

文章编号: 1005-0957 (2022) 05-0528-07

· 综 述 ·

## 针刺手法量化以及仿真应用的研究进展

张虹岩<sup>1,2</sup>, 刘佳慧<sup>1,2</sup>, 宋晶<sup>1,2</sup>, 王东岩<sup>1,2</sup>

(1. 黑龙江中医药大学, 哈尔滨 150040; 2. 黑龙江中医药大学附属第二医院, 哈尔滨 150001)

**【摘要】** 针灸作为中医学之瑰宝, 针刺行针手法更是其中精髓, 影响针刺临床疗效的关键要素即为针刺手法。从上世纪以来国内外学者就开始运用现代化科技技术对针刺手法量化进行了不断深入的探究, 作者对针刺手法的采集、手法参数数据的挖掘、针刺手法量化器材的研制、针刺手法仿真以及实际应用的研究进行初步的归纳与总结, 并且提出了目前研究所存在的问题和今后的发展方向。

**【关键词】** 针灸学; 针刺疗法; 针刺补泻; 量化; 仿真; 综述

**【中图分类号】** R245 **【文献标志码】** A

DOI: 10. 13460/j. issn. 1005-0957. 2022. 13. 0004

针刺手法是通过刺法刺激人体的腧穴, 以起到疏通经络、沟通脏腑、调节气血阴阳的作用, 针刺手法是直接影响针刺疗效的关键因素。中医学针刺手法通常是以口述、示范传授的方式家传或师传, 或是文字记录著书的方式传承至今。致使诸多针灸大家的针刺手法不同程度的遗失, 这也对我们中医学文化承继造成了很大的影响。随着现代化的推进, 完整、详细、科学的传承针刺手法已经成为针灸学科的热点领域。近年来开展的针灸手法参数量化分析的学者日益增加, 将传统医学与现代技术相结合, 促进针刺手法量学发展, 能够准确记录、分析针灸大家的针刺手法, 让更多医学生能更精准和科学地学习、传承名医针刺操作, 能很大程度提高临床治疗效果, 并将中医学推向世界。

### 1 针刺手法量学的由来

针刺手法的量化早在古典医籍时期就开始形成了模糊的初步概念, 在《黄帝内经》中就有对针刺补泻手法的论述, 如“泻必用员, 且而转之……补必用方……微旋而徐推之”这也体现出针刺手法从古时就得到众医家的重视, 并且有原文提到“刺之害中而不去, 则精

泄; 害中而去, 则致气; 精泄则病益甚而悞, 致气则生为痲痲”, 其表明针刺疗效与针刺刺激量有着密不可分之联系。后明代针灸名家杨继洲在《针灸大成》中提出“刺有大小、刺有深浅”, 他根据不同患者、不同疾病在针刺操作时有针对性地改变针刺量的轻重、针刺深浅的程度, 初步形成了对针刺补泻手法定量化这一概念, 这也对后世医学工作者产生了深刻的影响。90年代, 有学者提出针刺手法的科研研究与实际临床应用之间存在了很多不通之处, 他认为针刺手法对临床治疗效果产生的影响比较有限<sup>[1]</sup>。后又有学者<sup>[2]</sup>提出要严格控制好针刺刺激量是临床起效的关键, 针刺手法的精良程度直接关系到针刺治疗效果。至此还没有明确有哪些具体因素会对针刺手法产生影响。

石学敏院士打破僵局, 在研究古籍并且结合现代医学的基础上, 首次提出一个既形象直观, 又具体精确的概念“针刺手法量学”。石院士给出了极具科学性的定义, 总结出四大要素<sup>[3]</sup>, 针刺作用力方向、作用力大小、针刺施术时间、两次针刺间隔时间, 使针刺更规范稳定。石学敏团队在长期的临床真实案例中也证实了四大要素对针刺效果产生的影响是真实有效、客观存

**基金项目:** 国家自然科学基金面上项目 (81774426); 黑龙江省自然科学基金联合引导项目 (LH2019H113); 黑龙江中医药大学优秀领军人才支持计划 (2018RCL11); 黑龙江中医药大学创新团队建设项目 (2017sit01); 黑龙江中医药大学科研基金项目 (2019BS08)

**作者简介:** 张虹岩 (1991—), 女, 博士生, Email: 357961337@qq.com

**通信作者:** 王东岩 (1971—), 女, 教授, 博士生导师, Email: zhenjiu2021@163.com

在的。之后也有学者<sup>[4]</sup>对这四大要素进行了验证补充,进一步证实量化针刺手法、结合四要素操作可以很好地提高临床疗效。石学敏院士后期提出对针刺手法量化的发展要结合现代科学技术,利用现代科技对针刺手法量化进行更科学、更准确、更直观的界定。后代各医家将生物学、物理学、工程学、计算机学等学科与针刺手法量化相结合,进行了诸多研究。

## 2 针刺手法量化的研究及发展

传统的针刺手法主要师承口述、古籍记载的方式用文字进行传达。虽然中国语言博大精深,对于各种针刺手法的描述也是跃然纸上,但是还存在着诸多问题。第一,文字的描述只能局限于肉眼可见的大体手法变化;第二,阅读者对文字描述的理解千差万别会导致针刺手法存在各种形式的差别;第三,没有清晰完整的规律标准能让操作者进行精准练习。所以,当针刺后施加手法的过程如何科学的表达出来,如何识别针刺手法各个参数是急需解决的问题。

### 2.1 通过仪器间接采集针刺手法力学参数

针刺手法测定仪主要是通过采集操作者在仪器上的针刺过程中毫针所传递出的力学变化,将其转化成不同的参数,来进行针刺手法的科学表达。张会等<sup>[5]</sup>将物理学结合于针刺手法操作过程中,将针刺入人体时的受力情况进行分析,根据物理学知识研发出手法测定仪。仪器上的传感器能够检测出针刺手法操作时捻转、提插、摆动的物理量变。刘里远等<sup>[6]</sup>观察到针刺施加手法过程中手指用力的变化,故开发出能够记录针刺操作时力学变化的装置,当运用提插、捻转手法时可以记录出毫针的频率、速度以及强度。并在初步试验中得出,操作者针刺频率差异、补法泻法的相反曲线、持续刺激时的曲线波动。杨华元等<sup>[7]</sup>制作出针刺手法参数测定仪,通过此仪器可以将针刺手法提插、捻转、摇摆的手法动作转换成电信号,与此同时测定仪将其记录保存,所得到的电信号参数能够客观提供针刺操作时力学变化情况。以此为基础该团队又对针刺手法的受力分析进行进一步研究<sup>[8]</sup>,通过物理学知识从针刺手法操作时的受力分析中找出其中物理量的变化特点以及规律,进而研制出计算机针刺手法模拟系统<sup>[9]</sup>。而后刘堂义等<sup>[10]</sup>开发了“ATP-I 型针刺手法参数测定仪”,该仪器能够采集针刺手法操作时的多种参数。此仪器上设有配套的操作软件,进过模-数转换形

成的数字信号进行分析,仪器所能采集到的参数包括频率、峰值、位移、离散度等,分析后的数值可以直接保存在计算机内以供调用。针对这些参数的处理,该团队又研制出与其配套的“针刺手法参数分析”系统<sup>[11]</sup>,对所得参数的数据进行分析,并给出相应的参数曲线。

### 2.2 通过人体腧穴直接采集针刺手法力学参数

针刺是要在人体上进行操作以达到治疗疾病的效果,所以又有学者研制了传感测定仪器,此仪器是可以直接连接到毫针上,采集毫针刺入人体肌肉时力学变化过程,将这一物理力学过程转换为信号数据作为针刺手法的各个参数进行表达。丁光宏等<sup>[12]</sup>所研发的针体传感器能够将拉压力和扭转力矩微型传感器安装在临床针灸的针体上,操作者将针刺入腧穴后在针体末端施加手法,此时的作用力被传感器检测到之后信号传至计算机,再通过专门的软件进行分析处理。并用此针体传感器进行了临床实验,研究表明,传感针所得到的受力大小以及波形变化可以作为针刺手法量化的有效参数。李庆华等<sup>[13]</sup>针刺时手指所发生的力学变化相对较小,所以他们采用微小力传感技术以及生物力学原理,研制出了一套可以监测针刺行针时力学扭矩变化的传感针,传感针所接收到的信号传入相应的计算机软件,能科学客观地显示出针刺操作时的各个物理参数。后应用此传感针做了足三里穴针刺手法的临床试验,分析结果显示传感针在针刺过程中能敏感地检测出行针手法的波形,证实它可以为针刺手法量化提供科学依据以及具有重要意义。

### 2.3 通过运动视频量化针刺手法

在针刺手法仪器研制之初,大家都把焦点集中于毫针下力学变化的采集分析上,后有学者提出针刺手法是在腕部、手部整体运动下完成的,单纯研究毫针力学变化还不足以诠释针刺量化的全部内容,随着数字化时代的发展,能够观察腕手整体变化的运动视频进入量化研究范畴,它可以根据标注的运动点,对针刺整体运动过程进行解析量化探究。李靖等<sup>[14]</sup>在研究运动中使用了动作捕捉系统,对比针灸专家以及初学者在仿真皮肤上操作平补平泻手法时针刺的幅度、频率,采集的参数包括 X、Y、Z 各轴向的精准的捻转力、操作时长等,定量的分析操作针刺手法过程中的行为特征,结果说明在实际操作中量化捻转频率的离散度以及捻转前的操作时间这两点十分重要。唐文超等<sup>[15]</sup>以运动视频的形式记录平补平泻手法的操作过程,并且

使用 Simi Motion 3D 系统对所得到的运动视频进行运动图像解析,分析针刺时 4 个事先标记的跟踪位点所形成的运动参数。这种形式能够较为客观细致地记录针刺时手指、关节的运动特点,对于针刺手法量化的研究具有参考价值。之后该团队又进行了进一步研究<sup>[16]</sup>,应用自组织特征映射神经网络分析由上述 3D 系统所捕捉到的运动图像并导出采集教师的提插手法的各项参数,从而分析研究手法分类及其特征。分析显示教师针刺手法参数为离散度较大的非正态分布曲线,呈现出多样性特征,即“人为控制曲线”,根据个人操作的针刺手法难易程度曲线发生变化。根据曲线可以对补法、泻法进行分类,此研究将补法分为 4 类、泻法分为 5 类。通过实验研究说明,运动视频可以用作针刺手法量化的研究,对传承专家手法、针灸操作标准化等均具有参考意义。

#### 2.4 通过多学科技术量化针刺手法

针刺手法量化的研究经过多年的实践探索,众学者从针刺量化不同切入点,结合各个不同学科,从多角度对针刺手法量化给出了不同的见解。LANGEVIN H M 等<sup>[17]</sup>在研究中采用了一种新型的超声技术,对针刺手法的定量化进行了研究。观察到在计算机控制下的针灸针旋转、上提、下按时的运动过程,能够绘制以及定量分析操作时的组织位移情况。发现旋转量的增加对提针、按针时的组织移位具有显著的线性影响。郭彦<sup>[18]</sup>首先设计了测量手法的传感器以及高速采集系统,再通过串口将数据导入计算机进行显示、储存,在软件 MATLAB 中对得到信号波形进行时域、频域的分析,最后对手法进行判别。他们的研究选择较为容易的针刺手法(提插法、捻转法)进行研究,只能对基础的提插力、捻转力进行分析且只考虑到了均匀提插以及捻转,之后还需要对其他手法以及手法的不同操作形式的采集再做进一步改进。裴昕等<sup>[19]</sup>由于针刺会引发神经系统放电从而以产生的电信号来传递信息,动物实验利用可视图方法,对针刺动物产生的电信号进行网络建模,观察到在不同的针刺频率下产生的各种放电模式,然后对这些不同的放电模式进行量化,提供了对针刺手法进行量化的另外一种新思路。

#### 2.5 针刺手法结合计算针灸学

针灸发展至今,传统的针灸学主要由几千年的临床实践以及传承的古籍理论支撑。80 年代“实验针灸学”<sup>[20]</sup>这一新概念学科被推上针灸的历史舞台,主要通

过科学实验对针灸发挥作用的原理进行深入探究,随着时代的发展、信息时代的到来,“计算针灸学”应运而生<sup>[21]</sup>,它是根据信息时代下的数据体系与传统针灸学精密联合,用于针灸学目前为止没能解决的各个问题,这门新兴科学将针灸学与多种现代学科交织于一体,为针灸学的发展开辟出崭新的研究方式。计算针灸学是根据传统针灸学所提供的理论基础,以及实验针灸学所提供的实验数据,对所得信息进行数字化建模,根据对所得数据统计分析探究针灸发挥效应的原理及机制,最后计算出最有利方案并预判未来发展方向。计算针灸学的出现更进一步证实针刺手法量化的时代进展情况,一直以来各医家致力于针刺手法的研究与计算针灸学的主体内容高度切合,针刺手法量化就是将针刺过程数字化、信息化、标准化,能从严谨科学的角度将针刺手法进行量化分析。郭义教授团队联合杨华元教授团队、王江教授团队,通过 ATP-II 针刺手法测定仪对针刺手法进行采集,将其得到的特征参数建立数据库,将针刺手法参数特征构建数学模型用数学语言科学表达;发掘出针刺手法基于神经电信息的一部分作用规律;并发现不同的针刺手法所产生的神经电信息存在不同,这也属于针刺手法不同导致针刺效应存在差别的一种发生机制<sup>[22]</sup>。这种结合数学、神经电生理的研究客观科学地为针刺手法量化提供了有力依据,将计算针灸学完美引入到针刺手法量学当中。

#### 2.6 针刺手法标准化

中医针灸标准化在 20 世纪的开始发展,国家对此也愈发重视,将中医药标准化提升至国家战略水平<sup>[23]</sup>,自此针灸标准化进程在国内外得到很大的支持,国内目前对针灸标准化方案相对完善,对针灸基本部分的基础、技术、器具、管理都给出了明确标准,并对针灸标准的推行也有其相关的管理、运行、实施监督、推广、服务保障体系<sup>[24]</sup>。临床针刺治疗过程中虽然存在着很多个体化的方式方法,但是大体的针刺过程万变不离其宗。根据观察大量临床操作时的整体流程,将其中共通的操作流程做标准化要求,制定出标准方案也是针刺手法量化的一种思路。李靖等<sup>[25]</sup>编制出《针刺基本手法操作行为量表》,经过德尔菲法检验效度后,对该量表进行了实验,用此量表评估医师、学生的计算评判间信度,并且比较针刺手法操作过程给出评分。结果显示可以用此量表对针刺手法操作过程进行评估,此量表的出现,细化了操作手法特征,实现了对操作手

法定量化、规范化。国际上对针灸学科给予十分的肯定,并将其正式归为“人类非物质文化遗产”<sup>[26]</sup>,但针灸国际标准化水平还存在诸多问题,比如国际标准覆盖面较小、多系统之间的标准重叠、标准化人才的缺失等<sup>[27]</sup>。因此目前我们要继续发展并完善中医针灸标准化,解决国内外尚存的问题。

### 3 针刺手法仿真

现代医家对针刺手法量化的研究一直在不断突破,定量、客观地描述和记录手法,运用现有的科学技术手段所得到的参数,是为了能够仿真复刻出历代医家各具特点且临床效果极佳的针刺手法,将科技成果运用于现实、服务于现实才是科研的最终目标。

#### 3.1 针刺手法参数输出的仿真模拟

将针刺手法量化所得到的数据信息带入实际操作时,虽然操作者可以通过反复练习达到一定的稳定操作水平,但这其中的过程是漫长的,因此制造出精准的仿真机械是可以代替一部分的实践操作,用来满足精准的针刺手法输出的需求。胡银娥等<sup>[28]</sup>认为能够记录、量化、分析手法还是不够,还要将所得到的科学化、数字化的针刺手法仿真出来,研制出“ZSF-I 型针刺补泻手法仿真系统”,它可以确保针刺手法各参数定量、规律的输出,ZSF-I 具有小、中、大 3 个不同刺激量,它可以确保实验精确地可重复性。但是它的不足表现在不能还原采集到的专家手法参数,不能对专家手法进行仿真。该团队也对仿真系统提出了构想<sup>[29]</sup>用来解决专家手法仿真这一问题。周红生等<sup>[30]</sup>提出可以应用二维圆形超声相控阵来模拟传统针刺手法,这样在理论上可以解决目前传统针刺时,人为操作中仍无法精确量化的问题,这种模拟传统针刺方法的“超声针刺”从另外一种维度来实现针刺手法量化的课题。

#### 3.2 针刺手法的量化输入与仿真输出

仿真仪器的发展过程中又出现了新的挑战,如何将量化仪器所得参数直接用仿真机械模拟出来,能让收集到专家、国医大师的手法完美重现。众学者又进行了进一步的开发研究,马明宇等<sup>[31-32]</sup>,对智能量化机器人进行了设计开发,研制出既能对针刺手法进行量化,又能检测针刺效应的智能化机器人系统。通过构建多传感系统、人机交互软件、数字信号控制系统来获取针刺手法操作时的特征参数,再将获得的参数控制机器人进行模拟仿真针刺操作。这一智能机器人系

统不仅能对针刺手法量化、检测所得到的参数进行输入,还能将采集到的特征参数进行模拟仿真输出,这种智能机器系统是未来世界的发展趋势,对各门学科的发展都有着重要意义。杨华元<sup>[33]</sup>设计运用 ZigBee 无线传感技术研制出更科学、效率更高的针刺手法采集系统,并将所获得的手法参数数据信息无线传输至仿真机械手,经过接收器转输出使机械手完成针刺手法的仿真。此装置集针刺量化、仿真于一体,新型装置的完成能够解决针刺研究的诸多问题。

### 4 针刺手法的教学与科研应用

针刺手法记录分析的最终目的还是为了将这些手法精确地教授给一代又一代的中医人,让我们针灸学科得到更好地传承与发扬,能够让针灸这一历经几千年文化沉淀的中华瑰宝逐步走向国际化的进程。所以将针刺手法复刻仿真用于科研实验,将采集到的针刺手法参数标准用于教育教学也是针刺手法量化发展的重要组成部分。

#### 4.1 针刺手法实训系统

现代针灸教学多数还是以传统的书本教学为主要方式,也有高校开展了实训操作,但大多还是以硅胶假体作为载体,让学生感受针刺手感,这种方式实际操作感受不强,教学效果有限。在针刺科研实验当中,主要以同一实验人员完成针刺操作,但这种方式还是避免不了手法操作存在误差。所以在针刺手法开展现代化、数据化、标准化的今天,针刺手法实训系统陆续面世。顾星<sup>[34]</sup>研制出了一种能够用于教学的针刺手法测定仪,告别以往口述式教学,让学生通过传感系统感受到提插、捻转手法操作时力度、深度的运针过程,并能直观地观察到操作过程中的针刺手法波形变化。杨华元等<sup>[35]</sup>对针刺手法参数测定仪做了进一步开发研究,使所采集到的针刺手法具有可比性、可重复性,还可以对针刺手法进行整理评估,不仅克服了传统针刺教学的口头描述,为针刺教学提供科学性依据,并且能够量化手法参数用于科学研究。为了更进一步明确各个参数的分析方法,胡银娥等<sup>[36-37]</sup>根据针刺手法参数测定仪所得出的参数特征,开发了以适用的聚类分析方法为核心的信息软件,对手法参数之间的规律、关联进行更加有效的分析。杨霖等<sup>[38]</sup>采用 WEKA 软件对 6 种参数进行数据挖掘与分析,分析结果说明对针刺手法参数进行数据挖掘以及分析对于针刺手法量化有重要的参考

意义。牛溪野<sup>[39]</sup>通过前期对针刺过程进行量化分析,对毫针刺入机体时的力学变化也进行了深入研究,根据所得力学信息选择适用的传动装置,对各部分元器件进行了多次分析并建立三维模型,然后结合物理学、生物学、虚拟现实构建控制系统,设计出了一套能让操作练习者感受到力感变化的针灸仿真训练装置。张奥等<sup>[40]</sup>基于光学动作捕捉系统设计出一种新型针刺手法实训考核仪器,将光学捕捉系统采集到的各个参数(包括“押手动作”作为其中参数)做真实全面的记录,并做出智能化分析。此仪器不仅能记录专家针刺手法,对各个参数进行量化分析,能将专家手法转化成数字化参数提供时训教学、操作考核、科研实验等多种功能。杨旭明等<sup>[41]</sup>建立了面部腧穴的定位系统,通过获取多名专家针刺面部腧穴的精确位置,将人面部图片上传至系统后即可识别并标注出专家最优的面部各腧穴坐标位置,这一系统可以让操作者更直观具体地学习面部腧穴定位、针灸处方、模拟专家精准针刺定位。

#### 4.2 针刺手法虚拟现实系统

针灸学与计算机技术进行高度结合,计算机技术可以使传统中医针灸的操作过程更科学真实。运用虚拟现实技术,让针刺操作不仅仅局限于文字描述之中,使整个针刺过程更立体多维地展示出来。LEUNG K M等<sup>[42]</sup>观察到针灸专业学生在学习、练习针刺过程中为求真只能在人体上进行操作,他们开发了“中国针灸触觉式手法模拟仪”,3D立体的显示在针刺操作时提供逼真的触觉反馈。这套系统可以三维立体的感受到针刺过程为针刺教学提供了便利,但这套系统并不能满足记录针刺手法、给出各个参数等要求。姜雨晨等<sup>[43]</sup>研究针刺手法仿真系统,在虚拟人体上实现针刺手法的VR再现,提供的虚拟现实环境是以数字化技术为核心,建立能体现出针刺过程力度、针刺位移以及针刺速度的传感器,并搭建反馈系统,使操作者能真实感受到计算机中采集到的专家针刺手法,在此系统的人机互动操作平台进行实际操作时,能够给操作者反馈到接近于真实针灸的反馈力,并且在计算机中选择针刺不同组织部位时能感受到不同的力感变化。在操作者进行实际训练时,计算机显示的身体组织图像、虚拟针反馈的真实且灵敏的触感,对针刺手法实现了VR再现,在仿真的同时满足了教学需求,使得操作者在虚拟现实的体验中感受专家手法针刺全程,并在感受中不断学习专家针刺手法。姬宇程等<sup>[44]</sup>认为蒙医针刺手法相

对于传统中医的手法相对简单,学者们对上肢不同腧穴进行在虚拟环境下的建模,为了从多维度观察蒙医操作手法。然后运用传感设备在虚拟现实的条件下将力学数据传递给操作者,使操作者具有模拟现实的感觉从而学习针刺手法。

#### 5 问题与展望

综上所述,针刺手法量化从上个世纪90年代就开始了不断深入的研究探索,不仅对针刺手法量化这一问题进行剖析钻研,对其衍生出的手法仿真以及实际应用也做出了思考与探索。现有仪器所采集到毫针的参数、曲线等实验数据通过分析研究可以得出针刺过程中指下施加的物理刺激量,物理刺激量的差异成为不同针刺手法对疾病能产生各异的治疗效应这一理论的有力证据。计算针灸学引入针刺手法量学后,可以用数学语言科学表达针刺手法特征,将信息时代下的数据体系与传统针灸学精密联合,使得针刺手法量化更加数字化、信息化、标准化。目前针刺手法量化已经达到了一定的现代化水平,针刺手法仿真输出系统以及科研、教学应用的部分成果也得以实现,但仍然存在以下问题,首先,不难发现各个医学工作者从采集方式、参数标准、分析方法等均没有统一标准,这也使得整体研究进程呈现多样化、参差化,导致现在还是没有能够大规模推行实施的针刺手法量化方案,因此笔者认为应该将现有各个研究的优势综合统一,并总结出一套可实施的、可重复的标准化量化实验方案,这样才能使各个团队之间互相参考,共同进步,整体推动针刺手法量化的研究进展;其次,到目前为止还是没有能够全面且准确计算出针刺手法刺激量的仪器。归根结底,量化针刺手法是为了能在针刺实际临床应用中提高治疗效果。中医传承至今,有一独特优势仍是西医所无法企及的,那就是“辨证论治”,其在针刺治疗过程中不仅从选穴能够体现出来,还可以从手下、指尖的行针手法上加以变化从而达到不同的治疗效果,针刺治疗中“量”与“效”的研究是热点也是难题<sup>[45]</sup>,所以研制出能够准确量化针刺手法的仪器将是针刺手法量化的关键问题,只有完成了对“量”的透彻分析,才能继续攻克针刺量与效之间的难题。未来医者们还是要研究一套具有规范性、可重复性、科学性的标准化量化方案,并且结合物理学、计算机学、生物学等现代科学研发出毫针施加手法过程中外力所施加在腧穴内部的三维

参数,不仅能检测针刺深度、针刺角度、捻转频数,还可以测量出腧穴内所产生的能量强度(如行针过程中所产生的热能)的精密仪器来继续针刺手法量化的科学研究;其衍生出的手法仿真系统能够精准复刻出各具特点且临床效果极佳的针刺手法的各项参数;在科研教学的实际应用中也要从虚拟现实角度出发,使体验人员能在虚拟环境中感受、体验并学习到效果最优的针刺手法精髓,以此来充实针灸现代化理论、揭示针灸起效机理、阐明针灸的量效关系,全面推动针灸从临床经验医学向客观、精准、科学的现代化中医学发展。

在现在这个多学科齐齐绽放的时代,世界给予中医展示的机会越来越多,国家也从各个方面全力推动中医药发展,针灸是中医学范畴中最得到世界各国认可的学科,所以充实针灸传统理论、完善针灸操作流程、规范针灸处方运用、推动针刺手法量化、精进针刺量化仿真机械、应用科技化针刺教学科研方法均是针灸学科逐步国际化的重要条件,是推动针灸发展的关键部分。

### 参考文献

- [1] 范刚启,钱广洪,张南征,等. 针刺手法研究现状分析[J]. 医学与哲学, 1996, (4): 181-183.
- [2] 黄鼎坚. 论毫针刺手法[J]. 广西中医药, 1997, (3): 1-3, 15.
- [3] 卞金玲,张春红. 石学敏院士针刺手法量学的概念及核心[J]. 中国针灸, 2003, 23(5): 287-289.
- [4] 刘杰,孟智宏. 针刺手法量学中时间、频率、方向与深度因素的研究进展[J]. 针灸临床杂志, 2014, 30(9): 75-78.
- [5] 张会,刘炎,陈斌棋,等. 针刺手法测定仪[C]//世界针灸学会联合会成立暨第一届世界针灸学术大会论文摘要选编. 1987: 167.
- [6] 刘里远,于祥辉,张景祥,等. 针刺力学测量仪的研制及针刺手法的初步分析[J]. 佳木斯医学院学报, 1990, (4): 326-329, 414-415.
- [7] 杨华元,顾训杰,王志煜,等. 针刺手法参数分析仪研制及其应用[J]. 上海针灸杂志, 1991, 10(3): 35-36.
- [8] 杨华元,夏锦杉,顾训杰. 针刺手法参数测定仪研制及手法受力分析[J]. 陕西中医学院学报, 1994, 17(2): 37-38, 29.
- [9] 杨华元,夏锦杉,顾训杰. 计算机针刺手法模拟系统[J]. 上海针灸杂志, 1995, 14(1): 35-36.
- [10] 刘堂义,杨华元. ATP-I 针刺手法参数测定仪评分功能的实现[J]. 上海针灸杂志, 2003, 22(5): 44-45.
- [11] 刘堂义,杨华元,蒯乐,等. 提插、捻转类针刺手法物理参数分类及其特征[J]. 针刺研究, 2010, 35(1): 61-66.
- [12] 丁光宏,沈雪勇,陶岳辉,等. 针刺手法与针体受力参数的对比研究[J]. 中国生物医学工程学报, 2004, 23(4): 334-341.
- [13] 李庆华,李付国,艾炳蔚. 中医针刺手法用传感针的研制[J]. 传感技术学报, 2006, 19(2): 285-288.
- [14] 李靖, GRIERSON L, WU M X, 等. 捻转针刺手法的运动学及动力学特征研究[J]. 针刺研究, 2013, 38(5): 415-419.
- [15] 唐文超,杨华元,郭义,等. 运动视频分析技术在针刺提插手法教学中的师生对比研究[J]. 上海针灸杂志, 2016, 35(11): 1369-1374.
- [16] 唐文超,杨华元,刘堂义,等. 基于运动视频和自组织特征映射神经网络的针刺提插手法量化分类研究[J]. 上海针灸杂志, 2017, 36(8): 1012-1020.
- [17] LANGEVIN H M, KONOFAGOU E E, BADGER G J, et al. Tissue displacements during acupuncture using ultrasound elastography techniques[J]. *Ultrasound Med Biol*, 2004, 30(9): 1173-1183.
- [18] 郭彦. 中医针刺手法量化研究及其测量系统开发[D]. 广州: 广东工业大学, 2011.
- [19] 裴昕,王江,邓斌,等. 基于可视图的针刺神经电信号的量化描述[C]//中国系统工程学会,中国自动化学会控制理论专业委员会. 第三十二届中国控制会议论文集(C卷). 2013: 399-404.
- [20] 郭义,方剑乔. 实验针灸学[M]. 北京: 中国中医药出版社, 2012: 1-4.
- [21] 郭义,王江,陈波,等. 计算针灸学[J]. 中华中医药杂志, 2020, 35(11): 5394-5398.
- [22] 刘阳阳,郭义,郭永明,等. 针刺手法效应规律及神经电信息机制研究[J]. 世界中医药, 2020, 15(7): 976-982, 989.
- [23] 陈泽林,郭义. 中国针灸标准化现状与展望[J]. 中华针灸电子杂志, 2013, 2(3): 1-4.
- [24] 陈泽林,赵雪,郭扬,等. 中医针灸标准化关键问题研究[J]. 世界中医药, 2020, 15(7): 990-996.
- [25] 李靖, GRIERSON L, WU M X, 等. 针刺手法操作行为的定

量研究[J]. 中国针灸, 2014, 34(3):247-251.

[26] 赵雪, 郭义, 姜锐, 等. 中国针灸标准化现状及其一些问题的思考[J]. 针灸临床杂志, 2012, 28(4):43-45.

[27] 张青颖, 陈波, 公一因, 等. 针灸相关国际标准研究现状刍议[J]. 世界中医药, 2021, 16(5):819-825.

[28] 胡银娥, 刘堂义, 唐文超, 等. 针刺手法仿真的研究及思考[J]. 生物医学工程学杂志, 2011, 28(4):830-833.

[29] 闵友江, 杨华元. 针刺补泻手法仿真治疗系统研制的构想[C]//中国针灸学会经絡分会. 中国针灸学会经絡分会第十二届全国针灸经絡学术研讨会论文集. 2012:274-278.

[30] 周红生, 王欢, 董昌盛, 等. 超声模拟中医针刺手法量化技术研究进展[J]. 声学技术, 2016, 35(1):33-37.

[31] 马明宇. 智能针刺量化机器人系统的设计与实现[D]. 天津:天津大学, 2018.

[32] 邓斌, 马明宇, 王江, 等. 针刺手法量化机器人的设计与分析[J]. 传感器与微系统, 2018, 37(9):57-59.

[33] 杨华元. 基于 Zigbee 技术的针刺手法无线检测及仿真器设计与实现[Z]. 上海市, 上海中医药大学, 2019-03-26.

[34] 顾星. 中医针刺手法教学测试仪的研制[J]. 中国针灸, 2001, 21(4):229.

[35] 杨华元, 刘堂义, 蒯乐, 等. 针刺手法参数实时采集及教学演示系统的研究[C]//中国针灸学会. 2011 中国针灸学会年会论文集(摘要). 2011:3647-3653.

[36] 胡银娥, 杨华元, 刘堂义. 针刺手法参数聚类分析与研究[J]. 世界科学技术(中医药现代化), 2011, 13(1):59-63.

[37] 胡银娥, 杨华元, 刘堂义. 针刺手法参数聚类分析平台的设计与实现[J]. 生物医学工程学杂志, 2010, 27(5):991-994.

[38] 杨霖, 洪菲, 杨华元. 针刺手法数据挖掘的关联规则与分类[J]. 上海针灸杂志, 2014, 33(11):1064-1070.

[39] 牛溪野. 具有力感的针灸仿真训练装置的研究与设计[D]. 天津:天津大学, 2014.

[40] 张奥, 严兴科, 刘安国. 基于光学动作捕捉系统的针刺手法实训考核仪[J]. 针刺研究, 2016, 41(6):556-559.

[41] 杨旭明, 彭昊宇, 方琢, 等. 基于 Web 的针刺面部穴位定位、处方学习和虚拟仿真系统的研发[J]. 中华医学图书情报杂志, 2019, 28(10):51-56.

[42] LEUNG K M, HENG P A, SUN H, *et al.* A haptic needle manipulation simulator for Chinese acupuncture[J]. *Stud Health Technol Inform*, 2003, 94:187-189.

[43] 姜雨晨, 姜俊, 王福波, 等. 数字虚拟人体上针刺手法的 VR 再现[J]. 中国组织工程研究, 2016, 20(44):6643-6648.

[44] 姬宇程, 李忠贤, 翁羽洁, 等. 基于虚拟现实技术构建蒙医针刺手法的上肢仿真系统[J]. 中国组织工程研究, 2020, 24(11):1745-1749.

[45] 马旭, 沈婧蕾, 杨华元. 针刺手法参数采集及量效关系分析[J]. 上海针灸杂志, 2020, 39(11):1479-1482.

收稿日期 2021-09-21



## 《上海针灸杂志》网站简介

《上海针灸杂志》在谨守办刊宗旨, 继承优良传统的基础上, 不断开拓创新, 建成并开通杂志网站。目前网站已顺利运行, 内容包括杂志介绍、历史回顾、作者投稿须知、稿件体例说明、专家审稿说明、期刊订阅、广告刊登须知、动态信息和会议安排等, 为各位作者、专家和广大读者提供及时有效的信息。

同时, 欢迎各位读者、作者将宝贵的意见建议通过网站留言功能反馈给我们, 从而建立起互相沟通的桥梁, 共同创建《上海针灸杂志》更好的明天。