

# “医养智慧联动”的养老模式研究与探索

金心宇<sup>1</sup>, 夏琦<sup>2</sup>, 张唯<sup>1</sup>, 李兰娟<sup>2</sup>

(1. 浙江大学信息与电子工程学院, 杭州 310027; 2. 浙江大学医学院附属第一医院, 杭州 310003)

**摘要:** 我国已进入老龄化社会, 而我国的养老建设事业仍处于不成熟阶段, 养老问题已然成为我国亟待解决的重大问题之一。在国家相关政策的指引下, 本文从我国国情出发, 提出了一种以大型医院为诊疗主导, 利用互联网实现与机构养老、社区养老和居家养老三种养老模式的有机连接, 并融合老年病的人工智能云诊疗康复新技术的“医养智慧联动”养老模式。相关实践证明, 利用互联网和人工智能及先进有效的综合诊疗技术来解决我国目前养老产业存在的问题具有重要的研究价值, 也是一次非常有前景的尝试, 符合国家的发展战略和相关政策。

**关键词:** “医养智慧联动”; 智慧养老; 互联网; 人工智能; 辅助诊疗

**中图分类号:** TP3      **文献标识码:** A

## “Medical-and-Care Wisdom Linkage” Pension Model Research and Exploration

Jin Xinyu<sup>1</sup>, Xia Qi<sup>2</sup>, Zhang Wei<sup>1</sup>, Li Lanjuan<sup>2</sup>

(1. College of Information Science & Electronic Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China; 2. The First Affiliated Hospital of Zhejiang University, Hangzhou 310003, China)

**Abstract:** China has become an aging society faced with difficult challenges. However, the country's endowment system is still in the infant stage, and the pension problem has become one of the major problems that need to be solved promptly. Based on China's national policies, this paper proposes a “Medical-and-Care Wisdom Linkage” pension system with a large hospital for diagnosis and treatment as the centerpiece. This system can connect institutional pension models, community pension models, and family pension models by means of the Internet. At the same time, the system uses new cloud-based artificial intelligence for diagnosis and rehabilitation. Related practice has proven that using the Internet, advanced artificial intelligence, and other effective comprehensive treatment technologies to solve the current problems of China's pension industry has important research value. These are also very promising efforts that are in line with national development strategies and relevant policies.

**Keywords:** “Medical-and-Care Wisdom Linkage”; wisdom endowment; Internet; artificial intelligence; auxiliary diagnosis and treatment

### 一、前言

据《中国统计年鉴 2014》显示, 我国从 1999 年

开始步入老龄化社会, 截至 2014 年, 65 岁以上人口已增长至 13 755 万人, 占全国总人口的 10.1%。预计到 2030 年, 我国 60 岁及以上人口老龄化率将

收稿日期: 2018-02-13; 修回日期: 2018-03-26

通讯作者: 李兰娟, 浙江大学医学院附属第一医院, 教授, 中国工程院, 院士, 主要研究方向为人工肝、传染病、数字医疗;  
E-mail: ljli@zju.edu.cn

资助项目: 中国工程院咨询项目“‘互联网+’行动计划的发展战略研究”(2016-ZD-03)

本刊网址: www.enginsci.cn

达到 25%[1]。另外,失能老人、半失能老人的数量也在增长。我国正处于经济飞速发展以及经济结构转型的关键时期,在此背景下,养老问题是我国政府亟待解决的关键问题之一,但是目前我国存在整体养老服务体系滞后于养老服务需求,养老资源严重供给不足等问题,因此我国养老体系还需深入探讨和改善。本文针对我国现有的养老模式和养老诊疗存在的问题,提出一种“医养智慧联动”养老体系,基于物联网、互联网、大数据、机器学习与现代生物医学等技术可以作为催化剂和润滑剂,将高质量医疗护理技术渗透到养老模式的每个环节,用于提升养老体系运行的效率与质量;另外,在关注老年人身体康复的同时,该模式对改善老年人心理健康也提出了新的思路。通过物联网和互联网及人工智能等技术构建“医养智慧联动”养老体系,是一次极有前景的尝试。

## 二、现有养老模式概况

### (一) 国外养老模式调研

#### 1. 居家养老服务方式

欧洲国家实现居家养老服务方式主要包括四种,一是全托制的“退休之家”,设施完备,服务周到。二是日托制的“托老中心”,白天在中心活动,晚上回家休息。“托老中心”同样设施完备,并提供星级服务。三是组织“互助养老”。老年人结伴认对、互助养老。四是“家庭护理员”制度,也是最具特色的居家养老服务。

#### 2. 养老社区服务方式

养老社区一般分为四类:生活自理型社区、生活协助型社区、特殊护理社区以及持续护理社区。社区与医院和专业护理机构均有紧密合作。

#### 3. 综合照护服务模式

“综合照护”是近十年来欧洲国家在社会照护领域提出并努力推动的政策理念,是针对老年公共服务中健康照护和社会照护的“双轨制”而提出的进行资源整合的方法,力图消除传统卫生部门和社会服务部门的分割状态,提高资源的利用率和服务质量。英国“综合照护”理念是指将基本照护、社区照护和社会照护以被照护者为中心,进行资源整合,建立各机构的联合体系,以提供连续、高质量的照护服务。

### (二) 中国养老模式分析

我国基本实行的是“9073”养老模式:90%的老人通过家庭养老,7%的老人通过社区照顾实现养老,3%的老人入住养老机构集中养老。随着政府加强对养老服务以及慢性病管理的重视,在当前互联网行业快速发展的情况下,各地也在积极探索创新养老模式,完善养老服务。在国务院印发的《中国老龄事业发展“十二五”规划》《社会养老服务体系发展规划(2011—2015年)》中提出的以居家为基础、社区为依托、机构为补充、医养相结合的养老服务体系已初步形成。体现出我国的养老模式现状是以居家养老为主,集中与社区等多种养老模式共存,未来的发展趋势是各种养老模式需要融合“医养结合”的途径进行发展。

### (三) 中国养老模式面临的挑战

#### 1. 养老机构和社区的慢性病医护技术缺乏

我国目前的养老水平仅仅停留在对老人的生活照顾方面,缺乏对老人的健康康复形成专业护理体系的规范养老机构及有效的医护技术装备。

#### 2. 家庭养老压力巨大

我国目前的家庭养老模式以“4-2-1”型为主,即一对年轻夫妇赡养四位老人和抚养一个子女。由两位年轻的独生子女负担四位老人的日常和护理,尤其是对于老年病的诊疗与护理,无论如何也力不从心。

#### 3. 护理人员缺乏且医护专业性水平不高

当前,全国养老机构的护理人员不到100万,持证上岗的人数不足2万,缺口已达千万级别。目前国内的养老机构缺乏吸引专业诊疗医护人员的机制,存在从业人员大多是下岗职工或一些待业人员及少量退休人员,学历层次低、医护专业知识严重缺乏、整体素质较低的问题。

#### 4. 养老机构不能满足群众需求

我国目前已有各类养老机构38060个,拥有床位266.2万张,但目前养老床位总数仅占全国老年人口的1.59%[2]。

### (四) 现有“医养结合”模式

《全国第三次居民死因回顾抽样调查报告》显示,慢性疾病是中国居民的主要死因,而大部分老年人都深受慢性病的困扰,在国务院印发的

《“十三五”国家老龄事业发展和养老体系建设规划》中提出我国老龄事业的发展目标之一就是使得居家为基础、社区为依托、机构为补充、医养相结合的养老服务体系更加健全。可见“医养结合”的养老模式是未来发展的趋势，现今存在的“医养结合”养老主要有以下四种模式。

(1) 医疗机构与养老机构开展合作，通过签订合作协议，开设绿色通道。这种模式的做法是将养老院建在社区服务中心附近，社区卫生服务中心可以定期上门巡诊和急诊处理与及时转诊。该模式简便，形式灵活多样，能有效缓解养老机构“一床难求”的现象，但同时又存在医疗资源管理松散，制度约束不够，效率和业务能力水平低等问题。

(2) 在养老机构内开设医疗机构、康复院、护理院等，养中有医。通过在养老机构内设置卫生室、医务室、门诊部甚至独立医院的方式提供医疗服务，比如山东胶州养老院的卫生室能够提供体检、身体健康监测等服务。该模式的优点是养老效率和质量较高，但缺乏高层次的医疗资源，该类养老机构常常处于“一床难求”的状态。

(3) 医疗卫生服务延伸至家庭社区，社区医生提供家庭巡诊、社区护理、家庭病床等服务。这主要依靠社区卫生服务网络，通过推行家庭医生模式，为社区老人提供上门服务。该模式的特点是服务团队庞大，包括医生、护士、康复师、心理师等多方面人员组成服务团队，主要服务对象是行动不便的老人和空巢老人等，老人们在家就可以获得医疗康复的服务，该模式主要依靠医护人员上门服务，在社区医务人才十分短缺的情况下该模式的运行压力巨大。

(4) 医疗机构开设养老服务，医中有养。现有的医院、社区医疗服务中心，只要有条件就可以开办养老服务。结合当前公立医院改革，原来的医疗机构可以转变成康复医院或护理医院，为周围社区提供综合的、连续的养老医疗服务。该模式的优势是标准化和规范化，但是资源有限，且医院激励机制不够，医生缺乏动力。

在以上“医养结合”的四种模式中，高质量医护资源不足已成为亟待解决的关键问题之一。高速发展的互联网和人工智能技术为支撑“医养结合”运行提供了新的途径，人体健康状态的远程采集和人工智能诊疗云服务等有机的融合新技术为医患之

间和医护人员之间的互动和诊疗过程提供了重要的辅助手段，笔者提出一种以互联网、物联网、人工智能等先进技术为支撑，并由大型医院牵头实现“医养结合”的新养老途径——“医养智慧联动”养老体系。

### 三、“医养智慧联动”养老体系

“医养智慧联动”养老体系将互联网和人工智能与现代老年病智慧诊疗康复技术有机融合形成支撑平台，并与医院、养老机构、社区诊所及家庭构建集散型管理模式，优势互补。区别于一般的“医养结合”方式，该模式以大型医院为主进行诊疗技术牵头介入，其特点是构建一套依托医院链接到集中养老机构并辐射到社区家庭的“康复医护支撑链”，作为养老机构和社区及家庭养老服务链的可持续发展支撑，基于人工智能和互联网实现“康复医护支撑链”与“机构和社区及家庭养老服务链”的有机联动，为解决我国养老问题提供新途径。“医养智慧联动”系统设计图，如图1所示。

在分级诊疗政策、医疗联合体建设等国家相关养老政策的指引下，该系统由拥有丰富医疗资源的大型医院相关科室提供专业的康复指导，以互联网为通信手段实现社区医院和养老机构医护人员的远程诊疗意见交流，结合人工智能、物联网、大数据等先进技术实现医学图像人工智能(AI)辅助诊断，虚拟现实(VR)康复辅助，步态识别辅助康复等应用，获得智能辅助诊疗资料供医护人员参考，减轻相关人员压力，同时提高了养老人员的用户体验，实现一种全方位、多层次、高水准的“医养智慧联动”养老体系。目前通过在浙江省相关医院和养老机构及社区家庭的示范性功能模块预研，已经得到众多专家的好评。

#### (一) 养老大数据规范与应用

随着互联网技术的发展，全国各地涌现出一批养老信息平台，但这些信息平台大多处于刚刚起步的状态，实现的服务内容单一；数据规范各异，难以支撑老年病的诊疗与养护，且缺乏专业性的指导；缺乏统一的标准，各个平台独立工作，数据不共享。

针对这些问题，在医院和养老机构及社区家

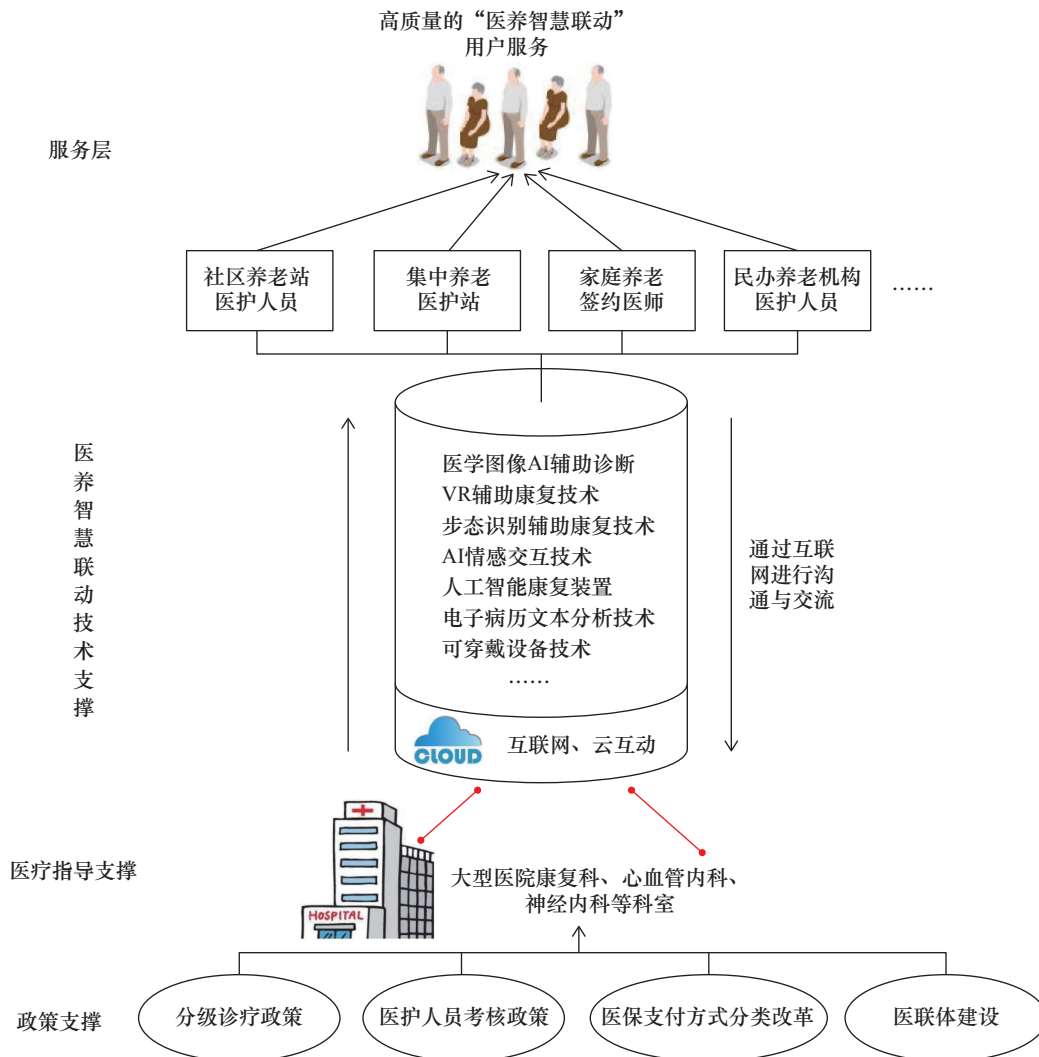


图1 “医养智慧联动”系统设计图

庭共享可信数据和构建安全运行机制就显得十分重要，这是“互联网+益民服务”的重要基础和研究重点。本文提出的“医养智慧联动”养老体系信息数据平台整体架构，如图2所示。

该平台将居家养老、社区养老、机构养老通过互联网和人工智能医护服务连接到一起，并结合基因数据，共享一个由大型医院、养老院以及相关政府职能部门联合构建的养老数据云平台，社保和民政的相关部门在获得许可的情况下可以为该系统数据库提供一些数据信息，同时各个大型医院拥有自己的数据库，它的服务可以辐射一部分社区医院，并且各个家庭通过物联网技术，将由传感器或可穿戴设备获得的数据先送入社区医院数据库中心，若出现异常数据表示老人发生危险情况则发出警报，便于救助人员及时到达，另外老人的身体各项数据

可以送往大型医院康复医疗科以便获得专业的远程康复指导。同时一些养老院可以与医院签署合约，加入该系统平台，获得专业技术支持并提高自身服务质量，更多大型医院的加入还可以扩大整个系统的规模。

## （二）智慧养老诊疗技术运用

本文提出的“医养智慧联动”康复体系是基于利用互联网构建可信安全的数据共享平台的同时，针对老年病的互联网智慧诊疗技术的研究与应用更是重要的技术支撑，将物联网技术、人工智能、虚拟现实等智慧软件技术与医学有机融合，并结合基因技术，渗透到养老康复的各个环节，力求最大化地提升养老康复效率和质量，同时减少人力和时间的成本投入，减轻目前养老模式面临的挑战。亟待

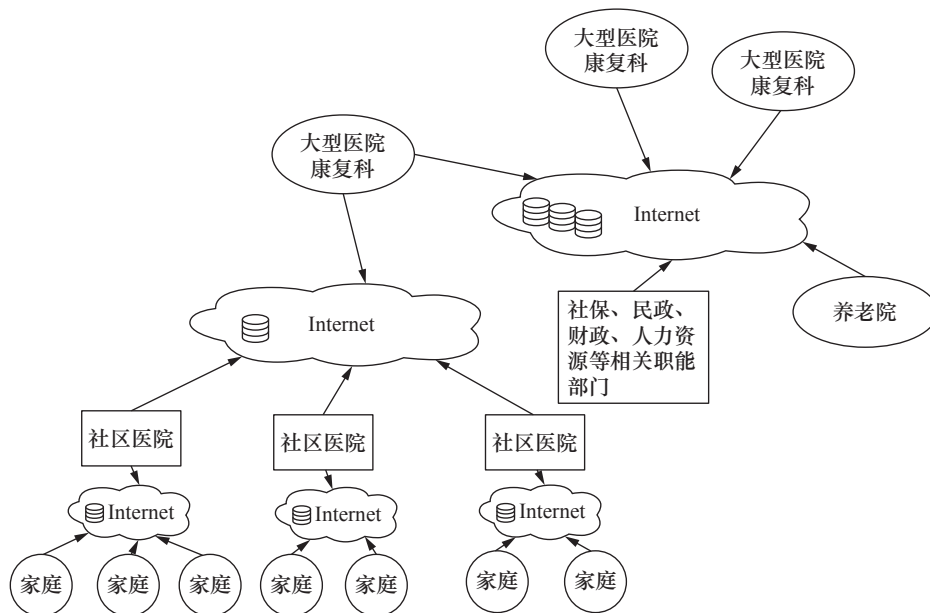


图2 “医养智慧联动” 养老体系信息数据平台整体架构图

研究的老年病的互联网智慧诊疗关键技术主要有以下几种。

### 1. 老年病诊疗和康复中的智慧传感和虚拟现实技术

现有的养老康复手段主要还是为具有运动障碍的老年患者提供运动功能训练：包括肢体的被动运动、主动运动和抗阻运动，以及“作业治疗法”等，这些康复手段一般需要专业的护理人员在场，并且训练过程比较乏味，此时虚拟现实技术的出现可以在康复训练过程中得到很好的应用，合理的虚拟环境的设置及各种形式的信息反馈，可以将繁琐无味的机械性康复训练变得生动形象、趣味盎然。虚拟现实技术在康复中的应用最初集中在对人体肩肘关节的康复训练，随着数据手套及其他手部传感设备的发展，基于虚拟现实的手功能康复训练系统也取得了很大发展。

罗格斯大学开发了一套名为 Rutgers Arm II 的康复训练系统 [3]，该系统由红外线视觉跟踪模块、重力模块和基于个人电脑的虚拟现实游戏模块组成，对患者手眼的协调能力、手臂的运动速度、手掌的握力与控制力、手臂的耐力和肩关节的运动范围进行训练。美国芝加哥康复中心 Connelly 等 [4] 设计了一种与虚拟现实相结合的气动数据手套 (PneuGlove)，以头盔显示器作为显示装置，呈现出立体 3D 的效果。患者通过数据手套控制虚拟手在规定的时间内抓住并释放在虚拟环境中随机出

现的物体，从而实现对患者手腕关节与掌指关节屈伸运动的训练。利用此系统对两组脑卒中患者的 Fugl-Meyer 评估表明，虚拟现实技术能明显提高患者的康复效果。

随着我国 4G 和 5G 等技术的高速发展，研究基于互联网云服务的老年病智慧传感和虚拟现实诊疗软硬件技术不仅是在科学上有重要的创新，同时也对我国养老事业的发展具有重要的促进作用。

### 2. 老年病机器人辅助康复技术

因脑卒中等疾病造成的肢体运动功能障碍患者是老年人的多发病，如具有静止性震颤、动作迟缓及减少的帕金森患者，除了传统的由物理治疗师来进行肢体训练外，智能康复机器人辅助诊疗技术也具有重要的研究意义和应用价值。而现有的康复手段还是需要专业的护理人员在场参与一些器械参数的调整，而运用互联网技术与机器学习算法能够实现康复的远程监控，对于减少人力成本与提高康复效率有积极意义。

如可实现单关节和多关节运动的 5-DOF 穿戴式上肢康复机器人的控制新方法 [5]，该机器人利用偏瘫患者的健肢运动的表面肌电信号 (sEMG) 驱动康复机械臂辅助患者的患肢实现康复训练。利用神经网络算法建立模型获得表面肌电信号与上肢康复动作之间的关系。针对帕金森患者康复的防震颤手环，腕带设置有脉冲电极，用于产生电刺激脉冲传递至帕金森患者手部的桡神经以抵消帕金森患者

的手部震颤 [6], 有明显的辅助治疗效果。但需经常到医疗机构根据患者情况进行调整。

基于我国互联网平台高速发展的优势, 研究基于互联网云远程测控调整服务的老年病机器人辅助康复技术, 在康复训练过程中利用多种传感器获取患者生理信息, 如心率、肌电、肌张力、呼吸、血压等, 通过蓝牙发送到控制端, 控制端将信息通过传输层网络传入云端数据库, 经过数据处理后康复医师会根据数据进行康复机器人控制参数的远程调整 [7]。特别是利用摄像头或者传感器, 如惯性传感器、六轴传感器等, 以及机器学习分类算法, 如 SVM [8]、神经网络 [9]、深度学习 [10] 等可以研究步态, 步态障碍发生在关节或脊柱关节炎 (肌肉骨骼系统扭曲的患者) 以及在中枢神经系统残疾中风后的患者中, 通过远程机电一体化测控并与现场养护人员及时联动, 并结合中医药的慢性病诊治传统优势, 有效提高诊疗和养护的服务质量, 更能充分体现“医养智慧联动”的有效性和必要性。因此, 基于人工智能云服务的老年病机器人辅助康复技术具有重要的研究和应用价值。

### 3. 人工智能与光机电生物效应综合辅助诊疗技术

帕金森病 (PD) 是一种常见的神经退行性疾病, 在西欧的发病率约为 4%, 近年来随着国内人口老龄化趋势增强, PD 跃居中老年杀手第三位。帕金森病的诊疗问题主要包括早期临床很难诊断, 被医生发现时往往已经比较严重, 而且治疗药物的“蜜月期”短, 副作用大, 基于可穿戴设备和远程人工智能云服务的帕金森病患者早期辅助诊断是一项具有重要现实意义的研究工作。在帕金森病的康复方面, 脑深部电刺激 (DBS) 是一种通过立体精确定位, 在脑内特定的靶点植入刺激电极进行电刺激, 从而达到治疗目的的一种新方法。医师通过临床测试各种刺激参数的不同组合来确定深部刺激的最佳设置, 但是选择最佳刺激参数不仅难度大并且时效性明显, 需要经常调整 [11], 合理运用传感器和机器学习技术能够方便调整电针参数, 提高术后康复质量与效率。

基于可穿戴设备和远程人工智能云服务的帕金森患者深部脑刺激诊疗技术的深入研究就具有重大意义, 这方面的研究主要包括以下两方面内容。

一方面研究人工智能在远程利用可穿戴设备辅助医生进行最优化的脑部深度刺激手术所需的参

数, 以及对患者术后进行远程电和光信号脑部深度刺激参数调整及药物调整等康复管理, 这对于医院和社区及家庭的术后康复具有重要意义。

另一方面利用激光器和人工智能技术进行大深度无损伤显微成像和神经刺激研究及应用也极具现实意义。Gradinaru 等 [12] 利用光遗传学探究 PD 疾病的神经环路, Moore 等 [13] 采用光和超声两种方法刺激皮层引起皮层神经元电信号的产生来改善患者的运动状况 [14], 结合互联网和人工智能远程调控技术, 能更有效深化研究和在康复中推广应用。特别是现有的电刺激或光刺激均需要打开患者或模式动物的颅骨, 大多数还需要将电极或光纤插入脑组织中, 产生较大范围的损伤。因此, 探索一种微创的方式只对皮层进行刺激, 而不是大脑深部的纹状体, 并且通过对脑皮层刺激的优化, 达到无创或者微创信息脑皮层直接输入, 有望实现脑机双向高速通信和人工智能自适应优化, 结合皮层脑电信号和运动皮层对骨骼肌的调控作用, 实现有效调节躯体外骨骼的运动, 帮助有运动障碍的人重新获得自由运动的能力, 不仅在诊疗技术上有重大创新, 并能为 PD 患者的治疗提供一种更可靠、损伤更小的新技术, 国内外在这方面的研究都是刚刚启动, 作为应用基础研究, 能对互联网养老康复服务提供重要的支撑。

### 4. 互联网医生培训与评价系统

由于目前社区医院和养老机构中医护人员培训与晋升较困难等因素, 使得吸引高层次医护人员并提高基层医疗服务水平成为我国养老体系建设中亟待解决的重要问题, 在“医养智慧联动”养老体系中, 利用互联网人工智能辅助支撑社区医院与养老机构医生和签约家庭医生及乡村医生等基层医护人员的诊疗业务培训与专业考评, 能充分调动基层医生积极性并提高相关人员医疗服务能力与诊疗质量, 有助于解决基层医疗存在的现实问题。因此, 在研究系列远程智慧辅助诊疗技术的同时, 研究基层医护人员通过互联网与人工智能云服务和医学专家的互动及培训评估技术也具有重要的现实意义。同患者沟通、与医学专家或人工智能的咨询分析诊断病症过程、诊疗康复参数等具体过程数据均可以在信息平台中记录, 在确定疗效后还可通过自学习不断丰富和完善人工智能数学模型。在基层实习医生的工程及培训过程中, 可以充分利用这些独特的高层次

医学资源,同时这些数据在医生职称评估时还可作为一项重要的参考,这对于调动医生的积极性,改善医院激励机制具有重大作用。

#### 四、结语

本文提出一种以大型医院为主要诊疗技术主导,结合互联网人工智能技术支撑的“医养智慧联动”养老模式,一方面,拥有丰富医疗资源的大型医院的统筹加入可以引领互联网康复养老的诊疗技术和质量的提升,使患者获得更专业的康复养老指导;另一方面,互联网信息体系的建立使信息得到专业级联动共享,结合基因和数据规范及转换的云技术,并将人工智能云服务与虚拟现实、可穿戴智能设备、现代5G移动通信技术、光机电生物效应治疗、中医药慢性病综合康复、机器人辅助诊疗等多种先进技术融合到老年病的诊疗过程及管理之中,作为各级养老康复机构医护人员诊疗水平的重要支撑,技术与管理优势互补,对于提升我国社会养老益民服务质量和构建幸福社会具有重要意义。

#### 参考文献

- [1] 顾国爱. 从医疗机构与养老机构现状谈医养结合的发展路径[J]. 商业经济研究, 2016 (6): 112-114.  
Gu G A. Discussion on the development of the combination of medical and care from the standpoint of medical institutions and aged care institutions [J]. Journal of Commercial Economics, 2016 (6): 112-114.
- [2] 周悦, 崔炜. 人口老龄化背景下的养老机构标准化探索——基于北京四季青敬老院的标准化实践[J]. 标准生活, 2010 (12): 90-91.  
Zhou Y, Cui W. Research on the standardization of pension agency under the background of aging population based on the standard practice of Beijing Sijiqing nursing home [J]. Standard Living, 2010 (12): 90-91.
- [3] Burdea G C, Cioi D, Martin J, et al. The Rutgers Arm II rehabilitation system—A feasibility study [J]. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2010, 18(5): 505-514.
- [4] Connelly L, Jia Y, Toro M L, et al. A pneumatic glove and immersive virtual reality environment for hand rehabilitative training after stroke [J]. IEEE Transactions on Neural Systems and Rehabilitation Engineering, 2010, 18(5): 551-559.
- [5] 王东岩, 李庆玲, 杜志江, 等. 5DOF 穿戴式上肢康复机器人控制方法研究[J]. 哈尔滨工业大学学报, 2007, 39(9): 1383-1387.  
Wang D Y, Li Q L, Du Z J, et al. Research on the control method of 5DOF wearable upper body rehabilitation robot [J]. Journal of Harbin Institute of Technology, 2007, 39(9): 1383-1387.
- [6] 张贯京, 陈兴明, 葛新科, 等. 用于减轻帕金森病患者手部震颤的智能手环: 中国, CN206434707U [P]. 2017.  
Zhang G J, Chen X M, Ge X K, et al. Smart bracelet for reducing hand tremor of patients with Parkinson's disease: China, CN206434707U [P]. 2017.
- [7] 王楠. 基于物联网的远程康复训练机器人系统[D]. 南京: 东南大学(硕士毕业论文), 2012.  
Wang N. Internet of things(IoT) based remote rehabilitation training robot system [D]. Nanjing: Southeast University (Master's thesis), 2012.
- [8] 陈鹏, 涂亚庆, 童俊平, 等. 可穿戴式跌倒检测智能系统设计[J]. 传感器与微系统, 2017, 36(2): 114-116.  
Chen P, Tu Y Q, Tong J P, et al. The design of wearable fall detection intelligent system [J]. Transducer and Microsystem Technologies, 2017, 36(2): 114-116.
- [9] 裴利然, 姜萍萍, 颜国正. 基于支持向量机的跌倒检测算法研究[J]. 光学精密工程, 2017, 25(1): 182-187.  
Li L R, Jiang P P, Yan G Z. Research on fall detection algorithm based on support vector machine [J]. Optics and Precision Engineering, 2017, 25(1): 182-187.
- [10] 赵斌, 鲍天龙, 朱明. 基于图像语义分割和CNN模型的老人跌倒检测[J]. 计算机系统应用, 2017, 26(10): 213-218.  
Zhao B, Bao T L, Zhu M. Fall detection of the elderly based on image semantic segmentation and CNN model [J]. Computer Systems & Applications, 2017, 26(10): 213-218.
- [11] Patel S, Hester T, Hughes R, et al. Processing wearable sensor data to optimize deep-brain stimulation [J]. IEEE Pervasive Computing, 2008, 7(1): 56-61.
- [12] Gradinaru V, Deisseroth K. Optical deconstruction of parkinsonian neural circuitry [J]. Science, 2009, 324(5925): 354-359.
- [13] Moore M E, Loft J M, Clegern W C, et al. Manipulating neuronal activity in the mouse brain with ultrasound: A comparison with optogenetic activation of the cerebral cortex [J]. Neuroscience Letters, 2015 (604): 183-187.
- [14] Drouot X, Oshino S, Jarraya B, et al. Functional recovery in a primate model of Parkinson's disease following motor cortex stimulation [J]. Neuron, 2004 (44): 769-778.