



中华人民共和国科技部
国家重点研发计划课题
(2017YFC1308500/4)

康复医学“从”系列

卒中云康复

——从人工智能到远程康复

屈 云 / 主编



四川大学出版社

卒中云康复

——从人工智能到远程康复

主 编 / 屈 云

副主编 / 符 俏 蒋鸿杰 万春晓

董 梁 刘思佳 刘勇国

编委（按音序排序）

董 梁（汕尾理工学院/华南师范大学汕尾校区）

都天慧（惠州市中大惠亚医院）

符 俏（海南省人民医院）

蒋鸿杰（浙江大学医学院附属第一医院）

李朝健（海南省人民医院）

刘思佳（四川大学华西医院）

刘勇国（电子科技大学）

马 睿（兰州大学第二医院）

孟 琳（厦门弘爱康复医院）

牟 进（自贡市第四人民医院）

屈 云（四川大学华西医院）

万春晓（天津医科大学总医院）

王静静（四川大学华西医院）

王婷婷（四川大学华西医院）

叶珍丽（四川大学华西医院）

赵科洪（四川大学华西医院）

赵紫岐（四川大学华西医院）



四川大学出版社

项目策划：许 奕
责任编辑：许 奕
责任校对：谢 瑞
封面设计：墨创文化
责任印制：王 炜

图书在版编目（CIP）数据

卒中云康复：从人工智能到远程康复 / 屈云主编
— 成都：四川大学出版社，2021.4
（康复医学“从”系列）
ISBN 978-7-5690-2312-1
I. ①卒… II. ①屈… III. ①脑血管疾病—康复
IV. ①R743.309
中国版本图书馆CIP数据核字（2021）第046786号

书名 卒中云康复——从人工智能到远程康复

主 编	屈 云
出 版	四川大学出版社
地 址	成都市一环路南一段24号（610065）
发 行	四川大学出版社
书 号	ISBN 978-7-5690-2312-1
印前制作	四川胜翔数码印务设计有限公司
印 刷	郫县犀浦印刷厂
成品尺寸	170mm×240mm
印 张	10.5
字 数	200千字
版 次	2021年4月第1版
印 次	2021年4月第1次印刷
定 价	69.00元

版权所有 ◆ 侵权必究

- ◆ 读者邮购本书，请与本社发行科联系。
电话：(028)85408408/(028)85401670/
(028)86408023 邮政编码：610065
- ◆ 本社图书如有印装质量问题，请寄回出版社调换。
- ◆ 网址：<http://press.scu.edu.cn>



四川大学出版社
微信公众号



脑卒中是常见病、多发病，具有“高发病率、高死亡率、高致残率、高复发率”的“四高”特征。虽然现代脑医学不断进步，大幅度提高了脑卒中患者的临床治愈水平，但许多患者或轻或重地会残留运动、语言、认知等方面的致残性后遗症，影响其生活质量，给个人、家庭和社会带来沉重负担。给予这些患者及时、合理、有效的神经康复，帮助其改善脑卒中后的神经功能损伤状态，提高其生活质量非常重要和必要。

随着大数据及人工智能的不断发展，传统康复理念也在不断地更新。基于此，我们将大数据与人工智能这一前沿科技融入传统的脑卒中康复，承担并启动了“基于脑机接口的脑血管病主动康复技术研究及应用”这一国家重点研发计划项目，经过将近四年的创新研发，取得了一系列丰硕的成果。其中，由四川大学华西医院康复科屈云教授负责的课题“脑血管病运动与认知康复体系管理”在脑卒中康复的大数据管理及云康复方面做出了诸多重要贡献。

今喜闻屈云教授及其团队与国内诸多知名

康复中心、神经康复大家合作完成《卒中云康复——从人工智能到远程康复》这一著作，倍感欢欣。这是一项将康复医学与现代人工智能有机融合的成果，兼具传统神经康复理念与现代智慧医疗的优势，突出了云康复在脑卒中诊治中的实用性与先进性，也是我们这一国家重点研发计划项目的重要成果。作为现有为数不多的智能康复类书籍之一，该著作在总结经验的同时，必然有助于推动我国智能化主动康复技术的不断创新与成熟。

最后，非常感谢本书所有编著者的辛勤付出。我也将此书推荐给大家，希望此书能帮助大家更好地了解云康复这一前沿理念，并有助于提升脑卒中患者的神经功能康复水平，推动我国神经康复的进一步发展。

中华医学会神经外科分会常委兼脑血管学组组长
浙江大学脑医学研究所所长
浙江大学医学院附属第二医院神经科主任

张建民

2021年2月



2008年5月12日，四川省阿坝州汶川县发生里氏8.0级大地震，造成大量人员死亡、受伤、失踪。2013年4月20日，四川省雅安市芦山县发生里氏7.0级地震，同样造成大量人员死亡、受伤、失踪。笔者作为地震伤员医疗专家组成员兼直升机空降地震伤员救援队队长、灾后重建医疗队队长，多次带队奔赴灾区，在地震灾区长期开展灾后伤员的救治及医疗重建工作。在地震灾区救治过程中，笔者发现患者伤情复杂、人难治，条件艰苦、路难行。一个沟壑、一个峰脊，往往就是数个小时或数十个小时的行程。参与救治的医务人员往往感叹：救治10分钟，路行数十里。大部分野外医疗救治时间是花在路途上，多希望能有远程医疗干预手段。

实际需求就是科研动力。笔者从2008年5月到2009年2月，在参加震后伤员康复督导、卫生下乡和基层全科医师康复培训班等活动中，对四川省广元市、雅安市、德阳市、绵阳市、都江堰市、自贡市、南充市等地参加康复

医学学习的乡、镇卫生院医务人员进行了远程康复需求相关的问卷调查。2009年我们课题组正式立项“远程康复”“人工智能医疗”，完成可行性分析及门诊患者和住院患者的远程康复需求调查。2012年完成康复操作数字化研究伦理审查并外签合同研究远程康复设备。2013年完成远程运动康复设备定型研发。2014年完成远程康复设备的鲁棒性、安全性、便利性研究。2015年完成远程康复设备的有效性研究。2016年远程康复设备获得相关证书并上市销售。2017年获得国家重点研发计划课题“脑血管疾病运动与认知康复体系管理”(2017YFC1308504)专项经费资助并进行全国推广。2019年确定云康复理念及全面总结。

人工智能、脑机接口、大数据、远程通信和智慧医学等与康复医学的结合，让传统的医疗手段焕发出勃勃生机。多学科的合作是人们的现实需求，也是学科的发展方向。同时，新技术的发展也一定会让路途沟壑不再是阻碍医疗救治的空间障碍。本书从实用性和先进性出发，较全面地介绍了课题组云康复的基本理论和应用方面的内容。

屈云

2021年1月

目 录

第一章 云康复概述	(001)
一、云康复的背景及目标	(001)
二、云康复的定义	(001)
三、云康复社区服务需求	(002)
四、云康复临床需求	(004)
五、云康复的应用范围	(010)
六、云康复人工智能的内涵	(012)
七、云康复人工智能全体系设计	(013)
八、云康复的人工智能分级标准	(017)
九、云康复的前景	(018)
第二章 云康复三性设计	(020)
一、安全性设计	(020)
二、人性化设计	(025)
三、穿戴性设计	(029)
第三章 远程运动康复的现状、临床实践和研究发现	(035)
一、远程运动康复的现状	(035)
二、远程运动康复的临床实践	(040)
三、远程运动康复的研究发现	(046)
第四章 远程认知康复的现状、临床实践和研究发现	(053)
一、远程认知康复的现状	(053)
二、远程认知康复的临床实践	(058)
三、远程认知康复的研究发现	(063)
第五章 基于云康复的扩展设计	(071)
一、睡眠云康复设计实践	(071)
二、云康复预测体系建设	(076)

三、吞咽云康复设计实践·····	(081)
第六章 云康复相关研究现状与蓝图规划·····	(085)
一、人工智能与康复·····	(085)
二、远程康复的特点、需求、实现的技术以及临床应用进展·····	(109)
三、远程康复的契机与发展·····	(113)
四、远程康复应用的挑战·····	(114)
五、远程康复发展的阻碍和展望·····	(115)
六、运动捕获与识别系统设计·····	(116)
七、经颅直流电刺激(tDCS)在脑卒中康复中的应用进展·····	(131)
八、上肢康复机器人的应用进展·····	(136)
第七章 云康复有效性验证规划·····	(138)
一、云康复验证推广的多中心构架·····	(138)
二、多中心研究设计·····	(140)
三、科研合作协议·····	(145)
四、运动云康复数据管理·····	(150)
五、认知云康复数据管理·····	(151)
六、告知页·····	(152)
七、云康复治疗运动处方的内容·····	(155)
八、运动处方优选推荐示例·····	(156)
主要参考资料·····	(158)

第一章 云康复概述

一、云康复的背景及目标

脑卒中（中风）是危及人类生命的重大疾病，具有发病率高、病死率高、致残率高、复发率高的特点。脑卒中患者常会出现不同程度的运动、认知、言语、吞咽等方面的功能障碍，严重影响患者的日常生活活动能力和生活质量。脑卒中治疗费用昂贵，给家庭及社会造成了巨大的经济负担。康复干预是降低脑卒中致残率、提高生活质量的有效方法之一。由于脑卒中患者人数不断增加，专业康复医师及治疗师相对较少，病房资源紧张，患者住院时间短，难以达到全部康复的目的。然而患者在院外受医院距离遥远、交通不便、治疗费用昂贵、医患沟通不便等限制，无法得到充分的康复治疗，其治疗效果不佳。如果患者出院后能接受精确专业的康复指导，那么其功能恢复与在院内相比无明显差异，且费用更低。如何满足患者的康复需求并转化为康复效果是目前亟待解决的问题。

近年来，随着计算机、互联网和无线通信等技术的发展，云康复技术应运而生。云康复在既往传统康复的基础上结合了大数据及云计算技术，能够提供基于云平台的综合康复服务。现在的云康复往往包含人工智能因素，如数据的自动处理、核心算法的研发等，云康复可以为有康复需求而住处偏远的患者提供便利，缓解当前康复资源短缺及分布不均的问题。国内外已有多项研究证实了其有效性，但目前还存在概念模糊及认识不足的问题。

本章通过介绍可替代或辅助常规康复训练的新技术，分析云康复在脑卒中患者康复评定和治疗中的应用情况，总结新时期国内脑卒中患者云康复的现状，进一步探索适合中国国情的脑卒中患者的康复管理模式，旨在为更多的脑卒中患者的长期康复提供基础。

二、云康复的定义

既往的远程康复是通过互联网技术和双向互动通信技术远距离传送康复服务的一种干预方式，需要康复专业人员实时利用电话、E-mail、在线视频、网络留言、录像传送、虚拟现实等多种渠道及其他高科技通信手段与偏远地区或非可视区域的患者或医务人员建立联系，指导患者在家中和社区医疗机构等其他医疗

场所接受康复干预。其标志性公式是“互联网+康复”。这是远程医疗“互联网+医疗”模式的内容，是以医务人员为主导的即时通信指导。

云康复是“人工智能+互联网+康复”，即基于人工智能的远程康复体系，通过包含有智能算法和基本数据库的远程康复设备，在医务人员的辅助下完成远程康复治疗。与既往的远程康复模式不同，云康复是一种以智能化远程设备为主导、医务工作者灵活参与的新模式。云康复是云医疗“人工智能+互联网+医疗”新模式的重要节点，其包括既往患者治疗数据（大数据）、康复医学技术提炼（协定处方）和人工智能的成熟运用（深度神经网络），融合了互联网、大数据、云计算等技术，集多种服务于一体。利用互联网对各类康复数据进行整合、统计及共享，可实现医院、社区和家庭互通互联，改善传统康复服务模式，提高康复服务效率。利用大数据对各类康复数据进行挖掘分析，可在康复需求的评估、康复服务的决策、康复资源的管理、康复过程的监控等方面发挥重要作用。云计算则将资源虚拟化，统一存储于互联网的“云端”，从而建成大型数字化康复云资源库，突破时空限制，实现资源共享。云康复更强调模块化、循证证据和数据库的充分利用，能最大限度地减少由个体导致的失误性操作。同时，随着以云计算为主的“云智慧”智能化程度的逐步提高，医务工作者可从既往参与的重复性工作中解放出来，更多地关注创造性工作。

云康复设备的硬件包括两个终端（患者+医生）、传感器、云服务器（数据库+云计算）。终端仅由一台电脑或手机、互联网、摄像头和交互设备就可以为患者提供治疗，具有实时性、交互性和灵活性等优点。云康复有一套完整的智能评估与治疗的康复程序，能够根据患者的需要，在线评估并推送康复指导建议，实时监督患者的康复过程，记录患者的康复数据，搭建患者、家属与康复医师之间的沟通、反馈、随访平台。因为康复治疗是一个长周期过程，云康复是开展社区康复和家庭远程康复的最佳模式，能够降低康复治疗成本，节约医疗资源，并提高康复治疗质量，协助患者恢复基本功能并重返正常生活，具有重要的经济和社会价值。同时，灵活的在线指导方式可以充分利用医护工作者的时间，大大提高其工作效率，也有利于医护工作者对实际康复过程中的治疗质量进行管理，为传统康复服务模式的改善提供了新思路。

（王婷婷）

三、云康复社区服务需求

汶川大地震半年后，多数四川省内的震后伤员已经离开了专门建立的省市两级地震伤员康复医疗点，进入社区医疗服务网络。四川省内社区医疗服务网中，康复服务网络是否能够为相关伤员的后续康复提供条件，关系到他们今后回归社会的生活质量。为此，我们针对基层（乡、镇卫生院）医务人员对云康复的需求

做了相关调查。

我们通过小组讨论和专家咨询拟定问卷条目,再通过专家咨询和预调查修订问卷,最终确定了个人一般情况调查、从事临床工作专业调查,同时将康复认识、影响康复因素、基层康复需求、学习康复途径等4个方面作为调查项目。采取封闭式问卷调查设计,在每次康复专题讲座前发放问卷。进行现场指导,告知被调查者填写问卷的目的和方法。现场指导填表,被调查者自愿上交所填表格。

2008年5月至2009年2月,在参加震后伤员康复督导、卫生下乡和基层医师康复培训班等活动时,我们对四川广元、雅安、德阳、绵阳、都江堰、自贡、南充等地参加康复医学学习班的乡、镇卫生院医务人员进行了相关的问卷调查。

共发放调查问卷274份,回收274份,回收率100%。其中男性183人,女性91人。年龄22~58岁。我们发现参与调查人群中,所有单位均没有治疗师和专科康复医师。同时,虽然自认为对现代康复医学非常了解和一般了解者约占总被调查者的81.39%(4人和219人),不了解者约占18.61%(51人),但是在对康复医学基本概念的调查中,我们发现认为现代康复医学包括物理治疗(PT)和作业治疗(OT)的仅仅占43%,认为主要是针灸和按摩的占36.17%,认为是疾病治疗后回家休息的占18.5%,知道假肢和言语治疗属于康复医学的占11.8%。将被调查者按年龄分组,发现年龄越小,自认为对康复医学越了解的占比越大,但是40岁以上和40岁及以下被调查者对康复医学的基本概念认知无明显差异。这说明康复医学知识的缺乏是普遍现象,更不要说能提供一定水平的康复服务了。

对是否需要现代康复治疗技术的调查显示,很认可康复医学服务,同意基层非常需要康复服务者有225人,占比超过82%;认为基层对康复服务有一般需要的占17.9%(49人)。故所有参与调查的基础医务工作者均认为康复服务在基层有需求。

针对最希望通过哪些方式学习现代康复医学知识的调查显示,其希望学习途径按照比例分别为在职培训133人(约48.5%)、书本杂志111人(约40.5%)、学校传授28人(约10.2%)、其他2人(约0.7%)。

技术和资源是制约社区康复医学发展的主要因素。本次调查显示,目前基层医疗服务体系中极度缺乏康复专科治疗师和康复医学科医师,究其原因,是我国现代康复医学教育规模太小,还不能满足日益增长的康复需求。同时,基层医务人员学习途径受限、学习时间不足、学习经费匮乏等因素,也限制了康复知识的推广。

建立云康复医学网络系统迫在眉睫。在基层医疗机构推广现代康复医学服务,提供基于人工智能的康复医学云服务不但是基层医务人员的需求,也是真正落实预防残疾、残疾人康复、医疗和保健等卫生服务的必然要求。社区医疗对康

复的需求是康复医学普及的基石。调查发现,在社区卫生服务中开展康复治疗为所有参与调查的医务人员所重视,绝大部分被调查者都愿意转诊患者参与康复治疗。随着人民群众康复需求的大量释放,急需建立云康复医学网络系统,促进国家医疗体系的完善。

现代康复医学在我国的发展是一个渐进的过程。在社区医疗中康复医疗具有其他医疗手段不可替代的重要作用。要让更多的病、伤、残患者能够享受康复医疗服务,并获得群众的认可,要求康复系统,特别是云康复系统更加完善。

(屈云)

四、云康复临床需求

(一) 康复医学发展现状

康复医学(Rehabilitation Medicine)与保健医学、预防医学、临床医学并列,是基于现代医学新模式和健康新概念发展起来的一门新兴医学应用学科。康复医学科是卫生部规定的12个临床一级学科之一。它是在康复医学理论指导下,应用康复评定和物理治疗、作业治疗、传统康复治疗、语言治疗、心理治疗、康复工程等康复医学的诊断和治疗技术,与相关临床科室密切协作,着重为病伤急性期、亚急性期、恢复期的有关躯体、内脏器官、脑高级功能和心理功能障碍的患者以及重症、复杂和疑难的残疾患者,提供全面和系统的康复医学专业诊疗服务,并作为区域性康复医学资源中心为所在社区卫生服务网络提供康复医学技术咨询、培训,为所在区域功能残障患者提供康复治疗技术指导的科室。康复医学科的服务宗旨是预防和改善各种疾病、损伤、畸形等导致的影响患者生活能力和生活质量的功能障碍。其主要范畴包括神经损伤及疾病康复(脑血管疾病、脑损伤、脊髓损伤、外周神经损伤、神经系统变性疾病、神经系统脱髓鞘疾病等)、骨与关节伤病康复(骨关节伤病围术期、骨性关节炎、脊柱伤病、骨折、截肢、软组织损伤、运动性损伤、先天畸形等)、内脏疾病康复(冠心病、高血压、心功能不全、阻塞性肺疾病、糖尿病等)、老年康复(帕金森病、骨质疏松症、老年痴呆等)、儿童疾病康复(脑性瘫痪、智力发育迟滞、孤独症等)、疼痛处理等。二级以上综合医院应设置1996年卫生部发布的《综合医院康复医学科管理规范》(卫医发〔1996〕第13号)(以下简称《规范》)规定的康复医学科,并开展《规范》要求的康复医学诊疗工作。一般情况下,综合医院康复医学科以开展神经疾病康复、骨与关节伤病康复为主,内脏疾病在相应的内科治疗。

康复医学始于战争,发展于灾难。我国现代康复医学事业自1982年发轫并取得长足发展。2008年5月12日,中国四川省汶川县发生里氏8.0级大地震。汶川大地震后,数以万计的幸存者遗留永久性残疾(如截瘫),需要长期康复医疗服务,幸存者在震后还会出现许多新的健康问题(如高血压、抑郁症、心脑血管

管疾病等),需要进行康复治疗,这催生了巨大的康复需求,康复医学科也越来越受到公众的重视,地位凸显。这场灾难使国家和社会认识到,康复医学科对于患者治疗后的功能恢复起到重要作用,康复训练的质量直接关系到患者恢复度。

随着我国社会经济发展和医学科学进步,医学模式、疾病谱和健康观念发生转变,治疗要求不再局限于延长生命,而更重视功能恢复、社会参与能力恢复及生存质量提高,加上对残疾的认识不断深入,社会和患者不断提高对康复医学的期望。康复医学的重要性日益凸显,成为衡量国家精神文明和物质文明发展水平的一个标志。与之同时,我国60岁以上老年人口占到人口总数的10%,还有8300万残疾人和2.7亿慢性病患者,康复需求巨大。

社会关注度急剧提升以及巨大的康复需求成为中国康复医学发展的推动力,国家对康复医学的发展日益重视。近年来,中央政府的政策也落到了实处,加大了对康复医学领域的投入。2010年偏瘫治疗等9项康复医疗服务项目纳入城镇职工、城镇居民医疗保险和新型农村合作医疗保险。2012年卫生部相继出台了《综合医院康复医学科建设与管理指南》《康复医院基本标准》《“十二五”时期康复医疗工作指导意见》,尤其是《中共中央国务院关于深化医药卫生体制改革的意见》提出注重“预防、治疗、康复”三者的结合,落实将康复医疗项目纳入基本医疗保险体系的一系列措施,极大地规范和促进了康复医学的建设和发展。

(二) 康复限制因素

虽然康复医学在我国已经取得了一些成果,但是相比于发达国家仍存在不小的差距。限制康复医学在我国发展进步的因素有很多,可以从国家层面、社会层面和个人层面来进行分析阐述。

1. 国家层面

在国家层面考虑,康复治疗项目大部分未纳入医保成为康复医学发展的最大限制因素。我国虽然已经在康复医学的发展上推行了很多政策,部分地区、部分项目纳入基本医保支付,但这仍然不够。患者在门诊或住院的康复治疗,仍有大部分项目还未被纳入医保。这带来的负面影响是多层面的。从患者的角度分析,不被纳入医保的康复治疗项目可能会因为昂贵的治疗费用而被患者放弃,患者极有可能因为没有接受全部的康复治疗计划而无法实现最佳预后。从医院的层面分析,康复治疗项目不纳入基本医保,医院会认为康复医学科是无利可图的,就不愿加大对康复医学科的投入和建设。最终造成患者想进行康复治疗又没有能力支付费用而放弃治疗,医院想投入又害怕没有患者而不敢投入,以致我国各个医院的康复医学科建设不成规模,限制了康复医学科的发展,不适应我国康复医学发展的需求。

2. 社会层面

(1) 康复单位建设不足。现代康复医学在市、县级医院得不到重视,导致我国的下级医院、社区医院以及私立正规的康复中心的数量是极少的。康复医院的数量在2017年有552家,其中,城市378家,农村174家;按照性质划分,公立152家,其中国有132家,集体23家。相对于国内巨大的康复需求来说,这个数量是不够的。患者常为了寻求康复治疗而前往拥挤的上级医院,奔波求医对于失能及功能障碍者也是一种负担。门诊及住院的康复患者过多,也为上级医院的康复医师、治疗师、康复护士带来了巨大的工作负担。如果我们拥有足够多的社区康复中心,那么许多轻症门诊患者以及许多住院或术后处于后期康复阶段的患者完全可以通过社区或家庭康复解决功能问题。康复医学科患者大多治疗周期长,而下级医院及社区对康复单位的建设直接关系到患者复康训练的连续性,并影响患者的康复疗效,进而直接影响康复医学的发展。

(2) 康复场地与设备不足。康复患者需要足够的场地进行运动训练,安静的环境进行认知训练、语言训练等,对环境有一定的要求。除此之外,现代康复技术的许多环节也需要康复设备的支撑。康复医学有许多评估与治疗设备,如步态分析设备、CPX设备(心肺运动试验设备)、平衡大师等评估设备,以及多种物理因子设备、站立床等治疗设备,均为患者带来了更准确的评估与更有效的治疗。但许多康复单位尤其是下级康复机构没有足够的场地与床位,缺乏专业的康复评估与治疗设备,导致患者的评估不准确、治疗效果不佳。

(3) 康复人员数量不足及质量不佳。最新调查显示,我国残疾人的数量已达8500多万,需要康复治疗介入的人数更是多达6800万。由于我国的人口老龄化趋势,在2015年,具有康复需求的老年人已达到4063万人。但目前我国康复医师与基本人群的比例约为0.4:10万,而发达国家该数据则达到5:10万,两者相差巨大。如果按照国家卫生健康委员会要求,我国二、三级医院共需要康复医师5.8万人、治疗师11.6万人,需要社区综合康复人员90.2万人,远远超过现有康复人员数量,存在巨大的人才缺口。而在我国,开设康复治疗学的本科院校不到100所,每年的毕业生(含康复医师及治疗师)仅有1万名左右,每年为社会输送的康复治疗人才远远不能满足社会的需求,硕博学历人才更是稀缺,甚至有许多康复从业人员没有学过相关课程。康复从业人员的数量和质量与患者的治疗效果息息相关,与康复医学未来的发展相辅相成。我国康复教育体系仍需不断完善。

(4) 地区间发展不平衡。目前康复医学的发展呈现明显的地区间不平衡。沿海地区、一线城市以及打开了康复新局面的西南地区的康复医学发展形势较好,发展较快,并呈持续上升趋势。而东北地区、西北地区以及中小城市及区县的康复医学形势不明朗,发展较慢,一直没有找到发展突破口以及发展机遇。区县以

及中小城市具有更多的康复需求，需要更多的康复资源。需求与资源的不适配会导致康复医学不能得到部分患者的认同，使其发展受阻。

3. 个人层面

从个人层面考虑，患者、其他科室的医生对康复医学的认知与误解也在一定程度上影响了康复医学的发展。很多患者及其他科室的医生仍存在“康复=推拿+针灸”的陈旧认识，不清楚现代康复医学已经可以解决患者在运动、认知、心肺、言语等多个方面的功能障碍，能够大大提升患者的生活质量。应该寻求正确康复介入的患者没有找到康复医学科，反而去不正规的“推拿馆”或其他科室寻求帮助。可以与康复医学科合作的其他科室，也没有与康复医学科共同会诊，多学科相结合来处理病患，使患者得到更好的治疗效果。相信消除人们对于康复医学的误解后可以打破康复医学发展的桎梏，创造崭新的发展天地。

那么，怎么消除目前康复医学的限制因素呢？伴随互联网与人工智能的快速发展，云康复应运而生。云康复就是我国在康复医学发展这一问题上上交的最好答卷。云康复将用其远程化、云平台与大数据消除绝大部分在社会层面上限制康复医学发展的因素，如康复单位建设不足、康复人员数量不足及质量不佳、地区间发展不平衡等，为患者带去福音。

（三）康复问卷调查结果

云康复目前还未广泛应用于临床，那么康复从业人员对目前的云康复设备的使用满意度如何呢？他们对云康复的认识又如何呢？他们认为云康复未来适合怎样的发展模式呢？带着这些问题，以国家科技部重大专项课题——基于脑机接口的脑血管病主动康复技术研究及应用为背景制定调查问卷，多中心调查了60余省、市属的135家医疗单位及公司的康复从业人员，其中三级甲等医院47家，三级乙等医院14家，二级医院26家，一级医院19家，社区及未评级的单位29家；公立单位89家，私营单位46家，公私兼顾。共收取有效调查问卷140人次，参与人员包括各级单位的康复医师、治疗师、康复护士。

1. 康复从业人员对云康复的认识

为探究康复从业人员对云康复的优势、必要性、影响等的认识，我们设计了以下问题进行调查。

以8个问题探究云康复的优势。参与人员认为与传统康复治疗相比云康复适合居家的有95.45%，便利性更优的有84.85%，更节省人力的有78.78%，更能帮助患者学习康复知识的有74.24%，治疗疗效更优的有65.16%，省时性更优的有56.06%，治疗安全性更优的有54.54%。但是只有16.67%的参与人员认为云康复的治疗费用大大低于传统康复，24.24%认为略低于传统康复，25.76%认为与传统康复相同。由此可见，康复从业人员对于云康复的居家性、

便利性、省人力、帮助患者学习康复知识及治疗疗效给予了肯定，但是对于云康复是否具备省时性、治疗安全性以及省费用性存在异议。原因可能在于：与传统康复相比，患者对云康复不甚熟悉，在操作上还不够熟练，所以对于患者而言，并没有感受到云康复省时性这一优点。由于患者情况各有不同，云康复的大数据平台还未累积足够多的数据，其自动化程度不足，需要治疗师手动选择或导入治疗处方，所以对于医务人员来讲，其省时性也没有较好地体现。对于云康复的安全性这一优势的异议，医务人员的担忧主要是，云康复未来的大趋势是用于患者居家或在社区使用，患者居家或社区云康复是没有专业人员在身边保障患者的安全的，以目前云康复的设计来看，它欠缺能够保障患者安全的软件、硬件及随访策略。那么，如何保证患者在远程康复中的安全？

软件上：①在患者使用云康复前，医务人员应对患者进行安全评估，如患者经评估独自操作系统的安全性差，应考虑陪同治疗或放弃云康复。②对患者及家属进行全面的操作和应急宣教，发放相关文本或视频操作应急手册，对于老年或认知状态不佳的患者，有必要的情况下应考虑先院内指导数次，确认无误后再让患者居家治疗。③在患者使用云康复的过程中增加安全提示。

硬件上：①在云康复使用过程中通过蓝牙对患者进行生命体征实时监测（心率、血压、血氧饱和度），若数据异常，及时反馈给治疗师，治疗师可远程控制停止治疗并及时联系患者了解详细情况。②在设备上增加摄像头，患者可在评估及治疗阶段自愿打开摄像头，方便治疗师实时进行视频监测。

在随访方面：医务人员应定期家庭到访或电话随访，接收患者对云康复使用的反馈信息，了解是否有不良事件发生。

还有近一半康复从业人员不认同云康复的省费用性，主要原因可能是云康复目前还未进行市场定价，而未来云康复引进定价与系统使用定价均应与患者所处的当地经济相关，体现省费用性优势。

为了探究云康复在解决患者的认知功能障碍与运动功能障碍上是否兼具必要性，针对云康复的认知系统及运动系统我们均设计了3个问题。结果显示，康复从业人员认为认知系统能使患者更好地融入社会的有96.97%，认为其是患者急需的治疗措施的有80.3%，认为其是临床确切需要的有83.33%。相同的问题，康复从业人员认为运动系统能使患者更好地融入社会的有92.42%，认为其是患者急需的治疗措施的有69.7%，认为其是临床确切需要的有80.3%。这个结果显示了绝大部分的康复从业人员对云康复的认知系统及运动系统的必要性均给予了肯定。这为后续认知系统及运动系统甚至针对其他功能障碍的云康复系统的应用与推广带来了动力与信心。

为了探究云康复可以为现今的康复模式带来哪些改变，我们在第二次及第三次调查问卷中设置了5个问题。绝大多数参与人员（92.86%）认为远程医疗会