叠加,最终堆积成完整的物体。因此,3D 打印也称增材制造技术或快速成型技术。国际上,美国人查克·霍尔(Chuck Hull)于 1983 年发明了首台 3D 打印机,当时还没有“3D 打印”这个名字,以后经过不断完善改进,效益逐步提升,1986 年成立了 3Dsystem 公司,开始销售“快速成型”机器。

李克强总理非常关注 3D 打印技术,2015 年 8 月 21 日国务院集体学习,在听取卢秉恒院士“先进制造与 3D 打印”讲座后指出,3D 打印是制造业有代表性的颠覆性技术,实现了制造从等材、减材到增材的重大转变,改变了传统制造的理念和模式,具有重大价值;国家工信部、财政部颁发了《国家增材制造产业发展推进计划》(2015-2016)。有中央领导的重视,国家机关的推进,广大科技人员和企业的热情参与投入,现已初步建立了较为完善的增材制造产业体系,整体技术水平基本与国际同步。

我国有自主知识产权的医用 3D 打印机,能大量生产,使得打印成本下降,促进了 3D 打印技术的应用发展。例如华南理工大学研发的激光选区熔化工艺,填补了我国金属零件 3D 打印技术空白,并与北京大学第三医院联合研制个性化膝关节和人工髋关节获 CFDA 批准;陆声 3D 打印制作了脊柱进钉导向模板;谭海涛、黄文华的肢体截骨 3D 打印导航模板大量应用临床等。广东省于 2016 年成立了医学 3D 打印应用转化工程技术研究中心,现该中心已在省内外建立了 19 个临床基地,同年谭海涛,黄文华总结众多临床实践主编出版了国内首部《3D 骨科学》专著。

医学影像中以骨质材料扫描最为清晰,3D 重建及打印最为精确,所以 3D 打印在骨科应用最早也最广泛,为精准医疗开了先河。例如,2006 年原成都军区昆明总医院陆声率先采用 3D 打印技术精确重建出脊柱侧弯病例模型,在模型上模拟手术,并研制出椎弓根进钉导板应用于病人手术中,手术效果良好;南方医科大学第三附属医院利用 3D 打印严重骨盆损伤模型,作为修复手术前设计参考;川北医学院附属医院骨科蒋科,通过 3D 打印技术制作出实体导板,应用于骶髂关节骨折后螺钉植入固定,等。

2 人工智能外科手术机器人技术

“问渠哪得清如许,为有源头活水来”。早在 3000 多年前的西周时期,著名工匠偃师就研制出了能歌善舞的人偶,这是中国最早文字记载的人工智能的尝试。西汉三国时期蜀国名相诸葛亮创造出了运送军用物资的“木牛流马”,这是运输机器人的早

期探索。创造出一种像人一样的机器,以便能够代替人去各种工作,代表了人类了解自身、完善自身、重塑自身的强烈愿望。

在临床外科领域,人工智能外科手术机器人技术是集多项现代高科技手段于一体的综合体,利用此技术,外科医生可以远离手术台操纵机器进行手术,完全不同于传统的手术概念。机器人手术主要的优越性有:(1)高精度 3D 影像平台监视;(2)机械臂的性能稳定精准;(3)能完成高难度手术操作。2006 年,首台进口达芬奇手术机器人落户解放军 301 医院时,我国手术机器人的研制和临床应用总体水平低,普及率不高,起步维艰。“玉经琢磨多成器,百炼功成始自然”,经过艰苦的自力更生,大胆的探索创新,我国国产手术机器人项目发展迅速,其中较有代表性的医工结合团队及成果有:北京航天大学和海军总医院的“Reme bot”神经外科手术机器人、北京航天大学和积水潭医院的“天智航”双平面骨科手术机器人。“万点落花舟一叶,载将春色到江南”,2016 年 6 月 3 日,习近平主席参观国家“十二五”科技创新成就展的 13 项标志性的科技成果,位列第 5 的北京积水潭医院田伟院长研发的第三代骨科手术机器人是医药领域唯一代表,习主席赞扬了这一具有中国自主知识产权的国产机器人成果。因为机器人衡量和标志着一个国家的科技创新和高端制造水平,随后国家发改委、工信部、财政部三部委联合发《机器人生产发展规划》(2016-2020)文件,推动机器人国产化发展,在三部委的《规划》文件中,就有手术和医疗康复机器人内容。机器人手术在临床工作中也取得了快速的发展,例如四川省人民医院于 2016 年 8 月成立了全国首个整合多专业的机器人微创中心,中心创造了多项全球、国内、省内首例和首创,是西部第一家达芬奇手术机器人中国泌尿外科临床手术教学示范中心、首批中华医学会泌尿专业腹腔镜培训基地、国家卫健委机器人手术操作指南署名单位^[1-2],中心主任王东于 2018 年获亚洲“机器人大师”称号。

3 有限元数值仿真技术

有限单元法(finite element method, FEM)是近几十年来应用于医学领域的一种数学物理数值仿真技术,通过数值建模和模拟计算,对各类医学对象中涉及结构力学、热学、电磁学及多物理场的问题进行求解计算和分析,并与计算机技术、三维图像可视化等技术相结合,逐渐成为医学工程领域中数值虚拟仿真的重要方法之一,也是数字骨科基础研究中生物力学实验研究的重要手段。

例如,上海交通大学王成焘教授完成的“中国力学虚拟人”项目,建立了一个人体骨肌系统参数化几何模型,通过输入人体参数转换为具体研究对象的骨肌系统模型,并通过运动捕捉系统可将测量得到的人体运动转换为骨肌系统模型的运动,以及通过运动、动力学分析和肌肉力计算得到一个行为过程中的关节力和肌肉力,以此驱动人体全身骨肌系统有限元模型,可以做全身骨骼或局部骨骼的有限元分析^[3];南方医科大学人体解剖学教研室、广东省医学生物力学重点实验室胡辉莹、钟世镇、张美超等,借助 Mimics 软件的辅助网格划分功能和采用 CT 灰度模拟材料性能的方法重建正常人体骨性胸廓结构的有限元仿真模型,并针对临床上人体心肺复苏时胸外按压急救过程中存在的实际问题进行仿真实验,为心肺复苏过程中胸外按压的力学机制与临床效果提供实验仿真^[4];川北医学院附属医院骨科陈路、张建光、邓长弓等,为提高髌臼杯初始稳定性,应用工程建模软件重建髌臼杯,并通过有限元分析的方法对比了锁定螺钉辅助固定新型技术与传统固定方式的可行性与优势^[5]。

4 数字医学三维可视化仿真技术

数字医学三维可视化技术是利用影像学二维资料,导入三维重建软件,在计算机上构建可视化人体图形,为临床工作提供科学性的参考依据,例如南方医科大学南方医院在子宫颈癌,侵蚀性葡萄胎,残角子宫、畸胎瘤等病例上应用成功。上海九院为眶距增宽症患者整形美容,南部战区总医院对下颌角肥大整形美容,均利用三维重建图像精准设计截骨量,术后效果优良。

随着医学信息数字化的发展,基于三维可视化的仿真技术在医学临床各个领域中的研究应用近年来发展迅速,目前的主流包含虚拟现实(VR)、增强现实(AR)和混合现实(MR)等技术,简单介绍如下:

4.1 虚拟现实技术(virtual reality,VR)

VR 是 20 世纪发展起来的一项全新的实用技术,其基本实现方式是计算机模拟虚拟环境给人以环境沉浸感。例如,虚拟解剖技术既有助于提高医学教学的趣味性及医学生的学习主动性,又可以提高临床教学效果;陆军军医大学多角度、全方位仿真心脏跳动、帮助理解超声心动图;南方医科大学珠江医院利用仿真技术演示 8 段肝癌的血管毗邻;大连人民医院在股骨头坏死的手术治疗,用虚拟仿真演示带血管蒂髂骨瓣和大转子骨瓣的植入术式等^[6-8]。

4.2 增强现实(augmented reality,AR)

AR 是通过电脑技术,将虚拟的信息应用到真实世界,真实的环境和虚拟的物体实时地叠加到了同一个画面或空间同时存在。目前,临床骨科中应用的手术机器人技术就是 AR 的典型应用,它在骨折复位、关节置换、骨盆髌臼骨折、股骨颈骨折及脊柱椎弓根螺钉置入等临床手术中应用广泛。

4.3 混合现实(mixed reality,MR)

MR 是 VR 和 AR 技术的进一步发展,它将虚拟物体直接放到真实世界中,通过 MR 设备,使虚拟世界、用户、现实世界三者之间形成交互反馈,虚拟世界与现实世界在一个新的可视化环境中能够实时互动。通过该技术,观察者使用手势操作可以从任意角度对三维模型进行观察,便于医患沟通、制定手术方案及术中导航。武汉科技大学附属普仁医院骨科的刘融、刘彬、高迪等在老年骨质疏松性胸腰椎椎体压缩性骨折治疗中使用混合现实设备辅助,起到了促进医患沟通、减少透视次数、缩短手术时间、降低骨水泥渗漏率和更好恢复 Cobb 角等的作用;余可谊、李子全、蔡思逸等探索了混合现实技术在经皮椎间孔入路腰椎间盘突出切除术临床教学中的应用,发现可提高医学教学的形象化、交互性和三维空间感,对专科医师的模拟训练具有重要的发展前景^[9-10]。

参考文献

- [1] 张成,李超,韩向东,等.骨科手术机器人临床应用综述[J].医疗卫生装备,2021,42(1):97-101.
- [2] 胡昊楠,张元智.骨科手术机器人在脊柱置钉中的研究应用[J].临床医学研究与实践,2021,3(6):191-193.
- [3] 王成焘.中国力学虚拟人[J].医用生物力学,2006,21(3):172-178.
- [4] 胡辉莹,钟世镇,张美超,等.人体胸廓三维有限元模型的建立及应力分析研究[J].中国急救医学,2007,27(12):1098-1100.
- [5] 陈路,张建光,邓长弓,等.锁定螺钉辅助髌臼杯不同固定方式的有限元分析[J].中国组织工程研究,2021,25(3):356-361.
- [6] 王同聚.虚拟和增强现实(VR/AR)技术在教学中的应用与前景展望[J].数字教育,2017,3(1):1-10.
- [7] 金丹,付苏,刘军,等.数字骨科技术在八年制医学生创伤骨科临床教学中的应用[J].中华医学教育探索杂志,2014,13(7):748-751.
- [8] 方驰华,张鹏,刘允怡,等.肝胆外科从数字虚拟人、三维可视化到数字智能化发展的现状[J].中华外科杂志,2020,5(1):17-21.
- [9] 刘融,刘彬,高迪,等.混合现实技术在老年骨质疏松性胸腰椎压缩性骨折治疗中的临床应用[J].临床外科杂志,2020,28(10):966-969.
- [10] 余可谊,李子全,蔡思逸,等.混合现实技术在经皮椎间孔入路腰椎间盘突出切除术临床教学中的应用[J].基础医学与临床,2019,39(6):916-920.