

# 《神经康复现状研究》

(2024 云版)

研究小组

组长：潘钰

成员/姓氏笔画排序

丁桃 王永慧 王宝军 王玲 王萍芝 冯雨桐 刘丽美

朱宁 吴军发 吴毅 宋梦涵 张巧俊 张桂青 张锦明

李哲 李微微 陶陶 程翔 潘钰

中华医学会物理医学与康复学分会

第 12 届委员会

《神经现状研究》

研究小组

2024 年 2 月 26 日

## 《神经康复技术现状研究》

### 前 言

为了对我国康复医学的全球竞争力作出判断,为了及时掌握物理医学与康复学的发展动态,为我国康复医学学科建设与高质量发展决策提供科学支撑,2023年9月中华医学会物理医学与康复学分会第12届委员会在上海召开的第六次常委会与全委会一致通过了主任委员何成奇教授提出的由分会牵头、各学组组长或相关专家负责组织进行物理医学与康复学“主要亚专业现状研究”计划。主要亚专业包括神经康复、骨科康复、康复评定、康复治疗、呼吸康复、心脏康复、重症康复、老年康复、语言康复、康复教育、盆底康复与儿童康复。

“主要亚专业现状研究”内容包括亚专业主要病种康复的重大科学问题、关键技术问题、目前研究水平、国际前沿/发展趋势、国际学术组织任职情况、重大科学基础设施、国际合作交流情况、国际比较及对标前沿拟采取的举措。

为落实分会“主要亚专业现状研究”计划,中华医学会物理医学与康复学分会神经康复学组组长潘钰教授组织相关专家编写了《神经康复技术现状研究》共计6万余字。相信本研究对掌握神经康复技术的发展动态,推动我国神经康复亚专业的建设与高质量发展必将提供科学支撑。

为此,谨代表分会感谢神经康复学组的全体专家!感谢参与《神经康复技术现状研究》工作的全体专家!

中华医学会物理医学与康复学分会

主任委员 何成奇

2024年2月26日

# 《神经康复技术现状研究》

(2024 云版)

## 学术委员会

主 委：何成奇 岳寿伟 周谋望

副主委：胡昔权 李建华 郭铁成

常委（按姓氏拼音排序）：白定群、陈丽霞

丛芳、公维军、李红玲、陆晓、潘钰、宋为群、王宝兰

王楚怀、王宏图、袁华、张长杰、张志强、谢青

委员（按姓氏拼音排序）：蔡西国、陈捷、陈林、陈伟

陈卓铭、丁桃、杜青、胡才友、黄真、金荣疆、康治臣

李哲、林坚、刘遂心、罗军、马超、马跃文、邵伟波

宋振华、孙强三、王宝军、王萍芝、吴鸣、吴霜、吴文

吴毅、夏清、夏文广、谢青、谢欲晓、许建文、许涛

叶超群、翟华、张桂青、张锦明、张巧俊、张跃萍

赵亮、赵澎、赵振彪、朱宁。

学术秘书：魏全

中华医学会物理医学与康复学分会

第 12 届委员会

2024 年 2 月 26 日

# 《神经康复现状研究》

(2024 云版)

## 文章版权声明

《神经康复现状研究》的每一篇论文由文章内所署名的作者独立完成，如未经作者授权转载和发表均视为侵权，将依法追究法律责任。

## 目 录

<b>脑卒中康复现状研究</b> .....	<b>5</b>
一、 脑卒中康复的重大科学问题是什么? .....	7
二、 脑卒中康复的关键技术问题是什么? .....	10
三、 脑卒中康复拟采取的举措.....	13
<b>创伤性颅脑损伤康复现状研究</b> .....	<b>15</b>
一、 创伤性颅脑损伤康复的重大科学问题.....	15
二、 创伤性颅脑损伤康复关键技术.....	15
三、 创伤性颅脑损伤康复目前的研究水平.....	16
四、 创伤性颅脑损伤康复国际前沿/发展趋势.....	17
五、 创伤性颅脑损伤康复专家在国际学术组织任职情况.....	18
六、 创伤性颅脑损伤康复重大科学基础设施.....	18
七、 创伤性颅脑损伤康复专家在国际合作交流情况简介.....	18
八、 创伤性颅脑损伤康复的国际比较.....	19
九、 创伤性颅脑损伤康复拟采取的举措.....	20
<b>脊髓损伤康复现状研究</b> .....	<b>21</b>
一、 脊髓损伤康复的重大科学问题.....	21
二、 脊髓损伤康复的关键技术问题.....	21
三、 脊髓损伤康复亚专业的目前研究水平.....	23
四、 脊髓损伤国际前沿及发展趋势.....	26
五、 脊髓损伤康复界专家在国际学术组织任职情况.....	30
六、 亚专业主要病种康复研究的重大科学基础设施.....	30
七、 亚专业主要病种康复的国际比较.....	31
八、 拟采取的举措.....	33
<b>帕金森病康复现状研究</b> .....	<b>36</b>
一、 帕金森病康复的重大科学问题是什么? .....	36
二、 帕金森病康复治疗的关键技术问题是什么? .....	36
三、 帕金森病康复的目前研究水平.....	38

四、 帕金森病康复的国际前沿/发展趋势是什么? .....	43
五、 帕金森病专家在国际学术组织任职情况.....	44
六、 帕金森病康复研究的重大科学基础设施.....	45
七、 帕金森病专家在国际合作交流情况简介.....	45
八、 帕金森病康复的国际比较: .....	46
九、 帕金森病康复拟采取的举措.....	47
<b>缺血缺氧脑病康复现状研究.....</b>	<b>48</b>
一、 缺血缺氧脑病康复的重大科学问题是什么? .....	48
二、 缺血缺氧脑病康复的关键技术问题是什么? .....	48
三、 亚专业主要病种康复的目前研究水平.....	49
四、 亚专业主要病种康复的国际前沿/发展趋势是什么? .....	51
五、 本专业专家在国际合作交流情况简介.....	54
六、 缺血缺氧脑病康复的国际比较.....	55
七、 缺血缺氧脑病专业拟采取的举措.....	56
<b>臂丛神经损伤康复现状研究.....</b>	<b>57</b>
一、 臂丛神经损伤康复的重大科学问题是什么? .....	57
二、 臂丛神经损伤康复的关键技术问题是什么? .....	57
三、 臂丛神经损伤康复的目前研究水平。.....	58
四、 臂丛神经损伤康复的国际前沿/发展趋势是什么? .....	59
五、 臂丛神经损伤康复的专家在国际学术组织任职情况.....	60
六、 臂丛神经损伤康复研究的重大科学基础设施.....	60
七、 臂丛神经损伤康复专家在国际合作交流情况简介.....	61
八、 臂丛神经损伤康复的国际比较.....	62
<b>阿尔兹海默病康复现状研究.....</b>	<b>63</b>
一、 阿尔兹海默病康复的重大科学问题是什么? .....	63
二、 阿尔兹海默病康复的关键技术问题是什么? .....	64
三、 阿尔兹海默病康复的目前研究水平.....	65
四、 阿尔兹海默病康复的国际前沿/发展趋势是什么? .....	66
五、 阿尔兹海默病康复专家在国际学术组织任职情况.....	67
六、 阿尔兹海默病康复研究的重大科学基础设施.....	67
七、 阿尔兹海默病康复专家在国际合作交流情况简介.....	68
八、 阿尔兹海默病康复的国际比较: .....	68
九、 拟采取的举措.....	69
<b>格林巴利康复现状研究.....</b>	<b>71</b>
一、 格林巴利康复专业主要病种康复的重大科学问题是什么? .....	71
二、 格林巴利康复专业主要病种康复的关键技术问题是什么? .....	72
三、 格林巴利康复专业主要病种康复的目前研究水平。.....	73
五、 格林巴利康复专业主要病种康复研究的重大科学基础设施.....	74
六、 格林巴利康复专业专家在国际合作交流情况简介.....	75
七、 格林巴利康复专业主要病种康复的国际比较: .....	75
八、 格林巴利康复专业拟采取的举措.....	76
<b>运动神经元病康复.....</b>	<b>78</b>
一、 运动神经元病康复的重大科学问题是什么? .....	78
二、 运动神经元病康复的关键技术问题是什么? .....	78

三、运动神经元病康复的目前研究水平.....	78
四、运动神经元病康复的国际前沿/发展趋势是什么? .....	79
五、运动神经元病康复的国际比较: .....	79
六、本专业拟采取的举措.....	80
<b>中枢神经脱髓鞘疾病康复现状研究 .....</b>	<b>81</b>
一、中枢神经脱髓鞘疾病康复重大科学问题.....	81
二、中枢神经脱髓鞘疾病康复的关键技术问题.....	81
三、中枢神经脱髓鞘疾病康复的国际前沿/发展趋势.....	81
四、中枢神经脱髓鞘疾病康复领域专家的国际合作交流情况简介.....	81
五、中枢神经脱髓鞘疾病主要病种康复的国际比较.....	82
六、拟采取的措施.....	82
<b>肌肉疾病康复.....</b>	<b>83</b>
一、肌肉疾病康复的重大科学问题是什么? .....	83
二、肌肉疾病康复的关键技术问题是什么? .....	83
三、肌肉疾病康复的国际前沿/发展趋势是什么? .....	84
四、肌肉疾病康复研究的重大科学基础设施.....	85
五、肌肉疾病康复专家在国际合作交流情况简介.....	85
六、肌肉疾病康复的国际比较.....	85
七、拟采取的举措.....	86
<b>脑肿瘤康复现状研究.....</b>	<b>87</b>
一、脑肿瘤康复的重大科学问题是什么? .....	87
二、脑肿瘤康复的关键技术问题是什么? .....	88
三、脑肿瘤康复的目前研究水平.....	89
四、脑肿瘤康复的国际前沿/发展趋势是什么? .....	89
五、脑肿瘤康复研究的重大科学基础设施.....	90
六、脑肿瘤康复的国际比较: .....	90
七、拟采取的举措.....	91

# 脑卒中康复现状研究

复旦大学附属华山医院

吴毅 吴军发

## 一、脑卒中康复的重大科学问题是什么？

### 1、脑卒中后认知障碍（Post-stroke cognitive impairment, PSCI）的康复瓶颈是什么，如何突破？

瓶颈一：认知障碍是脑卒中后最常见的功能障碍之一，国际上报道PSCI 的发病率因调查人群、诊断标准、评定工具等的不同而差异较大，为19.3%-96%。目前我国尚缺乏PSCI的全国性大规模流行病学调查报道，而确定统一诊断、开展脑卒中后认知筛查、编制适合我国人群的PSCI诊断的神经心理测评量表，是进一步开展大规模流行病学调查需解决的瓶颈问题。

具体说明：PSCI的规范化诊断和康复干预的基础是全面、准确的认知功能评定。目前，国内外应用广泛、主要指南推荐可选用的神经心理评定测验主要包括总体认知功能筛查量表，如简易认知状态检查（MMSE）、蒙特利尔认知评定量表（MoCA），以及针对各认知域的测验组合。应用这些量表虽然可以对患者进行较为全面的评定，但由于这类量表多数是根据阿尔茨海默病等神经系统变性病特点编制，应用于PSCI患者仍有较多局限，主要包括：（1）PSCI患者除认知障碍外，常伴有明显的失语症或言语障碍、运动障碍（尤其是右上肢运动障碍导致的书写、绘图等功能受损）、感觉障碍（如偏盲），导致评定结果不能客观反映认知障碍特征与程度；（2）量表侧重评定的认知域对PSCI针对性不强；（3）应用量表测评进行诊断的时间点缺乏统一规范；（4）在康复环境中，利用量表测评评定康复疗效和预后的时间节点和频率尚缺乏临床证据等；（5）进行全面神经心理测评需要经培训的专业人员投入较多时间，在基层医疗机构实施有困难。

解决方案：探索适宜PSCI临床特点、适宜中国人群、适宜康复环境的认知评定工具，研发制定适于脑卒中患者认知相关脑结构/功能评定的技术方案（神经功能影像、神经电生理和神经代谢检测等），并形成综合系统的临床评定体系。

实现多认知领域的同步、全面、量化评定。

瓶颈二：国内外主要指南对于PSCI均推荐包括危险因素干预、药物治疗和认知训练的综合治疗。但是，由于PSCI患者显著的异质性，如何制定、优化个体化综合治疗方案目前仍无明确共识。而经典的药物治疗和人工认知训练在部分PSCI患者疗效仍欠佳，且需投入较多专业人力，也成为阻碍促进认知康复开展和提高疗效的重要障碍。

具体说明：目前临床上对PSCI患者的主要治疗方式是药物治疗，主要包括胆碱酯酶抑制剂、非竞争性N-甲基-D 天冬氨酸（NMDA）受体拮抗剂等药物。然而，循证医学显示：单纯药物治疗对于认知功能障碍的改善并不可观。而常规认知训练也尚未系统化且循证依据稍显不足。近年来，神经调控在PSCI治疗上显示出一定的潜力，对于脑卒中导致的认知障碍具有改善作用，但是还缺乏规范的个体化治疗范式。

解决方案：根据临床特征和评定结果对患者进行细分以制定个体化治疗方案，利用神经康复技术进步提高临床综合康复疗效。建立基于多模态神经调控方案，解决目前认知训练手段单一、认知康复疗效欠佳的问题。

## 2、脑卒中后手功能康复的康复瓶颈是什么，如何突破？

瓶颈一：脑卒中后由于上肢与手运动功能恢复较下肢慢且困难，临床康复实践中也多把下肢运动功能恢复作为康复的重点，从而忽略了上肢和手功能的早期干预。并且，患手的废用和健手的代偿往往导致“习得性废用”。等到患者整体运动功能有所好转并开始强化手功能康复时，患手已出现肌肉挛缩、关节僵硬，康复疗效往往不尽如人意，严重影响患者的日常生活水平，导致生活质量极大下降。

解决方案：建立早期的手功能康复物理和作业治疗规范和流程，包括强制性诱导训练、镜像治疗、经皮神经电刺激、经颅磁电刺激等；研发适宜于早期及全周期手功能康复机器人。

瓶颈二：脑卒中后手部感觉功能丧失或减弱，尤其是深感觉、皮层复合感觉等，这影响感觉运动功能整合，使运动功能恢复更加困难，然而在临床康复实践中，感觉功能的康复也常未获得重视。相关的循证医学证据不多。

解决方案：建立早期的手功能感觉康复的规范和流程，其中包括：触觉练习、



温度感知训练和使用不同材料的触觉刺激。研发新型感觉康复设备等。

### 3、中国传统医学在脑卒中认知障碍康复方面的循证医学研究状况如何？

瓶颈一：针灸治疗脑卒中功能障碍在临床应用广泛、疗效显著，但仍缺乏质量控制严谨的临床随机对照研究。近年来存在大量针灸治疗脑卒中功能障碍的临床疗效研究，但仍缺乏多中心高质量规范化临床随机对照研究。大量 meta 分析中也提出，需要更为高质量的研究和高等级的证据来支撑针灸治疗脑卒中的临床疗效。

具体说明：临床随机对照实验一般被认为是评价干预安全性和有效性的金标准，但其研究结论外推于临床实际应用时可能会面临挑战，或者存在传统的药物临床试验可能难以实施或需高昂的时间成本等问题。因此，在未来的研究中需要更严格设计的临床对照试验，以获得具有足够统计功效的证据来促进针刺治疗脑卒中。

解决方案：亚专业发展的瓶颈也是本科室在此领域发展的机遇。临床随机对照研究是我国未来科学研究的方向，符合国家政策引导，属于有组织科研范畴，是未来相关领域发表顶级期刊文章的方向。针灸操作的独特性临床试验中双盲设计存在难度，进行单盲随机对照试验来验证针刺治疗脑卒中的安全性和有效性是很强的可操作性。借助科室平台，利用现有住院病人，进行临床优效针灸方案验证，具有很高的临床价值。

瓶颈二：针灸治疗脑卒中优化干预方案探索。针灸治疗脑卒中干预方法众多，包括有头针，体针，电针，腕踝针，揸针等。根据不同中医理论体系指导，选穴方案也各有差异。在繁杂的研究中如何找到更有效地干预方式与选穴规律就显得至为重要。

解决方案：借助现代科研技术及算法优势，探索中医针灸治疗脑卒中优效治疗方案。形成具有专业特色的针灸治疗脑卒中规范诊疗思路。针灸作为中医传统非药物疗法在临床中常与现代康复治疗手段联用，借助科室仪器平台优势，探索多手段联合干预脑卒中治疗方案是中医药“传承经典，守正创新”的必经之路。针灸治疗与科室特色神经调控技术联合探索脑卒中的优效治疗方案是极具可行性的一条研究路径。

瓶颈三：针灸治疗脑卒中功能障碍的脑机制研究

具体说明：针灸通过体表刺激将信息传输到人体，在脑内整合处理，进而输出指令，调控神经-内分泌-免疫系统，调节整体功能，达到改善机体状态、治疗疾病的目的。但就传统中医学和现代医学对针灸与脑相关的研究，从神经调控角度阐释针灸的效应机制仍存在缺失。理解针刺调节中枢及外周运行机制，将对针灸神经调控技术的人工智能化研发具有重大启迪意义，也是未来研究的方向。

解决方案：在常规临床研究之外，探索针灸治疗脑卒中的脑功能的特征。基于科室“精准康复”理论指导，在脑结构功能的基础上探索脑卒中损伤部位与针灸腧穴处方的基础上，明确两者的对应关系，在脑科学基础上形成针灸治疗脑卒中的腧穴特异性治疗方案。

## 二、脑卒中康复的关键技术问题是什么？

### 1、脑机接口如何实现在脑卒中康复中的精准高效。

脑机接口 (Brain-Computer Interface, BCI) 是目前快速发展的新兴领域，目前也在脑卒中康复中发挥了越来越重要的作用。实现脑机接口的精准治疗作用，可从以下方面入手：

(1) 脑机接口反馈方式的选择：虽然基于自发脑电的脑机接口技术是目前最常用的技术，但是也有其他的反馈方式，如 fNIRS 等。

(2) 脑电信号采集方式：根据脑电信号的采集方式，可分为侵入式脑机接口系统（皮层电极）和非侵入式脑机接口系统（表面电极），前者可获得更为精准的脑电信号。

(3) 信号采集和处理：使用高质量的信号采集设备，确保准确记录脑电信号或其他神经信号。在信号处理方面，利用滤波、空间滤波和特征提取等，进一步改善信号的可靠性和信息提取效率。

(4) 反馈范式的设计：基于患者所具有的功能障碍，设计个体化的反馈方式，如针对上肢运动、手部运动的范式，言语认知康复范式等。也可以应用虚拟现实 (VR) 和增强现实 (AR) 技术，增加患者的参与度。

(5) 数据分析和机器学习：利用机器学习算法分析神经信号数据，使用分类器或回归模型来预测康复预后，优化反馈方式。

(6) 增加奖励机制：在训练过程中，通过增加奖励机制，增加患者的参与度，使患者能够坚持训练，提升训练效果。

(7) 定期评估和方案调整：在训练过程中，定期评估患者的进展，干预方案进行调整，优化治疗策略。

## 2、虚拟现实技术如何实现在脑卒中康复中的精准高效。

虚拟现实技术是一种利用计算机技术和交互设备(如头戴式显示器、手柄、手套等)人工创建一个接近真实世界的环境，允许一个或多个用户与虚拟环境及其三维实体进行交互的技术，具有沉浸感、交互性和想象力特点。(虚拟现实技术目前运用于脑卒中后功能康复中，可通过以下方式实现精准高效的效果。

在运动功能的康复方面，虚拟现实可以提供生动的三维图像和交互体验，可以用于模拟各种日常生活中的运动活动。脑卒中患者可以通过戴上虚拟现实头盔和手柄，进行虚拟健身训练，刺激大脑神经重新学习和控制运动，从而恢复肢体功能。虚拟现实可以提供实时反馈和即时纠正，帮助患者准确进行康复运动。

在脑卒中后认知和言语功能康复中，虚拟现实可以提供丰富的认知训练环境。患者可以通过与虚拟人物进行对话、解决谜题、进行记忆训练等活动，以提高注意力、记忆、语言和问题解决能力。

脑卒中患者常常伴有焦虑和抑郁等情绪问题，虚拟现实可以提供沉浸式的虚拟环境，用于情绪管理和放松训练。患者可以通过沉浸在美丽的自然景观中，进行呼吸训练、冥想和放松。此外，虚拟现实可以提供模拟的社交环境帮助患者练习社交技能、增强自信心和情感连接。)

虚拟现实康复技术用于脑卒中康复正处于快速发展阶段，可以通过以下方面来实现精准治疗作用：

(1) 通过多模态交互，以提供更真实、更直观的康复训练体验。通过结合手势识别、语音识别和体感控制等技术，让患者以更自然的方式与虚拟环境进行互动。

(2) 通过人工智能和机器学习等技术制定智能化和个性化的康复方案，然后通过分析患者的康复数据和表现，系统可以自动调整训练难度、内容和时长。

(3) 通过与更多通过整合更轻便、更舒适传入和输出设备，例如智能眼镜、手指追踪器和身体运动捕捉器等，提高患者在康复训练中的灵活性和便利性。

(4) 通过结合云计算和远程监控技术，使康复专家能够对患者的康复训练进行远程监控和辅助，以帮助患者更好地进行康复训练。

### 3、机器人如何实现在脑卒中康复中的精准高效。

机器人可通过以下措施在脑卒中康复中帮助患者实现精准和高效的康复。具体包括：

(1) 运动康复：机器人可以协助患者进行物理康复训练，如帮助患者进行肌肉力量锻炼、平衡练习和步态训练。除康复训练外，机器人可以同时提供持续的监测和反馈，确保患者的运动姿势正确，帮助他们逐渐恢复运动能力。

(2) 数据分析：机器人可以收集和分析患者的生理数据，例如心率、血压、运动轨迹数据等，以便医生和康复师能够根据个体化的数据制定更有效的治疗计划。

(3) 个性化治疗计划：基于患者的特定病情和康复需求，机器人可以协助医生和康复师制定个性化的治疗计划。这些计划可以针对患者的康复目标和进展进行调整。

(4) 远程监测和远程康复：机器人技术还可以帮助脑卒中患者进行远程康复。患者可以在家中通过机器人接受康复指导和监测，达到居家康复精准高效。

(5) 数据共享和跨学科合作：机器人可以在医疗团队中协调数据共享，促进跨学科合作，确保患者得到全面的康复。

机器人在脑卒中康复中的应用有望提高治疗的精准性和高效性，同时也可以减轻医疗人员的负担，提供更全面的康复护理。然而，这需要综合性的技术、临床实践和医疗法规的支持，以确保机器人的使用是安全和有效的。

### 4、AI 如何实现在脑卒中康复中的精准高效。

目前医疗行业存在的诸多问题亟待解决，智慧医疗的发展为此找到了很好的出路。脑卒中后遗留有功能障碍的患者通常需要持续长时间的康复治疗，而势必导致康复成本明显增加，但在人工智能技术的基础上，通过信息技术、数据挖掘等多方面相结合，并进行深度学习，能够有效对康复过程进行智能化、数字化的实时监控，最大效率提高脑卒中后康复治疗的精准度和效率，节约康复成本。以下是一些方法：

医学影像分析：AI 可以用于分析脑部 MRI、CT 扫描等影像，帮助医生识别

和评估脑卒中的损害程度和位置，从而制定个性化的康复方案。

**运动康复辅助：**通过监测患者的运动、姿势等数据，AI 可以提供实时的反馈和指导，帮助患者进行正确的康复训练，提升恢复效果。

**认知康复支持：**脑卒中患者可能会出现认知功能障碍，AI 可以提供个性化的认知训练，帮助恢复认知功能。

**言语和语言康复：**针对脑卒中导致的言语障碍，AI 可以提供个性化的语音训练和反馈，帮助患者逐步恢复交流能力。

**远程监测和管理：**利用远程监测技术，医疗团队可以实时监控患者的康复进展，及时调整康复计划。

**数据分析和预测：**通过收集大量的康复数据，AI 可以分析趋势，提供预测，帮助医疗团队制定更为有效的康复治疗策略。

**个性化康复计划：**基于患者的病史、影像资料、生理数据等信息，AI 可以生成个性化的康复方案，以满足每位患者的独特需求。

**医疗决策辅助：**AI 可以为康复医生提供临床决策支持，基于大量的医学文献和病例数据，提供最新的治疗建议。

**患者教育和自我管理：**AI 可以向患者提供相关的健康教育，帮助他们理解疾病和康复过程，提高自我管理能力，有益于脑卒中二级预防。

**持续监测和调整：**AI 可以通过持续收集和分析数据，及时调整康复计划，确保治疗方案的持续优化。

然而，需要指出的是，虽然人工智能可以提供强大的辅助和支持，但在脑卒中康复中，医疗团队的专业知识和经验仍然是至关重要的。AI 技术应该作为医疗团队的有力工具，而不是取代医生和康复专家的角色。同时，隐私和数据安全也是在使用 AI 技术时需要高度重视的问题。

### 三、脑卒中康复拟采取的举措

#### 1、缺点主要包括以下：

(1) 分散资源分配，创建脑卒中康复亚专科可能导致医疗资源的分散。应对措施：建立协作机制，确保主要的脑卒中治疗和康复资源仍然得到充分利用，

定期评估资源的分配以确保平衡。

(2) 亚专科可能导致不必要的病患转诊，延迟康复治疗。应对措施：建立明确的诊断和转诊准则，确保只有需要特殊治疗的患者被转诊到亚专科。

(3) 脑卒中康复亚专科需要拥有相关专业知识的医疗人员，但这些人员目前还是紧缺。应对措施：提供专业培训，吸引和培养更多的脑卒中康复专家，或者与其他医疗机构合作来分享专业人才。

(4) 管理多个亚专科单元可能需要更复杂的协调和管理，可能会导致协同工作问题。应对措施：建立有效的协调和通信机制，可采用信息技术来协助管理，确保不同单元之间的合作顺畅。

通过仔细规划和实施这些解决措施，可以最大程度地减少脑卒中康复亚专科可能面临的问题，同时确保患者得到高质量的医疗护理和康复服务。

## 2、对亚专业的优势/机遇拟采取的举措。

脑卒中康复亚专科的设置具有以下优势和价值，包括提高康复质量和效率具体如下：

(1) 可以提供更加专业化治疗，提高康复疗效和减少并发症，具体措施：建立具有脑卒中专业知识和经验的医疗团队，包括神经科医生、康复医生、物理治疗师、职业治疗师等，实施最新的康复技术和方法，建立并发症早期识别路径和干预措施。

(2) 可以提供更加专业化的家庭支持和教育，具体措施：由亚专业团队为患者和家庭提供康复相关的资源和信息。

(3) 亚专科可以成为脑卒中研究和创新的中心，促进新治疗方法、技术和药物的开发。具体措施：从顶层开始设计，鼓励脑卒中康复亚专科与研究机构和制药公司合作。

# 创伤性颅脑损伤康复现状研究

哈尔滨医科大学附属第一医院

张锦明

## 一、创伤性颅脑损伤康复的重大科学问题

**1、绘制“大脑地图”，解码大脑神经网络控制研究：**揭示大脑功能分布和联系通路，通过解码大脑，理论上可以复制大脑功能。在临床中，不仅对大脑功能进行补偿，还可以对大脑功能进行锻炼，给与大脑相应的刺激，使受损的脑功能得到加强。我们可以利用脑机接口实现对假肢机器人精确控制，帮助颅脑创伤康复中常见的运动和感觉严重受损的患者进行功能补偿。

**2、大脑可塑性的研究：**2017年 science 上发表了一篇通过药物增强小鼠大脑可塑性的基础研究，揭示了大脑可塑性的流动性。另一方面，研究也从检测大脑可塑性入手，通过磁共振弥散张量成像来探查白质重组，或功能核磁共振检测神经可塑性的发生，通过追踪大脑可塑性发生过程，让我们能更好的了解大脑可塑性，从而更好的利用大脑可塑性，对脑外伤康复的时机选择和治疗策略制定都有着重要指导作用。

**3、颅脑创伤认知康复的研究：**认知障碍问题是影响患者重返社区和就业等积极社会结局的主要障碍，而认知障碍普遍存在不同程度的脑外伤患者中。在脑外伤认知康复中，患者的个体性差异性大，需要的治疗方法不尽相同，对认知康复注重个体化。认知康复技术的创新和融合就显得尤为重要。利用虚拟现实技术、计算机辅助技术、经颅磁技术等辅助认知康复技术为该领域的治疗提供有力支撑。

## 二、创伤性颅脑损伤康复关键技术

### 1、经颅磁技术和其它非侵入性技术

经颅磁刺激(Transcranial Magnetic Stimulation, TMS) 技术利用时变的脉冲磁场, 可无创透过颅骨, 作用于中枢神经系统, 产生感应电流, 引起一系列

生理生化反应，从而影响脑内代谢和神经元兴奋性，达到改善及治疗精神和神经疾病的作用。经颅磁可直接作用于大脑不同功能区，通过神经调控(改变神经元兴奋性、促进血流变化、影响神经递质、增强神经可塑性)改善中枢功能，是一种自上而下(从中枢到外周)的治疗模式,并且相对于药物治疗,其起效快、副作用小,长期费用低且治疗过程中无需麻醉镇静,是安全、无创的颅内神经功能调控疗法。经颅磁技术和其它非侵入性疗法(非侵入疗法如传统认知疗法、虚拟现实疗法、电脑辅助认知疗法等)在认知功能障碍治疗领域已广泛应用并取得一定成果,对其机制研究也在不断深入。

## 2、脑机接口技术

脑机接口(Brain-Machine Interface, BMI)技术,指在人或动物大脑与外部设备之间创建的直接连接,实现脑与设备的信息交换。脑机接口是一种在脑与外部设备之间建立直接的通信渠道,其信号来自中枢神经系统,传播中不依赖于外周的神经与肌肉系统。常用于辅助、增强、修复人体的感觉-运动功能或提升人机交互能力。通过脑机接口技术的应用不但可以辅助患者治疗,改善、恢复功能,也可以代偿患者不能恢复功能。

## 3、虚拟现实技术

虚拟现实(Virtual Reality, VR)技术,是一种模拟真实场景或创造虚构世界的技术,利用计算机生成的三维图像和声音效果来创造出一种虚拟现实的环境。在医疗领域,虚拟现实技术已经开始得到广泛应用,并取得了显著的成果。通过虚拟现实技术辅助脑外伤康复,可以让治疗更个体化,也让患者提前适应家庭和社会的环境需要,有利于日常生活能力的提高。

# 三、创伤性颅脑损伤康复目前的研究水平

## 1、无法确定康复技术的有效性

针对颅脑创伤的康复技术的效果评定,目前靠功能改善、电生理检查、功能影像检查等方面来判断方法的有效性,是否促进损伤轴突修复再生等问题还未能证实。

## 2、颅脑创伤终身康复的研究



过去几十年积累的证据使人们认识到，对于许多患者来说，颅脑创伤在急性期和最初的恢复后并没有停止发展，它不是一个有时间限制的事件，而是一种慢性健康状况，对发病率和死亡率都有终身影响。患者在整个恢复过程中都接受康复服务，也许长达数年。应该给脑外伤患者提供以社区为基础的非医疗性服务，将此作为延伸治疗和康复的有机组成。

### 3、针对颅脑创伤康复特性的研究和指南不足

国际上虽然颅脑创伤康复的证据基础越来越多，循证指南也出现，然而，仍有许多方面存在证据是不足。目前高质量颅脑创伤康复指南缺乏。常常是颅脑创伤被包括在“获得性脑损伤”的总称之下，但颅脑创伤康复有自身特点，与卒中康复既有共同点又有所区别，所以高水平颅脑创伤康复指南对该疾病尤为重要。

## 四、创伤性颅脑损伤康复国际前沿/发展趋势

### 1、颅脑创伤认知康复

经颅磁刺激对脑外伤认知康复治疗作用在于促进神经调节，也用于治疗抑郁症，但会带来癫痫发作的风险，这是一个值得关注的问题，尤其是在中度至重度脑外伤后。神经调节被认为可以增强神经可塑性，据称可以促进与训练相关的大脑网络重组。药物治疗联合认知康复很少用于治疗轻度脑外伤，然而，在临床试验中，哌醋甲酯等药物已得到支持，可用于治疗中重度 TBI 后的注意力障碍。

### 2、颅脑创伤康复时机问题

一段时间以来，专家一致建议轻度颅脑创伤患者应该休息，直到症状完全消除，建议患者避免心率升高的体力活动，认知要求高的任务，以及接触感官刺激（光，噪音，屏幕）。但最近的证据表明，如果患者不加重症状，相对早地（受伤后 24-72 小时）恢复活动，会有助于功能更快恢复。相反，长时间的休息会产生更多并发症和延缓恢复时间。

### 3、建立颅脑创伤治疗与康复体系

为颅脑创伤患者提供连续的综合治疗面临着巨大挑战。在此之前，患者常在精神病院、疗养院或其他综合性康复机构接受治疗。随着颅脑创伤示范中心逐

步建立、发展，是颅脑创伤的治疗、康复逐步规范化。颅脑创伤示范中心包括急诊内科治疗、急诊外科手术、综合性康复服务、长期跨学科随访和康复服务，也包括行为矫正、家庭康复服务、病案管理和社区生活选择等，并具有纵向连续性和计划特异性，实现从昏迷到社区的连续治疗。在一些地区，已经建立准入标准的康复模式包括：住院康复、门诊康复、家庭-社区康复、寄宿式康复、长期居家康复和职业康复，在急性期治疗中，建立颅脑创伤康复治疗单元。

## 五、创伤性颅脑损伤康复专家在国际学术组织任职情况

- 励健安 国际物理医学与康复医学学会主席  
亚洲与大洋洲物理医学与康复医学学会副主席
- 徐芳 世界物理治疗联盟副主席

## 六、创伤性颅脑损伤康复重大科学基础设施

科技创新 2030—“脑科学与类脑研究”重大项目。脑科学与类脑研究重大项目 2021 年度围绕脑认知原理解析、认知障碍相关重大脑疾病发病机理与干预技术、类脑计算与脑机智能技术及应用、儿童青少年脑智发育、技术平台建设 5 个方面开展研究，共部署指南方向 59 个，国拨经费概算 31.48 亿元。

中国科学院脑与认知科学研究中心是我国脑科学研究权威机构，主要研究包括：

感知觉信息加工的脑机制：在不同层次上研究大脑抽提、编码、存储与利用感知觉信息的过程和机制，揭示感知觉的神经基础。利用脑功能成像新方法，包括磁共振、脑磁图、脑电、透颅磁刺激等及其相互结合，研究脑的有关功能区及神经核团的功能定位和动态关系。

脑与认知功能障碍：研究认知功能障碍的神经机制与神经变性病的分子机制，为脑与认知功能障碍的防治提供理论基础和方法。

## 七、创伤性颅脑损伤康复专家在国际合作交流情况简介

2023 年 6 月 4 日~8 日，第十七届国际物理医学与康复医学会（ISPRM）世界大会在哥伦比亚卡塔赫纳举行。中国康复医学会专家委员会名誉主委励建安教授、学会专家委员会副主任委员李建军教授、学会疼痛康复专业委员会名誉主任委员毕胜教授、学会青年工作委员会主任委员万春晓教授，中国康复研究中心高峰医生等赴哥伦比亚参会。

2018 年 5 月 18 日，在南非开普敦举行的世界作业治疗师联盟理事会会议上，经过表决全票通过中国康复医学会作业治疗专委会成为其正式会员。这是中国作业治疗专业发展史上一个重要的里程碑，标准着中国作业治疗师进入了国际大家庭。

中国台湾徐芳于 2023 年当选为世界物理治疗联盟副主席。

世界物理治疗联盟工作人员与中国的物理治疗师一起庆祝世界 PT 日，中国物理治疗协会于 9 月 8 日在中国广州中山大学附属第六医院举办康复物理治疗教育与专业发展研讨会，以庆祝世界物理治疗日。

## 八、创伤性颅脑损伤康复的国际比较

**1、优势方面：**患者数量方面优势，中国庞大的脑外伤患者数量为随机对照试验和比较有效性研究提供了独特的机会。国际社会和中国应抓住这些机遇，促进、加强合作，这种国际合作对于颅脑创伤机制研究、治疗效果评价、预后预测和生活质量提高至关重要。

传统中医方面，中医文化源远流长，其中很多治疗与现代康复医学契合，如推拿、针灸、中药等。同时中医的整体观等对于颅脑创伤患者病情复杂且严重的情况有很好的指导作用。

**2、短板方面：**中国与欧美先进医学国家的最大差距在于，缺乏高质量的循证医学研究。随机对照试验作为循证医学的杰出代表，被国际公认为防治性研究中最可靠的依据。

我国脑外伤康复起步较晚，未形成规范化诊疗过程，我国脑外伤康复未形成完整的体系，缺少针对我国颅脑创伤特点的权威临床指南，创新型和前瞻性实验

研究不足，回顾性研究居多，且脑外伤康复以经验为基础的治疗居多，缺少循证医学支撑。缺乏康复大数据疗效比较研究。缺乏个体化精准的康复治疗。

创伤性颅脑损伤康复的发展相对滞后，我国迄今为止尚未建立完善的颅脑创伤康复医疗体系，跨学科合作团队和学科内团队工作模式尚未普遍有效建立，因此颅脑创伤康复是康复医疗服务体系的一块短板。治疗体系还必须考虑特殊教育的要求、生活自理能力、职业训练以及家庭成员的支持等问题。重症患者的自然病程可能相当长，甚至影响终身。颅脑创伤的康复期比其他获得性损伤和神经系统疾病需要更长康复时间，因此，颅脑创伤治疗体系必须认识到康复治疗的长期性。要正确认识脑外伤的自然病程，在不同阶段采用个体化的康复治疗和服务措施，避免不必要和无效的治疗手段。

## 九、创伤性颅脑损伤康复拟采取的举措

**1、对脑外伤康复的短板/问题拟采取的举措：**对颅脑创伤康复规范化诊疗，建立脑外伤康复亚专业规培基地，撰写高质量的颅脑创伤康复指南，加强科研方面投入和产出，利用我国脑外伤患者数量大的优势进行大数据疗效比较研究。加强区域合作和国际合作，建立颅脑创伤康复医疗体系，通过合作交流使整个颅脑创伤康复亚专业加速发展，缩小区域康复发展差距。

**2、对颅脑创伤康复的优势/机遇拟采取的举措：**颅脑损伤的治疗重点在于利用康复手段治疗由其引发的继发性损伤，减轻对患者及家庭的影响。中西医结合康复治疗是颅脑创伤领域研究的焦点，其发展迅速，临床治疗效果令人满意。很多治疗方法在颅脑创伤康复中行之有效但缺乏循证医学验证，需要科研工作者们进一步进行大量临床试验研究，并深入研究适用于颅脑损伤康复治疗的新手段，建立科学、完善的康复医疗体系，更好地服务颅脑损伤患者。

# 脊髓损伤康复现状研究

清华大学附属北京清华长庚医院

潘钰 程翔 刘丽美 李微微 冯雨桐

## 一、脊髓损伤康复的重大科学问题

脊髓损伤 (spinal cord injury, SCI) 康复是国际上尚未解决的重大医学难题。脊髓损伤不仅会给患者本人带来身体和心理极大的伤害,严重影响患者的生活质量,还会对家庭乃至整个社会造成巨大的经济负担。近年来已提出个性化康复策略的多模态神经调控技术,包括脑-机接口 (brain-computer interfaces, BCI)、康复机器人、神经调控技术 (如经颅磁/电刺激和神经回路-磁刺激)。此外,脊髓电刺激技术,其作用机制包括重新激活并利用了损伤平面以下完整的运动和感觉纤维等,对神经环路的重塑也有一定作用,从而促进运动功能的恢复。但目前其主要科学问题在于脊髓植入点刺激对于运动功能改善的生理学机制、神经功能重建机制、神经内部网络联系尚不明确。另一重大科学问题为脊髓损伤后神经的再生、修复,脊髓损伤后的再生修复极其微弱,因此,目前尚无有效的治疗方法可以使受损的神经元再生和功能恢复。神经再生疗法可通过替换脊髓中受损的细胞、轴突和回路等改善损伤脊髓的功能,这在脊髓损伤的治疗中发挥重要的作用。

## 二、脊髓损伤康复的关键技术问题

### 1、脑-机接口技术

由于脑电信号的复杂性,以及信号质量与患者精神状态的密切关系,记录脑电图数据进行测试并确保数据集“有效”是一项重大挑战。其中关键技术问题是开发多种模态的神经信号传感技术,即通过传感技术对脑神经活动的电、光、磁等物理表现形式进行提取。第二为信号输出装置的稳定性与脑电信号翻译的高效性。另外还包括缺乏针对脑-机接口的芯片开发,难以同时记录、处理大量的大脑信号等。

## 2、下肢康复机器人技术：

下肢步行康复机器人技术目前开发了三种类型的机器人辅助设备：末端牵引式、外骨骼式和可穿戴式。其技术问题包括：1) 设备的可用性和价格昂贵，目前此类机器人康复设备仪器体积较大，费用昂贵，难以居家使用，使用场地目前基本限于医院，需要更紧凑、更实惠的家用设备。2) 外骨骼类型的自由度有限，于不平整路面适应性欠佳，可能会限制自然行走模式并影响步态动力学，不能根据人体生理变化进行微调。3) 设备种类少，目前国内上市的首个新型外骨骼下肢康复机器人“大艾”，其余主流设备均为国外产品。截至 2023 年 10 月，中国康复机器人行业仅有两家上市企业，分别为伟思医疗、翔宇医疗。

## 3、脊髓电刺激技术

脊髓电刺激技术在促进脊髓损伤患者运动功能的恢复上已经展现出广阔的前景，但也有一些问题需要解决。首先，当前不同研究之间、不同损伤类型、程度患者之间硬膜外电刺激的放置位置和刺激方案差异性较大，且常常需要复杂且个性化的调试，或是长时间系统的康复训练。目前脊髓植入点刺激的刺激模式缺乏相应的机器学习算法，提供快速识别运动状态，并针对不同个体及不同运动状态给予特定的刺激信号，未来脊髓电刺激的发展如果可以形成一套规范化且更简便的流程，缩减其复杂性与耗时性，则会有更广阔的运用。其次，目前硬膜外电刺激对于下肢运动功能治疗效果还局限于站立、简单步行或者少量的主动活动这一层面，对于更高难度的运动模式尚无对应的硬膜外电刺激方案，近年来“靶向神经技术”技术的出现为解决这一技术难题提供了思路。

## 4、神经再生技术

细胞移植可促进脊髓损伤神经组织再生，但是在移植的过程中如何提高细胞的存活率；如何使其分化为有利于神经修复的神经元和少突胶质细胞，并保证其不会过度增殖或异常分化；并且在临床转化的过程中，如何减少免疫排斥和致癌风险还需要进一步的实验是目前需解决的重要问题。生物材料在细胞移植治疗脊髓损伤中发挥重要作用，效果优于单一治疗，在一定程度上提高了组织细胞的定植率，但是目前许多生物材料的应用还处于实验阶段，实验动物与人类机体的差异使得一些材料的有效性和安全性有待研究。最后，如何将新的治疗方法应用于临床实践，获得患者的信任，以及新的治疗方法的成本等问题还有待进一步探究，

随着研究的不断深入，相信这些问题最终会得到解决，脊髓损伤的治疗也会迎来新的突破。

### 三、脊髓损伤康复亚专业的目前研究水平

关于脊髓损伤的治疗，临床指南大多着重于减轻脊髓损伤急性期和（或）亚急性期的继发性损伤，药物治疗和手术治疗是常规治疗手段。然而对严重脊髓损伤的患者，常规手术治疗及药物治疗后功能改善及运动评分提升均不显著。

BCI 可弥补由脊髓损伤所致的运动信号下行中断，从而改善瘫痪患者四肢运动功能。BCI 技术经过几十年的发展，信号收集装置可以较为精准地识别和收集大脑运动信号，并通过特征分析将信号进行转化，利用输出装置使大脑指令得到实施。目前研究中，根据大脑信号的收集方式可将 BCI 大致分为侵入性、半侵入性和非侵入性三类。就 BCI 装置的信号输出设备而言，大致可分为脑-肌肉神经电刺激、脑-脊髓电刺激及脑-外骨骼等三种信号输出方式。脑-脊髓电刺激包括脊髓内微刺激（ISMS）、硬膜外刺激（EES）和经皮脊髓刺激（tSCS）等形式。2017 年发表于 Lancet 的论文《Restoration of reaching and grasping in a person with tetraplegia through brain-controlled muscle stimulation: a proof-of-concept demonstration》截至目前被引用 235 次，该论文是功能性电刺激（functional electrical stimulation, FES）联合皮质内脑-机接口系统首次运用于慢性四肢瘫痪患者使其产生手指伸展和抓握动作，为今后的临床转化提供基础。2019 年发表于 Nature 的研究开发了一种能够通过提取控制发声运动脑区的神经活动来实现语音合成的解码器，即使受试者不发出声音读句子，也能实现语音合成。此外，因脑-机接口控制的假肢在恢复瘫痪患者肢体功能性活动时的视觉反馈有限，2021 年发表于 Science 的研究通过在机器人手臂指尖上嵌入压力传感器来采集信息，通过双向脑-机接口系统将触觉传入体感皮层的电极而完成触觉反馈使得假肢的使用感觉更自然，通过补充视觉信息，该技术临床应用时可减少机器人手臂拿起物体花费的时间，因此通过皮层内微刺激产生人工触觉反馈，大大提高了四肢瘫痪患者用大脑控制的机器人肢体的操纵物体的能力。美国的 BrainGate 团队通过创建一套无线脑-机接口而首次实现人类大脑信号与计

算机之间的无线高带宽传输，令患者可以使用思维打字及网页浏览等日常活动，该系统通过使用植入大脑的电极，利用 BCI 检测这些命令信号，采用 AI 进行解码而完成相应指令动作，该系统在性能上接近现有的有线接口，能够以高保真度记录和传输神经信号，使患者不再被传输设备束缚，这为脑-机接口的家庭化实际应用带来了新的可能性。2022 年由清华大学医学院生物医学工程系洪波课题组和解放军总医院功能神经外科合作发表论文显示通过手术前的 fMRI 精准定位目标脑区，只用 3 个颅内电极实现了微创植入脑-机接口的打字功能，速度达到每分钟 12 个字符，每个电极的等效信息传输率达到每分钟 20 比特。哈佛大学研究团队开发了植入式 BCI 界面的另一种可能：注射器可注射式电子器件

(Syringe injectable electronics) -- “电子网”，可以通过直径小于 100  $\mu$  m 的针头将亚微米厚、厘米级大孔网状电子器件注入脑组织、人工腔及生物腔中，这种“电子网”的构建可接触多个神经元，从而进行体内多路神经记录，网状设备很稳定，可以连续几个月记录多神经元的电活动。

1970 年第 1 台动力外骨骼康复机器人系统应用于脊髓损伤患者。目前康复机器人系统大致可分为末端牵引式、外骨骼式和可穿戴式等三类康复机器人系统。目前，应用于临床康复中的末端牵引式 G-E0 下肢康复机器人系统主要包括一个体重支撑系统以及两个可以感知患者主观用力大小并沿着预定训练模式移动的踏板，目前其具备原地行走、平地行走、后退行走及上下楼梯等多种步行训练模式。外骨骼式 Lokomat 下肢康复机器人系统由视觉反馈系统、动态体重支持系统、跑步机及可调式机器人步态矫形器构成，主要用于下肢运动障碍患者的步行训练，该系统可提升 SCI 瘫痪患者的平衡功能。近期有研究基于外骨骼 Lokomat 下肢康复机器人设计出一种新型自适应按需辅助 (assist-as-needed, AAN) 软件，该自适应软件可根据 SCI 患者的脊髓损伤严重程度调整训练强度而量化患者在进行机器人步态训练时所需的支持水平(机器人关节阻抗和体重支持的组合)，鼓励患者主动移动。可穿戴外骨骼正在成为步态康复机器人的一项革命性技术，其在早期步行康复、体育锻炼以及在家庭和社区开展与步行相关的日常生活活动等方面具有多种应用潜力。可穿戴式下肢康复机器人主要帮助脊髓损伤、下肢瘫痪等人群像正常人一样站立和行走，有 5 种此类系统已获得美国食品药品监督管理局 (US Food and Drug Administration, FDA) 批准，允许其在美国生产使用：



分别为以色列 Barrett Medical 公司的 ReWalk, 美国 Ekso Bionics 公司的 Ekso GTTM、美国 Parker Hannifin 公司的 IndegoTM、日本 Cyberdyne 公司的 Hybrid Assisted Limb (HAL) 和美国 SuitX 公司的可穿戴下肢外骨骼机器人 Phoenix。有 Meta 分析汇总了 2009 年至 2019 年所开发的 25 款可穿戴外骨骼下肢康复机器人的临床应用研究, 有 16 款积极辅助两个或多个关节, 其余 9 款积极辅助单个关节。值得注意的是, 此 25 款设备中只有一个款为儿童开发。可穿戴式下肢康复机器人除适用 SCI 患者外, 其还可应用于脑卒中患者。有研究招募 45 名脑卒中患者接受了 Ekso™ 步态训练, 结果提示提示该设备通过提高脑卒中患者的整体步态质量, 且增强了皮质脊髓兴奋性、感觉运动整合以及增强半球间和半球内的神经连接等, 从而促进此类患者的步态康复。

目前国内同样有一批研发外骨骼康复机器人的公司, 部分康复机器人已应用于临床。目前, 我国有 4 家开发穿戴式下肢康复机器人的公司获得国家食品药品监督管理局 (China Food and Drug Administration, CFDA) 批准, 分别是北京大艾科技公司、中航创世机器人公司、布法罗机器人科技公司和杭州程天科技发展有限公司, 相关设备的研究院校有清华大学、浙江大学、哈尔滨工业大学、香港中文大学等, 虽然国内相关外骨骼机器人开发公司及团队均取得了一定的研究成果, 但距离临床应用及市场化还有一定差距。此外, 目前上市的下肢康复机器人多为双下肢康复机器人, 据《中国卒中中心报告 2020》揭示, 2020 年我国 40 岁及以上人群中患脑卒中人数约为 1780 万, 给家庭和社会带来沉重负担, 其致残率达 80% 以上, 重度致残者达 40% 以上, 而脑卒中主要导致单侧肢体瘫痪, 脑损伤患者的神经康复是肢体功能障碍者的主要康复目标之一。在下肢康复机器人研发企业中, 我国企业安杰莱科技 (杭州) 有限公司开发出 LiteStepper 单下肢康复训练机器人, 为全球首创的单下肢康复医疗机器人, 用于在医疗机构中由经过训练的医护人员指导偏瘫患者进行康复训练, 已获第二类创新医疗器械界定审批, 该设备的临床试验正在开展, 临床应用及康复效果有待验证。

硬膜外电刺激对于脊髓损伤患者的康复研究目前已经进入到分子和基因组学层面。2022 年 Nature 刊登了瑞士洛桑联邦理工学院的 Gregoire Courtine 和其同事的研究, 其对 6 例不完全脊髓损伤和 3 例完全性脊髓损伤患者开展硬膜外电刺激植入+康复训练实验, 这 9 例受试者不同程度的恢复了拄拐甚至独立行走

能力。为了探究硬膜外电刺激改善脊髓损伤患者步行能力，Gregoire Courtine 团队使用了 18F-氟脱氧葡萄糖摄取正电子发射体层摄影术（18FDG-PET）来量化硬膜外电刺激+康复训练前后脊髓代谢活动的改变。研究发现硬膜外电刺激+康复训练导致在行走时腰髓神经元活动减少，这种现象表明 EES + 康复训练促进了脊髓损伤患者神经重塑，使得瘫痪后负责行走功能的特定神经元亚群的选择性激活；该研究团队进一步构建小鼠模型并通过单细胞测序技术找到了找到了对重获行走能力起到关键作用的 VSX2 基因和 Hoxa10 基因的神经元群。并通过跨突触追踪技术发现 Vsx2::Hoxa10 SC 神经元接受背根神经节神经元和脊髓网状纤维神经元的直接突触投射。硬膜外电刺激+康复训练治疗后这两处的神经元 Vsx2::Hoxa10 SC 神经元的突触投射密度大大增加。为了验证其观点该团队分别通过光遗传学和化学遗传学抑制了 Vsx2::Hoxa10 SC 神经元的活动，在该类神经元被抑制后，硬膜外电刺激产生的行走功能恢复同样受到抑制，相反 Vsx2::Hoxa10 SC 神经元的激活可模拟出小鼠行走功能恢复的表现。该研究首次阐明了硬膜外电刺激的其内在机制，也提示了通过与干细胞疗法结合，增强关键神经元亚群活动会提升硬膜外电刺激对于步行功能的康复效果。

此外，近年来，研究人员采用细胞移植、生物材料植入等技术对脊髓损伤进行干预，激活脊髓受损的神经环路，促进脊髓损伤后神经再生，揭示损伤脊髓神经再生等方面取得了重大进展。目前关于脊髓损伤神经再生技术的高水平研究成果产出包括：近 5 年 Q1 区杂志发表高质量论文 10 篇、省部级及以上获奖 1 项、近 5 年科技技术成果 5 项。

#### 四、脊髓损伤国际前沿及发展趋势

##### 1、脊髓损伤脑-机接口治疗技术相关国际前沿及趋势

(1) 利用芯片及无线通讯技术缩小装置体积，实现 BCI 家用化：近期有研究通过硬脑膜处的皮层脑电图 (electrocorticography, EcoG) 从 1 例 22 岁 C5 受损的脊髓损伤患者收集大脑运动信号，并使用轮椅上的微型计算机和患者的智能手机作为信号输出的装置，成功改善患者抓握等运动，初步实现 BCI 家用的研究目标。可研发类似于心脏起搏器的可无线充电的“微型脑电刺激装置”，植入

到大脑内的相应部位，来实现长期、可控、无线输入的治疗模式，此技术既可降低脊髓损伤患者脑损伤几率，也提高其生活质量。

近期发表于 Nature 的一篇文章基于脑-脊柱接口 (BSI) 技术在 SCI 患者中重建大脑和脊髓间的数字桥梁，使慢性四肢瘫痪患者能够在家中自然站立和行走，这种 BSI 由完全植入的记录和刺激系统组成，可在皮质信号之间建立直接联系以及针对步行产生的脊髓区域的硬膜外电刺激的模拟调制，高度可靠的 BSI 可在几分钟内完成校准，这种可靠性在一年内保持稳定，BSI 技术可使瘫痪患者自然控制其腿部运动，以站立，行走，爬楼梯，甚至穿越复杂的地形。

(2) 输入光信号的脑机接口技术——光遗传技术：2010 年光遗传学技术入选 Nature Methods“年度方法(Method of the Year)”。光遗传学(optogenetics)已经迅速发展成一项集遗传学、光学、细胞生物学和电生理技术等多学科交叉的脑-机接口技术，高时空分辨率和细胞类型特异性这两大优点使其能够对神经元进行非侵入式的精准定位刺激操作，为神经科学带来革命性的突破。多位点和多区域光刺激的柔性光遗传学装置可实现蜂窝级空间分辨率，同时该设备拥有紧凑、灵活的电路，能够进行多通道配置和无线传输，总重量为 1.31 克，光遗传学调节下的行为研究表明，该装置可无线调节自由运动动物的神经功能，为推进基础神经科学研究和脑-机接口的潜在应用提供了一个全面的平台。

超柔性微电极阵列 (Ultraflexible microelectrode arrays, MEAs) 可以在长期植入后稳定地记录大量神经元，这为理解神经回路机制和开发下一代脑-机接口提供了机会，超柔性 MEA 的实施需要以微创方式可靠地植入深部脑组织，并与光遗传学工具精确集成，以便同时记录神经活动和神经调控。

(3) 无创输入信号的 BCI 技术：经颅超声刺激 (transcranial ultrasound stimulation, TUS) 一种新型的非侵入性区域经颅脑刺激，其利用低频超声波的高穿透性，在大脑特定区域刺激或抑制神经活动，可以促进神经功能的恢复，对神经肌肉系统功能监测，通过实验还验证超声波刺激小鼠运动皮层增强了局部场电位 (local field potentials, LFPs) 和肌电图 (electromyogram, EMG) 信号之间的相位同步，这为评估超声对运动功能的神经调节作用提供了新的见解，从而支持了超声在以运动缺陷为特征的神经系统疾病中的治疗应用。但是 TUS 具有安全性风险，并且作用机制尚不明确，仍需进一步研究以掌握风险作用机制

和安全参数，由于 TUS 具有毫米级的空间分辨率，能深度控制并且与 fMRI 有良好兼容性，未来很可能成为新的工具，用于非侵入性评估和修改特定区域的大脑功能。

(4) 基于脑间质微循环的物理与化学复合技术：大脑功能取决于细胞水平上同时发出的电、化学和机械信号。因此除了电信号，负责建立大脑神经元之间联络的各类突触强烈依赖不同的神经递质及其他化学调控分子的作用，因此，未来脑-机接口领域的另一研究重点是基于脑间质微循环的物理与化学复合技术等。一直以来，脑部化学信息（药物）的有效输入是难点，由于血脑屏障的作用，大多数药物很难直接到达目的脑区发挥作用，即使少量可穿过血脑屏障的小分子药物也几乎没有靶向性。有研究利用 MRI 技术发现了脑间质系统的微循环规律与特点，研发了一种将药物和其他调控因子精准输入到目标脑区的方法，从而有效避开血脑屏障对大多数药物的阻隔作用，极大提高了药物的有效输运和治疗效果。

## 2、下肢步行康复机器人

(1) 精确性、主动性与智能化趋势：有关联合 BCI 技术、脑电图、肌电图和功能性电刺激等辅助技术的新型康复机器人系统设备逐渐开发出来，可提高人-机配合程度。其与传统机器人系统相比有着更好的临床疗效，未来有望成为临床应用的主流。随着 BCI 技术的完善与发展，未来康复机器人的控制系统应具有更佳精确性、灵活性、主动性，如在 BCI 技术中增加感觉反馈，模拟更加真实的使用体验，提高下肢康复机器人的智能化程度。今后的核心热点技术是基于 BCI 技术利用大脑主动意图识别与主动运动控制技术，实现患者大脑主动运动意图控制下的失能下肢主动运动，真正实现患者的独立行走与生活自理，在下肢外骨骼康复机器人研发领域具有革命性的意义，而目前全球仅日本 Cyberdyne 公司掌握该技术。在康复过程中，通过使用传感器实时监测患者的康复情况，以便制定更好的个性化治疗方案。

未来的辅助步行机器人还应具有一定的学习能力，以便适用于不同路况和不同患者的行走习惯。如利用虚拟现实（Virtual Reality, VR）或增强现实（Augmented Reality, AR）技术来提高下肢康复机器人的实用性及各项功能，已有研究证实带有 VR 技术的 Lokomat 机器人辅助步态训练可有效改善步态和平衡。

(2) 应用场景应社区化和家用轻量化：目前大多数康复机器人结构复杂且体积较大，从而导致成本过高、临床应用较少。软驱动器、柔性生物电子材料和无线数据采集系统等最新技术进步使得符合人体工程学、轻便和低成本的可穿戴康复设备的开发成为可能。借助于新材料及 3D 扫描打印技术等设计更为轻型化、微型化的康复机器人也是今后的发展趋势。

(3) 结合 5G 技术、3D 扫描打印技术开发康复机器人：随着国内 5G 技术、主动健康技术和 3D 扫描打印等技术的快速发展，利用 5G 无线高速网络传输、高频传输及稳定性强的优势，结合物联网的发展，这为下肢外骨骼康复机器人实时无线物联创造了成熟条件，同时，机器深度学习、AI 智能等技术的发展为下肢外骨骼康复机器人相关信息数据库的建设、大数据融合处理及智慧控制等功能的实现打下了技术基础，5G+智慧技术在下肢外骨骼康复机器人领域应用具有广阔的空间，是当前康复工程领域发展的必然趋势。

### 3、脊髓电刺激技术

目前硬膜外电刺激被广泛的应用脊髓损伤的康复治疗中，大多数硬膜外电刺激对运动恢复的研究都是针对腰椎段针对下肢运动及步行能力。硬膜外电刺激在改善脊髓损伤患者功能方面潜力巨大，部分学者进行了颈段硬膜外电刺激的植入试图对，如手部的如伸展和抓握活动等上肢功能的恢复进行探索性研。不仅如此，部分学者关注到了脊髓损伤后的呼吸肌功能障碍问题开始实施胸椎硬膜外刺激以增强呼吸功能和自主咳嗽的研究中。不仅如此硬膜外电刺激还被应用于改善脊髓损伤后出现自主神经功能障碍如对心血管功能、体温调节功能、体重组成、肠道功能、性功能和膀胱功能等方面的。

理论上上，脊髓刺激似乎具有巨大的潜力，通过单一的神经修复装置恢复多种神经功能但硬膜外电刺激并不能帮助恢复神经再生。因此，同时通过结合脑机接口技术进行“功能搭桥”或者搭配生物医学工程的干细胞支架和神经假体植入进行脊髓再生及替代，都可能很大程度提升目前单纯脊髓电刺激和康复训练效果。

### 4、神经再生技术

脊髓损伤是目前临床上最难治疗的创伤性神经系统疾病，继原发性损伤后，再出现一系列继发性损伤，包括出血、水肿、脱髓鞘、轴突和神经元坏死等。

损伤的脊髓很难修复和再生，传统疗法效果不佳。具有神经再生潜力的细胞移植成为 SCI 治疗的前沿，神经再生策略旨在替代脊髓中受损的细胞，而干细胞是一种具有分化成各种细胞（包括神经元）的潜能的细胞，它们通过安全有效地分化为神经元替换受损细胞，抑制炎症反应等来发挥治疗作用。脊髓损伤干细胞的移植策略主要包括外源性干细胞移植，内源性干细胞移植以及干细胞移植的联合治疗。但是细胞移植时也存在一些问题，例如当细胞通过原位注射或鞘内注射等方式移植时，可能会随着脑脊液的流动而被冲散，导致移植细胞不能有效的定植到损伤部位，且细胞存活率低，分化方向不定，阻碍了其临床应用。随着组织工程的迅速发展，生物材料可以调控损伤区域的微环境，同时为移植细胞提供结构支撑，引导细胞生长，促进环路重组，促进轴突再生，提高组织细胞的定植率等，从而改善脊髓损伤的功能。LvB 认为生物材料支持的间充质干细胞移植可改善微环境，增强脊髓损伤的细胞通讯，抑制继发性神经胶质瘢痕形成，促进了轴突纤维的髓鞘形成和突触的形成。因此联合治疗策略的有效性目前已经得到了验证，这比单一治疗显示出更大的治疗效果，因此将细胞移植和生物材料植入相结合，将会更有利于脊髓损伤的修复。

## 五、脊髓损伤康复界专家在国际学术组织任职情况

中国康复研究中心李建军教授任国际脊髓学会中国脊髓损伤学会主任委员。北京大学第三医院刘楠教授国际脊髓协会(ISCOS)会员、美国脊柱损伤学会(ASIA)会员。

## 六、亚专业主要病种康复研究的重大科学基础设施

主要包括：脑-机接口、下肢康复机器人、手功能康复机器人、踝足康复机器人、经颅直流电刺激、经颅磁刺激、悬吊训练、体外冲击波治疗、盆底肌控制训练、等速肌力评定与训练、步态评估及训练、姿势评估及训练技术、运动心肺评估、言语吞咽障碍评估和治疗、假肢矫形器适配等。

当前脊髓损伤治疗的基础设施根据可分为两类，一类为主被动活动设备，另一类为神经假体。脊髓损伤主被动活动设备方面各最重要和最常见的设备就是基于减重步行原理设计的各类型跑台及步行机器人，例如 Robomedica 下肢康复机器人、Gait trainer GT I 步态机器人等。此外机器人外骨骼技术的兴起扩充了原有的设备类型，例如，Lokomat 减重式外骨骼机器人、ReWalk 外骨骼步行机器人、大艾外骨骼机器人等。现阶段此类设备不在单纯的提供机械辅助，而是开始融合多种技术来改善治疗效果，例如 Ekso 外骨骼机器人就整合多种传感器及视觉反馈系统来辅助步行。神经假体又分为人造生物工程材料假体和被动神经假体两类。生物工程材料假体多是基于各类神经营养因子、人造干细胞、电纺纤维等实现对于损伤脊髓的再生及神经功能重塑，目前此类技术还局限于动物实验阶段。被动神经假体尤其是硬膜外电刺激是当前脊髓损伤康复最热点的研究方向，其被广泛应用在脊髓损伤后的疼痛、神经源性膀胱/直肠，肌张力异常，肢体运动功能等方面。

目前脊髓损伤神经再生的基础设施可分为两大类：一类是细胞移植，其中基于干细胞的移植被认为是一种很有前途的治疗策略，缘于它们具有自我更新和分化的特性。干细胞移植修复脊髓损伤的策略包括①外源性干细胞移植：移植外源性干细胞的策略又包括注射间充质干细胞或神经干细胞(neural stem cells, NSCs)到损伤部位；负载 NSCs 生物材料的移植；胚胎组织移植；工程神经网络组织或脊髓样组织的移植。②内源性干细胞的移植：当脊髓损伤后，内源性神经干细胞被激活、增殖并向病变部位迁移，主要分化为星形胶质细胞以修复受损组织。另一类是生物材料，生物材料如天然高分子蛋白质、胶原、纤维蛋白、透明质酸及壳聚糖等在组织再生修复中承担着“再生微环境”的作用，即调控干细胞、免疫细胞、组织特异性细胞的细胞行为并激活组织再生潜能，促进内源或移植干细胞的定植和分化，有效地促进脊髓损伤的修复与再生。研究者们将生物材料与细胞移植相结合治疗 SCI，已被证实取得了良好的疗效。

## 七、亚专业主要病种康复的国际比较

### 1、我国脊髓损伤康复的优势：

(1) 中西医结合：我国脊髓损伤康复中可结合中医学治疗，包括针灸和草药在内的结合，与传统康复方法相比对脊髓损伤患者更为有益的。

(2) 治疗成本：中国的医疗服务成本，包括康复，可能相对较低，比一些西方国家低。这可能使更广泛的人群能够接受脊髓损伤康复服务。

(3) 文化敏感性：中国的本地医疗服务提供者能对文化细微差别和偏好有更深入的了解，这令对脊髓损伤康复的个体，可提供更具文化敏感性和以患者为中心的护理。

(4) 研究与创新：中国一直在医学研究和技术创新方面进行重大投资。这种对研究的承诺可能导致脊髓损伤康复技术和技术的进步。

(5) 医疗专业人才的可用性：由于人口众多，中国拥有庞大的医疗专业人才储备，包括康复专家。这可能有助于提供足够的人员来满足患有脊髓损伤的个体的康复需求。

(6) 政府倡议：政府通过改善医疗基础设施和可及性的倡议对脊髓损伤康复服务产生积极影响。加强康复服务的政策措施有助于提高整体康复治疗的质量。

## 2、我国脊髓损伤康复的短板：

(1) 地区差异：中国在医疗基础设施和康复服务的可及性方面，不同地区可能存在显著差异。虽然大城市设有设备齐全的设施，但农村地区可能面临提供全面脊髓损伤康复服务的挑战。其他发达国家通常在城乡地区都能更一致地获得专业的脊髓损伤康复服务。

(2) 护理标准化：中国脊髓损伤康复实践的标准化是一个持续存在的问题。不同医疗机构在治疗方案的一致性和采用基于证据的实践方面可能存在差异。拥有完善医疗系统的西方国家通常在脊髓损伤康复方面采用更加标准化和以证据为基础的方法。

(3) 传统医学的整合：中国尽管整合包括针灸和草药疗法的传统中医治疗，虽然在某种程度上来说是一种优势，但在国际医学界的标准化和接受方面也可能存在挑战。而西方国家通常依赖基于证据的西方医学进行脊髓损伤康复，传统医学在主流治疗方法中可能扮演有限的角色。



(4) 技术基础设施：虽然中国在技术进步方面取得了一定进展，但在脊髓损伤康复的尖端技术的可获得性和可及性方面可能存在差异，特别是在不太城市化的地区。发达国家通常能广泛获得尖端技术，包括机器辅助治疗和神经假体等。

(5) 研究资金和合作：尽管中国一直在增加对医学研究的投资，但需要进一步的研究资金和与国际研究网络的合作，以保持脊髓损伤康复方面的前沿地位。在发达国家，成熟的研究机构和与全球网络的合作有助于推动脊髓损伤康复领域的持续研究和创新。

(6) 政策实施和监管：在中国，与脊髓损伤康复相关的政策实施和医疗实践的监管可能在一致性和执行方面面临挑战。而发达国家通常拥有健全的监管框架和建立的政策，以确保医疗实践的质量和安全性。

(7) 保险覆盖：中国在保险覆盖和报销机制的变化可能影响脊髓损伤康复服务的负担和可及性。而发达国家通常拥有更全面的医疗保障，包括支持脊髓损伤个体获得康复服务的保险计划。

## 八、拟采取的举措

### 1、对脊髓损伤康复的短板拟采取的举措

改善中国脊髓损伤（SCI）康复涉及解决医疗体系、基础设施、政策和社会态度等各个方面的问题。以下是一些建议，可以有助于加强中国脊髓损伤康复：

(1) 标准化康复方案：建立并推广脊髓损伤康复的标准方案，以确保在医疗机构间保持一致性和基于证据的实践。

(2) 投资培训和教育：为从事脊髓损伤康复的医疗专业人员提供培训计划，包括医生、物理治疗师、职业治疗师和其他相关专业人员。

(3) 促进研究与创新：鼓励和支持以脊髓损伤康复为重点的研究项目。这可能涉及研究机构、医疗服务提供者和产业之间的合作，以开发和实施创新治疗和技术。

(4) 提高可及性：提高脊髓损伤康复服务的可及性，特别是在农村地区。这可能包括扩大康复设施、确保受过培训的人员的可用性，并利用远程卫生服务进行远程咨询。

(5) 整合传统与现代医学：促进中西医结合，为脊髓损伤康复提供全面一体化的方法。这可能涉及在适当时结合传统中医疗法和传统疗法。

(6) 改善康复基础设施：升级和扩建配备先进设备和技术的康复设施。确保这些设施设计能够满足脊髓损伤个体的特定需求，包括可及性和适配设备。

(7) 提高公众意识：进行公众宣传活动，教育人们有关脊髓损伤、康复选择以及早期干预重要性的信息。减少污名化和增加理解可以促进对脊髓损伤患者的更好支持。

(8) 解决社会经济障碍：制定政策解决可能限制脊髓损伤康复可及性的社会经济障碍。包括改善保险覆盖、减少自费支出，并向有需要的人提供财政援助。

(9) 制定国家指南和政策：制定并实施专门关注脊髓损伤康复的国家指南和政策。这些指南应包括护理标准、患者权利和支持机制。

(10) 鼓励国际合作：促进与国际组织、研究机构和脊髓损伤康复专家的合作。知识和经验的交流有助于持续改进护理。

(11) 支持患者倡导：支持和鼓励患者倡导组织，以提高公众意识、提供支持网络，并倡导脊髓损伤患者的权益和需求。他们的参与可以促成政策变革和改善服务。

(12) 评估和监测进展：建立机制定期评估和监测脊髓损伤康复项目的有效性。收集有关结果、患者满意度和最佳实践遵循的数据，以指导持续的改进工作。

## 2、对脊髓损伤康复的机遇所采取的举措

(1) 技术创新：利用中国在技术和创新方面的专业知识，开发并实施脊髓损伤康复的尖端技术。这可能包括在机器人技术、虚拟现实、神经假体和远程医疗解决方案方面的进步。

(2) 中西医结合：利用中医丰富的传统，将中医疗法整合到脊髓损伤康复项目中。这可能涉及合作研究，探讨中医疗法与现代康复技术结合的疗效。

(3) 研究合作：促进与国际上在脊髓损伤康复领域领先的机构和研究人员的国际合作和伙伴关系。联合研究项目可以加速新治疗和疗法的开发。

(4) 专业中心的发展：建立配备先进设施、多学科团队和以患者为中心的专业脊髓损伤康复中心。这些中心可以成为研究、教育和全面护理的枢纽。

(5) 远程医疗和远程康复：充分利用远程医疗的潜力，增加对脊髓损伤康复服务的可及性，尤其是在偏远或服务不足的地区。远程康复计划可以增强随访护理，并为患有脊髓损伤的个体提供持续支持。

(6) 专业培训和教育：为从事脊髓损伤康复的医疗专业人员开发全面的培训计划。这不仅包括医生和治疗师，还包括护士、护理人员和支持人员。

(7) 公私伙伴关系：鼓励公共和私人领域之间的合作，投资于脊髓损伤康复基础设施、研究项目和创新技术的发展。公私伙伴关系可以帮助动员资源和专业知识。

(8) 政策倡导：倡导支持和优先考虑脊髓损伤康复的政策。这可能包括与政策制定者合作，确保充足的资金、保险覆盖和促进高质量护理的监管框架。

(9) 以患者为中心的护理模式：采用以患者为中心的护理模式，优先考虑脊髓损伤患者的个体需求和偏好。这包括个性化的康复计划、心理社会支持和患者参与决策。

(10) 早期干预项目：制定并推广脊髓损伤康复的早期干预项目。在脊髓损伤后及时而密集的康复可以显著影响长期结果。

(11) 数据分析和个性化医学：利用数据分析和个性化医学的力量，根据个体患者特征、遗传因素和治疗反应定制脊髓损伤康复计划。

(12) 全球研究和会议的领导地位：主办国际脊髓损伤康复的会议、研讨会和研讨会，展示进展，分享知识，并将中国定位为该领域的全球领导者。

# 帕金森病康复现状研究

西安交通大学附属第二医院

张巧俊 王玲

## 一、帕金森病康复的重大科学问题是什么？

帕金森病（PD）是常见的神经退行性疾病，随着年龄增长发病率增高，每年发病率从 5/10 万到超过 35/10 万。随着全球人口老龄化，PD 的患病率预计将急剧增加，预计 2030 年中国 PD 患者将占全球半数，并在未来 20 年内翻一番，为患者家庭和社会都带来巨大的经济和人力负担。

PD 康复领域核心科学问题是：第一，目前大量研究显示帕金森病是一个全身性疾病，运动系统症状和非运动系统症状涉及全身各系统，临床治疗和康复治疗复杂，影响因素繁多；第二，机制不明，现有的康复治疗技术多是参考脑卒中、脑外伤而来，那么 PD 针对性的康复治疗技术是什么尚不清楚。

因此，PD 康复领域的重大科学问题是：第一，深入了解 PD 神经生物学机制研究、康复机制研究；第二，加快构建 PD 预防与康复技术体系，以循证医学为依据，选择有效技术、找准科学问题、开展集智攻关，不断提升我国 PD 预防与康复整体水平。

## 二、帕金森病康复治疗的关键技术问题是什么？

PD 应该全程康复介入，不同病程阶段有不同康复目标，针对性个体化康复治疗措施非常重要。

PD 康复治疗的目的在于：在药物治疗的基础上，加强自我管理和参与，最

大限度地延缓疾病进展，改善各种功能障碍，提高功能独立性和整体适应性，尽可能减少继发性障碍和各种并发症，改善 ADL，最终改善 PD 患者的生活质量。

康复治疗应因人而异，需根据 PD 患者疾病严重程度及存在的各种功能障碍类型和程度，制定个体化康复目标和针对性康复治疗措施。对于**早期患者**，以自我管理和促进积极主动的生活方式为主；对于**中期患者**，以进行主动功能训练，维持或提高活动能力和预防跌倒为主，尤其是平衡、步态和上肢功能活动训练；对于晚期患者，以维持心肺等重要器官功能为主，同时避免压疮、关节挛缩和静脉血栓等并发症，及时进行床上或轮椅上的体位变换，以及辅助下的主动运动训练。

### 1、针对帕金森病有高证据支持的有效的运动疗法

2014 欧洲发布了有关帕金森病物理治疗的指南，该指南以国际功能、残疾和健康分类(International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF)为理论指导，确定了帕金森病的核心功能障碍为体能、转移、手活动、平衡和步态方面的障碍，另外该指南除关注以上核心功能障碍外也对疼痛、呼吸功能的管理给予了相应的建议。**在评估方面**，指南根据相应功能障碍给出相应的评估手段，如跌倒评估可选择跌倒史问卷、新冻结步态问卷、活动平衡信心和国际跌倒功效量表，平衡障碍可选择改良的帕金森病活动量表、Berg 平衡量表、起立-行走计时试验、简易平衡评定系统测试和五次坐立试验步态评估可选择 6min 步行试验和 10min 步行试验；**在治疗方面**，指南强调多种训练方式综合干预，一方面治疗师可在常规物理治疗方法的基础上增加跑台训练、舞蹈太极、扳机点按摩等训练方案，另一方面治疗师可选择运动学习、双重任务训练、动作观察和运动想象及运动策略训练等多种治疗手段。

2018 年我国发布了帕金森病中国专家共识，制定了基于 ICF 的 PD 康复流程。在运动障碍**评估方面**，指南给出了相应的评估手段，原发性功能障碍评定方面，姿势平衡障碍可选择 PD 活动量表、Berg 平衡量表、简易平衡评定系统测试、功能性前伸试验、5 次坐立试验、起立-行走计时试验、步态障碍可选择 10 米步行试验、6 分钟步行试验、新冻结步态问卷进行评定，也可应用三维步态分析进行定量评定；手功能活动障碍还可选择简易上肢功能检查和九孔柱测试；**在治疗方面**，指南提到基本康复训练方法，包括放松训练、关节活动范围训练、肌力训练、

姿势训练、平衡训练、步态训练、转移训练及手功能活动训练。另外特异性康复训练方面，包含双重任务训练及运动策略。

2020 年 Danique 等在 *Neurorehabilitation and Neural Repair* 杂志上发表了有关 PD 运动疗法的 meta 分析，该研究纳入 191 项随机对照研究，共 7998 例受试者，评估了传统及新的运动疗法对 PD 患者的有效性。研究发现：传统运动疗法能明显改善 PD 患者的运动症状、步态以及生活质量；抗阻训练、医用跑步机可改善步态，策略训练可改善患者的平衡和步态；跳舞、北欧式步行、平衡及步态训练、武术可改善患者的运动症状、平衡能力及步态；健身游戏可改善平衡能力及生活质量；水疗可改善平衡能力；然而，双重任务训练无法改善患者的任何结局指标。

虽目前有国内外指南及共识肯定了运动疗法在 PD 康复中的重要作用，但仍缺乏高级别证据支持的，有效的运动疗法，且不同种类运动疗法的运动强度、频次、运动时间存在较大异质性。

## 2、非侵入性神经调控技术 rTMS 治疗方案制定

重复经颅磁刺激 (repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS) 作为近年发展起来的新型研究及治疗手段，具有无痛、无创、操作简单及安全可靠等优点，临床研究证实可改善 PD 患者的运动及非运动症状，提高生活质量，有可能成为 PD 重要的非药物治疗手段，但尚缺乏高质量循证证据的研究结果，且治疗方案缺乏一致性，需要进一步深入研究。

2021 年我国制定了 rTMS 治疗 PD 的指南。该指南对 PD 运动症状（包括运动迟缓、姿势和步态障碍、冻结步态）、非运动症状（包括抑郁、焦虑、认知功能障碍、睡眠障碍、淡漠、自主神经功能障碍）及异动症、吞咽功能障碍、冲动控制障碍的 rTMS 治疗方案进行了推荐，但是均需要高质量大样本的临床研究进行证实，且目前国内外有多项针对 rTMS 治疗 PD 运动症状及非运动症状的临床试验正在或准备开展，因此非侵入性神经调控技术 rTMS 治疗方案的制定是 PD 康复治疗的关键技术问题。

## 三、帕金森病康复的目前研究水平

## 1、高水平研究成果

### 中国：

① 中国在 2018 年发布了《帕金森病康复中国专家共识》。共识的主要内容包括：ICF 下 PD 康复的主要流程、PD 功能障碍的评定、PD 的康复治疗（运动功能康复、非运动功能康复及其他康复技术：神经调控、虚拟现实以及传统中医药疗法）及 PD 综合康复管理。

② 中国在 2021 年发布了《中国帕金森病重复经颅磁刺激治疗指南》，为临床提供更安全更有效的治疗方案。

③ 2017 年 Lijuan Hou 在 Front Aging Neurosci 杂志上发表了《Exercise-Induced Neuroprotection of the Nigrostriatal Dopamine System in Parkinson's Disease》（Q1）

④ 2021 年 Kai-Wang 在 Front Aging Neurosci 杂志上发表了《Mind-Body Exercises for Non-motor Symptoms of Patients With Parkinson's Disease: A Systematic Review and Meta-Analysis》（Q1）

⑤ 2021 年 Wei Wei 在 J Affect Disord 杂志上发表了《The efficacy of repetitive transcranial magnetic stimulation on emotional processing in apathetic patients with Parkinson's disease: A Placebo-controlled ERP study》（Q1）

⑥ 2022 年 Wenye Yu 在 Front Mol Neurosci 杂志上发表了《The mechanism of exercise for pain management in Parkinson's disease》（Q1）

⑦ 2023 年 Ping-an Zhu 在 Front Aging Neurosci 杂志上发表了《Efficacy of Tai Chi on lower limb function of Parkinson's disease patients: A systematic review and meta-analysis》（Q1）

⑧ 2023 年 Shengyu Dai 在 Front Physiol 杂志上发表了《Effects of aquatic exercise on the improvement of lower-extremity motor function and quality of life in patients with Parkinson's disease: A meta-analysis》（Q1）

### 国外：

① 2014 年 Erin R. Foster 等在 American Journal of Occupational

Therapy 上发表了《Systematic Review of the Effectiveness of Occupational Therapy - Related Interventions for People With Parkinson' s Disease》(Q1)

② 2020 年 Danique L. M. Radder 等在 Neurorehabilitation and Neural Repair 杂志上发表了《Physiotherapy in Parkinson' s Disease: A Meta-Analysis of Present Treatment Modalities》(Q1)

③ 2020 年 Sabine Schootemeijer 等在 Neurotherapeutics 上发表了《Current Perspectives on Aerobic Exercise in People with Parkinson' s Disease》(Q1)

④ 2020 年 Qiang Zhang 等在 Neurotherapeutics 上发表了《Approach to Cognitive Impairment in Parkinson' s Disease》(Q1)

⑤ 2021 年 Kishoree Sangarapillai 等在 Neurorehabilitation and Neural Repair 杂志上发表了《Boxing vs Sensory Exercise for Parkinson' s Disease: A Double-Blinded Randomized Controlled Trial》(Q1)

⑥ 2022 年 Giuseppe Cosentino 等在 Journal of Neurology 上发布了《Consensus on the treatment of dysphagia in Parkinson' s disease》，参与共识制定的国家有：意大利、美国、西班牙、英国、新西兰、希腊 (Q1)

⑦ 2022 年 Miriam R Rafferty 等在 Curr Neurol Neurosci Rep 发表了《Frameworks for Parkinson' s Disease Rehabilitation Addressing , When, What, and How》(Q1)

⑧ 2022 年 Martin E. Johansson 等在 ANN NEUROL 上发表了《Aerobic Exercise Alters Brain Function and Structure in Parkinson' s Disease: A Randomized Controlled Trial》(Q1)

## 2、高层次人才队伍：

### 中国：

- (1) 乐卫东教授，中国康复医学会帕金森病与运动障碍康复专业委员会顾问，现任四川省人民医院学术委员会副主任，神经病学研究所所长，电子科大医学院副院长；从事神经病学临床、教学和研究 35 年，其中在美国贝勒医学院工作 24 年，任该学院神经病学教授，帕金森病研究中心主任；曾任上海交大



医学院神经病学教授，神经病学研究所所长，中科院百人计划研究员，大连医科大学终身教授，临床学科带头人。在神经退行性病的临床和研究取得了国际公认的成就。在《Nature Genetics》、《Science》、《PNAS》、《Autophagy》、《Brain》、《JAMA》、《Annals of Neurology》等国际重要学术杂志上发表 SCI 收录论文 250 余篇，连续 6 年入选国际评估机构 Elsevier 发布的神经科学领域“高被引”中国学者榜单。主编专著 10 部。在美国获取 23 项国际研究基金资助，包括 3 项 NIH 的 R0-1 研究基金。在国内主持二项国自然重点、5 项面上项目，主持或参加 4 项 973/863 项目。2020 年参与制定《中国帕金森病治疗指南》。

(2) 邵明教授，广州医科大学附属脑科医院神经康复科首席专家。中国康复医学会常务理事、中国康复医学会帕金森病与运动障碍康复专业委员会名誉主任委员、中华医学会帕金森病与运动障碍学组委员，中国临床神经病杂志编委，中华神经科杂志通讯编委。2004 年，在广州医科大学第一附属医院创建了全国第一个多学科融合模式的帕金森与运动障碍疾病诊疗中心，开展脑 DBS(深部电极植入)治疗帕金森病与运动障碍疾病。曾获得四川省优秀院长、四川省神经学科带头人、四川省有突出贡献中青年专家等荣誉称号。曾担任广医第一附属医院的神经内科主任、四川省康复医院的院长。2018 年参与制定我国《帕金森病康复中国专家共识》，2020 年参与制定《中国帕金森病治疗指南》，2022 年主编《帕金森病康复指南》，该书共有八个章节，共计 60 余万字，汇集了我国在帕金森病多名资深专家共同完成。从帕金森病的基础到临床，尤其是对帕金森病的康复治疗做了系统而详细的介绍，并根据循证医学的原则，把现有帕金森病的康复理念和康复技术介绍给广大临床工作者，对我国的帕金森病的康复治疗将起到规范和指导作用。

(3) 陶恩祥教授，现任中国康复医学会帕金森病与运动障碍康复专业委员会主任委员，广东省健康管理学会帕金森病与运动障碍疾病 MDT 专委会主任委员、中国医师协会神经病学分会帕金森病与运动障碍专业委员会委员、中华医学会神经病学分会帕金森病与运动障碍专业委员会、广东省神经病学分会委员、广东省老年医学分会常委、广东省医学会帕金森病与运动障碍学组副组长、广东省保健协会抗衰老与脑变性病防治分会主任委员、国际运动障碍协会会

员。《中华脑科疾病与康复杂志》编委&《中华医学杂志英文版》《中华神经科杂志》审稿专家等。获得广东省科技进步二等奖、卫生部和教育部科技进步一等奖。主持国家级、省部级基金 17 项，发表论文 100 余篇，在国际 SCI 杂志发表论文 25 篇。2018 年参与制定我国《帕金森病康复中国专家共识》，2020 年参与制定《中国帕金森病治疗指南》，2022 年作为主编之一出版专著《帕金森病康复指南》。

- (4) 张巧俊教授，西安交通大学第二附属医院康复医学科主任，现任中国康复医学会吞咽障碍康复专业委员会主任委员、中华医学会物理医学与康复医学分会委员、中国医师协会康复医师分会常务委员等。张巧俊教授团队近 20 年来一直致力于 PD 的神经生物学机制和康复治疗的研究，先后获得国家自然科学基金项目十多项，研究发现基底神经节传出核团黑质网状部内侧部和外侧部在 PD 功能障碍的病理生理学机制中发挥不同的作用，脚桥核、丘脑背内侧核等基底神经节相关脑区参与 PD 功能障碍的发生，提示这些脑区可能是临床治疗 PD 的新“靶点”；揭示了 NA 递质系统功能紊乱涉及 PD 功能障碍的发生，并导致黑质网状部、底丘脑核和内侧前额叶皮层等脑区的神经活动异常，为探索去甲肾上腺素受体类药物在 PD 临床治疗中的价值提供了实验资料；阐明了 5-HT 递质系统参与调节底丘脑核、内侧前额叶皮层的神经活动，且在 PD 状态下上述脑区中多种 5-HT 受体亚型表达下调和/或功能失调，发掘了 5-HT 受体类药物在 PD 临床治疗中的潜在价值以及神经调控靶点选择；明确了纹状体 NA 的实时释放水平异常以及内源性大麻素系统信号通路相关基因下调涉及左旋多巴相关异动症的病理生理学机制，探讨了左旋多巴相关异动症发生的神经化学机制和分子机制，指明了药物治疗和基因治疗的新方向；发现了 MMSE 联合事件相关电位可以早期发现 PD 认知障碍，提高了 PD 认知障碍的早期诊断率和治疗率。发表 SCI 和 MI 收录论文 50 多篇，多篇论文被国际最具学术影响力期刊《PNAS》、《JOURNAL OF NEUROSCIENCE》等正面引用。“帕金森病功能障碍的发生机制、评定及治疗研究”获 2018 年陕西省科技进步 2 等奖。近年来聚焦于非侵入性神经调控技术在 PD 功能障碍的作用及机制研究，获得了 3 项国家自然科学基金项目“海马 Fyn 激酶在 iTBS 调节 PD 认知障碍中的作用及机制研究”、“外侧缰核钙通透 AMPA

受体在 tDCS 调节 PD 抑郁中的作用及机制研究”及“小脑齿状核钙通透 AMPA 受体在 iTBS 调节 PD 异动症中的作用及机制研究”。取得部分研究结果：1 次序列 iTBS 可改善 PD 相关抑郁，这与内侧前额叶皮层的振荡活动改变及 5-HT 水平升高相关；3 次序列 iTBS 增强 PD 认知功能，这涉及内侧隔-海马系统的 GABA 能神经通路的激活及相关  $\theta$  节律的增强；tDCS 改善 PD 相关抑郁，这与内侧前额叶皮层电活动及 AMPA 受体表达改变有关。发现了黑质纹状体通路变性导致外侧缰 (LHb) 中突触前、后 GABAB 受体以及 Kv7.2 亚单位的 M 型钾离子通道的功能和/或表达异常，其中前者参与了 PD 相关焦虑的调节，并且突触前、后受体分别发挥了不同的作用；后者通过调节 LHb 的钾离子通透性参与了 PD 相关工作记忆障碍的调节。相关研究成果发表于 Neuropharmacology、Brain research 和 Frontiers in neuroscience 等国际知名杂志。牵头制定《中国帕金森病吞咽障碍康复专家共识》。

#### 国外：

帕金森病康复领域发文量最多的是美国、意大利和英国，其中 Bastiaan R Bloem 教授（荷兰奈梅亨 Radboud 大学）（<https://www.michaeljfox.Org/researcher/bastiaan-r-bloem-md-phd-frcpe>）、Alice Nieuwoer 教授（比利时 Leuven 大学）（<https://gbiomed.kuleuven.be/english/research/50000743/50000744/nr.htm>）、Giuseppe Frazzitta（意大利）

（<https://www.mirtparkproject.com/dott-frazzitta>）三位作者在帕金森病康复领域发表的文献最多。其中 Alice Nieuwoer 等发表的《Cueing training in the home improves gait-related mobility in Parkinson's disease: the RESCUE trial》被引频次最高。发文量前三位的机构是 Radboud University, Nijmegen、Katholieke University of Leuven、La Trobe University。

#### 四、帕金森病康复的国际前沿/发展趋势是什么？

运动训练、可穿戴设备、虚拟现实和神经调控技术作为研究者关注的重点。针对帕金森病患者的异常运动模式尝试更精确、更客观、更个性化的康复方法，在给予患者更优体验的同时提升康复效果。远程模拟真实的物理治疗行为，针对

帕金森病患者的运动情况设置不同难度任务，提供准确、个性化和及时的任务更新推荐。可穿戴式传感器装置可自动和定量检测、评估帕金森病患者的步态，不仅可以帮助医生了解患者情况、做出决策，还能显示短期康复对步态的积极影响。传感器的应用也可用于对帕金森病患者的精细运动、运动迟缓或震颤迹象的检测，便于对其开展个体化干预。在未来的研究中，针对传感器精确度、兼容性的开发及优化有待提高，并且进一步将传感器的应用融入到患者的日常生活中，辅助帕金森病康复。

在 PD **康复机器人技术**当中，“脑—肌—肢”协同的专病康复技术是发展趋势，通过从“脑—肌—肢”等多个层面上采集患者数据进行分析，可以实现实时、量化的病情评估；基于定量评估结果，可以在“脑—肌—肢”多个层面上对患者进行联合干预，并根据量化康复效果实时调整个性化康复策略，最终获得更优的康复效果。

**非侵入性神经调控技术**应用于 PD 康复得到关注，并取得较好的效果，rTMS 用于 PD 运动障碍和精神情绪障碍治疗得到国内外指南推荐，但治疗方案缺乏统一，高质量证据研究不多，需要深入进一步研究。

**远程医疗**是利用互联网等通信技术进行的一种诊疗方法，正逐渐应用于帕金森病患者居家康复中 PD 患者在居家康复训练时，面临着对康复训练认识不足、锻炼依从性不高以及缺乏鼓励与支持等问题。远程医疗超越了以电话随访为主，只能通过语言交流了解患者训练的进度和效果的传统院外指导的交流方式，有可能给患者带来更多的益处：首先，医生可以观察患者的日常生活后进行诊疗活动，这样更能根据患者个人情况进行医疗支持，从而较好地解决患者自主训练效率不高以及训练依从性低等问题，提高了患者的康复效率；其次，患者有安全感，家人和医疗照护者也可以跟医生及时联系，有利于增加相互信任。由此可见，基于互联网建立远程康复平台能够将患者与专业医师连接，由专业医师对开展自主训练的患者进行指导，未来远程医疗可能是一种有效的 PD 居家康复护理干预方式，满足了患者治疗需求，可以尝试应用于 PD 患者的居家康复训练中。

## 五、帕金森病专家在国际学术组织任职情况

1. 陈生第教授：国际神经病学联盟帕金森病研究委员会委员、国际运动障碍疾病学会及美国神经科学学会会员
2. 商慧芳教授：国际帕金森和运动障碍病协会亚太地区领导委员会领导
3. 陈彪教授：国际帕金森和运动障碍病协会亚太地区执委会委员
4. 张宝荣教授：国际运动障碍学会亚洲和大洋洲分会理事

## 六、帕金森病康复研究的重大科学基础设施

1、基础研究设备：行为学、神经电生理学、神经药理学、神经化学、分子生物学、光遗传学和化学遗传学。

2、临床研究：fMRI、近红外脑功能成像、脑机接口、虚拟现实技术、TMS、tDCS 等。

## 七、帕金森病专家在国际合作交流情况简介

1. 商慧芳教授：
  - 2019 年国际帕金森病和运动障碍疾病大会：“Genetic tools in the diagnosis of movement disorder”专题发言。
  - 2017 年 11 月 12-15 日，第 22 届世界帕金森病及相关疾病大会（XXII World Congress on Parkinson’s Disease and Related Disorders）在越南胡志明市召开，商慧芳教授作了题为《The Most Relevant Advances in Genetic Testing in Movement Disorders》的专题报告。
2. 陈生第教授：
  - 2017 年第 21 届国际帕金森病及运动障碍学术会议：陈生第首次选为 MDS 执委委员。
  - 第六届亚洲和大洋洲帕金森病与运动障碍会议（AOPMC）。
3. 张宝荣教授：
  - 2017 年第 21 届国际帕金森病及运动障碍学术会议：张宝荣首次被选为 MDS 亚太地区理事。

- 第六届亚洲和大洋洲帕金森病与运动障碍会议（AOPMC）。
- 4. 肖勤教授：
  - 2020 年国际帕金森病与运动障碍疾病大会：《营养、微生物与帕金森病（Nutrition and Microbiome in Parkinson's Disease）》的专题报告。

## 八、帕金森病康复的国际比较：

### 1、比较结果：优势是什么？

我国帕金森病康复的优势在于：我国康复事业发展迅速，20 世纪 50 年代在华西大学医院开展物理治疗、作业治疗，引入现代康复医学，发展康复医学是保障人民生命健康的国家战略，2009 年国家明确提出“注重预防、治疗、康复三者的结合”，2016 年全国卫生与健康大会上习近平总书记指出，努力实现残疾人“人人享有康复服务”的目标，2021 年 6 月国家卫生健康委员会、国家发展和改革委员会等八部委联合发布了《关于加快推进康复医疗工作发展的意见》，在各级政府和社会力量的支持下，国内康复医学学科在学科方向、人才培养、科学研究、学术交流、标志性成果等方面都得到了较快发展；发表文章、获得经费资助的课题数和总费用呈逐渐增长趋势，支持力度逐年加大；患者人群数量大的优势，可以通过多中心、临床大数据研究得出更可靠的研究结果；2022 年已经成立了中国康复医学会帕金森病与运动障碍康复专业委员会第二届委员会。

### 2、比较结果：短板是什么？

欧洲国家根据循证医学证据制订的帕金森病康复指南提供了科学可行的实践方案，我国于 2018 年 4 月首次发布了帕金森病康复中国专家共识，尚未有相应的指南发布。有关帕金森病康复研究发文量前三位的是美国、意大利、英国。另外，荷兰、比利时、意大利的三位作者发文最多，高水平论文多。

短板：帕金森病与运动障碍康复体系不完善，尚在起步阶段；帕金森病与运动障碍康复专业人员屈指可数，与我国当前经济实力在世界的地位无法相提并论；教材编写、科学研究、标准制定、专业培训、学术活动、国际合作都很少；各级医疗机构各个专业内及相互间的认识及水平存在较大差别，甚至神经内科医师对帕金森病康复都鲜有重视；政策层面和社会层面支持与理解少。

## 九、帕金森病康复拟采取的举措

### 1、对亚专业的短板/问题拟采取的举措。

加强和完善帕金森病与运动障碍康复体系建设；积极吸纳优秀中青年、技术骨干等加入到专委会，不断扩大帕金森病与运动障碍康复专业队伍；在学术交流方面积累了很多经验，要继续组织好本专业学术交流活动，在发布康复指南的基础上，还要编写共识、规范、标准和手册等技术文件，指导各医疗机构帕金森病康复工作开展。要围绕帕金森病与运动障碍康复主题，加强跨专业、跨学科交流，积极开展国际合作与交流，进一步提升学术引领力，扩大国际影响力；培育优秀人才，学科要发展，人才是关键。要围绕不同人群，设立不同项目，为学科带头人、中青年科技骨干和在校学生发展进步提供良好环境条件。

### 2、对亚专业的优势/机遇拟采取的举措。

借助我国康复医学事业高速发展的时机，探索并加快亚专业康复治疗人才培养；康复医学与工科、理科等多学科的交叉融合正成为近年来的研究趋势和热点，促进新型康复技术及设备的研发与应用，进一步推动帕金森病康复的发展；依托全体康复同仁的集体智慧与国家政策及社会支持，加强创新，加强三级康复网络体系构建。

## 缺血缺氧脑病康复现状研究

包头市中心医院

王宝军

### 一、缺血缺氧脑病康复的重大科学问题是什么？

**1、康复时机的选择：**缺血缺氧性脑病急性期生命体征不稳定，应以积极抢救生命为主，为后期康复治疗打下良好基础，待患者生命体征稳定且病情无进展时，尽早对患者进行适当的康复治疗，重视早期康复，最大程度的改善患者认知及恢复肢体功能；

**2、持续的康复治疗：**以往认为，脑损伤患者的神经修复最佳康复期在3个月以内，但近年来的研究认为，即使病程超过1年甚至更长的患者，持续的康复治疗仍可获得较好的效果，后期主要对患者进行必要的生活护理、支持治疗，提高其生活质量；

**3、患者及家庭成员的积极配合：**调动患者积极性，康复与治疗并进，动员家庭成员参与，最大限度地恢复患者认知及运动功能，提高其社会生活能力，回归家庭，回归社会。

### 二、缺血缺氧脑病康复的关键技术问题是什么？



**1、综合康复治疗为主：**缺血缺氧性脑病的康复是一个持续的过程，以综合康复治疗为主，包括高压氧、药物、针对大脑高级皮质功能和肢体运动、感觉功能障碍的康复训练，以及防治并发症和失用综合征等治疗措施，同时应加强营养支持、康复护理等；

**2、建立多学科团队工作模式：**缺血缺氧性脑病康复应建立以康复医生为主导的多学科团队工作模式，其成员组成可根据患者病情、病程或康复机构实际情况而定。首先进行全面、准确的康复评定，制订个体化的康复方案和目标；其次要进行全面综合的目标化管理；最后需要协调团队成员，适时调整康复方案和目标，通过各成员之间分工协作，最终实现提高患者生活质量的目的；

**3、重视患者心理康复：**对认知、运动功能等康复治疗的同时不能忽视患者心理的变化，部分患者会出现情感淡漠或具有攻击性、抑郁和焦虑等，在注重功能恢复的同时应密切关注患者的心理变化。

### 三、亚专业主要病种康复的目前研究水平

目前在 Pubmed、中国知网、万方及维普数据库检索到缺血缺氧性脑病康复相关高质量论文较少，其中 Pubmed 中检索到 Q1 区相关文章共 6 篇，影响因子最高 37.8，其中 1 篇在 JAMA Pediatr 收录，1 篇在 Circulation 杂志收录，检索到高质量中文相关论文共 10 篇；省部级以上科研成果鉴定 1 项，具体见下文：

1. Stock D, Jacob B, Chan V, Colantonio A, Cullen N. Change in Function Over Inpatient Rehabilitation After Hypoxic Ischemic Brain Injury: A Population-Wide Cohort Study. Arch Phys Med Rehabil. 2019;100(9):1640-1647. doi:10.1016/j.apmr.2019.01.012. IF: 4.3 Q1.
2. Topjian AA, de Caen A, Wainwright MS, et al. Pediatric Post-Cardiac Arrest Care: A Scientific Statement From the American Heart Association. Circulation. 2019;140(6):e194-e233. doi:10.1161/CIR.0000000000000697. IF:37.8 Q1.
3. Stock D, Cowie C, Chan V, Cullen N, Colantonio A. Determinants of

- Admission to Inpatient Rehabilitation Among Acute Care Survivors of Hypoxic-Ischemic Brain Injury: A Prospective Population-Wide Cohort Study. *Arch Phys Med Rehabil.* 2016;97(6):885-891. doi:10.1016/j.apmr.2016.01.007. IF: 4.3 Q1.
4. Douglas-Escobar M, Weiss MD. Hypoxic-ischemic encephalopathy: a review for the clinician. *JAMA Pediatr.* 2015;169(4):397-403. doi:10.1001/jamapediatrics.2014.3269. IF: 26.1 Q1.
  5. Groswasser Z, Cohen M, Costeff H. Rehabilitation outcome after anoxic brain damage. *Arch Phys Med Rehabil.* 1989;70(3):186-188. IF: 4.3 Q1.
  6. Gray JM, Kramer ME, Suskauer SJ, Slomine BS. Functional Recovery During Inpatient Rehabilitation in Children With Anoxic or Hypoxic Brain Injury. *Arch Phys Med Rehabil.* 2023;104(6):918-924. doi:10.1016/j.apmr.2023.01.018. IF: 4.3 Q1.
  7. 高飞,何静杰,刘丽旭,等. 缺血缺氧性脑病恢复期综合康复的疗效[J]. 中国康复理论与实践,2018,24(9):1090-1094. DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2018.09.021.
  8. 张淑云,张通. 缺血缺氧性脑病恢复期临床特征及ADL康复疗效[J]. 中国康复理论与实践,2003,9(7):431-432. DOI:10.3969/j.issn.1006-9771.2003.07.021.
  9. 张雪,柳军,许业松. 儿童失血性休克后缺血缺氧性脑病综合康复治疗1例[J]. 皖南医学院学报,2018,37(1):101-102. DOI:10.3969/j.issn.1002-0217.2018.01.033.
  10. 郑丽珊,罗友昌. 新生儿缺血缺氧性脑病的康复治疗[J]. 现代康复,2000,4(3):422. DOI:10.3321/j.issn:1673-8225.2000.03.095.
  11. 杨青美. 综合疗程治疗干预对新生儿缺血缺氧性脑病的康复影响[J]. 川北医学院学报,2016,31(3):373-376. DOI:10.3969/j.issn.1005-3697.2016.03.024.
  12. 陈瑶,何成奇. 基于国际健康功能与身心障碍分类的缺血缺氧性脑病综合康

- 复评估与治疗一例[J]. 华西医学, 2015, 30(7):1395-1396. DOI:10.7507/1002-0179.20150401.
13. 陈凯. 急性心肌炎致缺血缺氧性脑病患者的康复治疗一例[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021, 43(6):550-552. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2021.06.018.
14. 杜颖. 早期康复训练联合经颅磁刺激治疗恢复期新生儿缺氧缺血性脑病疗效分析[J]. 中国实用神经疾病杂志, 2014(11):111-112.
15. 李雅秋, 曹艳华, 付卫国, 等. 早期康复训练对缺血缺氧脑病早产儿发育影响的研究[J]. 实用预防医学, 2013, 20(2):203-205. DOI:10.3969/j.issn.1006-3110.2013.02.027.
16. 吴荣, 杜晓霞, 何静杰, 等. 缺血缺氧性脑病 91 例康复治疗分析[C]. //第十二届北京国际康复论坛论文集. 2017:585-586.
17. 许津莉, 孔令霞, 孙芳, 等. 缺血缺氧性脑病新生儿免疫功能变化及治疗中抚触的干预价值[Z]. 河北北方学院附属第一医院. 2012.

#### 四、亚专业主要病种康复的国际前沿/发展趋势是什么？

缺血缺氧性脑病(hypoxic-ischemic encephalopathy, HIE)是由于循环系统或呼吸系统障碍,导致脑供氧不足,从而造成脑组织的弥漫性损害。婴儿多见,成人报道较少。缺血缺氧性脑病患者可遗留各种功能障碍,包括意识、认知、情绪、吞咽、言语、大小便、运动功能以及平衡等,严重影响患者日常生活活动能力和生活质量。非婴儿期缺血缺氧性脑病的病因主要包括心源性猝死、窒息、中毒、严重中枢神经系统疾病、麻醉手术意外、代谢紊乱和恶性肿瘤等。发病后临床表现可分为急性昏迷期、去皮质状态期和恢复期。大部分患者预后较差,严重者可能导致死亡;对存活患者给予适当药物和康复治疗,可在一定程度上提高患者生活质量。但该病康复周期长且难度大,因此,在整个治疗周期中康复是至关重要的,同时也面临着巨大的挑战。

各国专家均提倡重视早期康复,调动患者积极性,动员家庭成员共同参与。康复应与治疗并进,康复是一个持续的过程,以综合康复治疗为主,包括高压氧、

药物、针对大脑高级皮质功能和肢体运动、感觉功能障碍的康复训练，以及防治继发感染和失用综合征等治疗措施，同时应关注心理康复、加强营养支持、康复护理、继发癫痫等的对症处理。缺血缺氧性脑病急性期生命体征不稳定，应以积极抢救生命为主，此期患者昏迷卧床，应注意良肢位的摆放，为后期康复治疗打下良好的基础。待患者生命体征稳定且病情无进展时可对患者进行适当的康复治疗。以往认为，脑损伤患者的神经修复最佳康复期在 3 个月以内，但近年来的研究认为，即使病程超过 1 年甚至更长的患者，持续的康复治疗仍可获得较好的效果。严重缺血缺氧性脑病患者处于植物状态，应利用有效的康复治疗及护理方法维持患者生命体征的稳定，预防并发症。对于恢复期患者，旨在改善患者认知功能，最大限度地恢复其运动功能，提高其社会生活能力，回归家庭，回归社会。

国际上建议缺血缺氧性脑病康复应建立以康复医生为主导的多学科团队工作模式，其成员组成可根据患者病情、病程或康复机构实际情况而定。首先进行全面、准确的康复评定，制订个体化的康复方案和目标；其次要进行全面综合的目标化管理；最后需要协调团队成员，适时调整康复方案和目标，通过各成员之间分工协作，最终实现提高患者生活质量的目的。

康复治疗前需进行常规全身状况评定、临床评估及康复评定，以了解患者的生命体征和全身各器官功能情况，有助于了解病情程度及对预后的判断。同时了解既往病史和用药情况，职业、兴趣爱好等个人史，家庭和社会支持，家属陪护的心理状况等。评估临床特殊问题的发生风险和严重程度，是否存在康复禁忌证。临床评估一般包括意识状态评价、脑电图、体感诱发电位、脑干诱发电位、头部 CT、核磁检查等。近年来建议将正电子发射型计算机断层显像(positron emission computed tomography, PET)与功能磁共振成像(functional magnetic resonance imaging, fMRI)应用到缺血缺氧性脑病患者中，可以提高该病预后预测准确率。另外利用功能性近红外光谱技术(functional near-infrared spectroscopy, fNIRS)单独或与核磁及脑电图联合使用可评估意识水平。经颅磁刺激联合脑电图技术(transcranial magnetic stimulation-electroencephalography, TMS-EEG)也可作为评估方法之一，提高意识评估的准确性。康复评定一般包含认知功能评定、身体功能评定、言语障碍和吞咽障碍的评定及日常生活活动(activities of daily living, ADL)能力的评定，常用的有蒙特利尔认知评估

(Montreal cognitive assessment, MoCA)、简易精神状态检查 (mini mental state examination, MMSE)、洛文斯顿作业治疗用认知评定 (Loewenstein occupational therapy cognitive assessment, LOTCA)、Fugl-Meyer 运动功能量表、Berg 平衡量表 (Berg balance scale, BBS)、功能独立性测评 (functional independence measure, FIM) 及 Barthel 指数 (the Barthel index of ADL) 等。另外情绪、心理评定及社会参与能力的评定越来越受到重视, 包括汉密尔顿焦虑抑郁量表等。

康复治疗的常规方法主要有高压氧疗法、认知功能训练、运动功能训练、言语吞咽功能训练、ADL 训练、呼吸训练、亚低温治疗、中医治疗、心理咨询和行为矫正治疗等。另外研究建议根据临床评估结果选择恰当的物理因子治疗, 以改善患者的症状和防治并发症, 物理因子通常包括温度刺激 (冷、热)、机械刺激 (超声波、冲击波、擦浴)、电磁刺激 (直流电、低频电、中频电、高频电、磁疗)、光 (红外线、紫外线、激光) 等。音乐疗法近年来也经常应用到缺血缺氧性脑病的康复治疗中, 通过激活相关脑网络来增强执行功能, 改善认知功能, 促进脑可塑性, 提高功能状态。近年来神经调控治疗缺血缺氧性脑病越来越受到重视, 尤其是无创神经调控治疗, 主要包括经颅磁刺激 (transcranial magnetic stimulation, TMS)、经颅直流电刺激 (transcranial direct current stimulation, tDCS)、正中神经电刺激 (median nerve stimulation, MNS)、经耳迷走神经电刺激 (transcutaneous auricular vagus nerve stimulation, taVNS) 等。TMS 通过电磁脉冲增强大脑皮质的兴奋性突触活动, 调节皮质兴奋性, 促进神经可塑性, 重复经颅磁刺激 (repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS) 是最常用的刺激模式, 一般认为高频 rTMS 具有皮质兴奋性效应, 低频具有抑制性效应。tDCS 利用低强度电流作用于特定脑区, 调节大脑皮质神经活动, 可能加强额顶网络皮质功能联系。MNS 通过刺激正中神经将神经冲动传导至脑干、丘脑及大脑皮质, 达到改善脑血流、兴奋脑干网状系统、提高皮质兴奋性等作用。taVNS 是一种新型的非侵入性脑刺激技术, 可能通过刺激迷走神经耳支, 进而通过孤束核、上行网状激活系统等激活突显网络、边缘系统和内感受系统等, 提高皮质兴奋性, 促进意识障碍的恢复。近年来康复机器人在临床上的应用增多, 研究发现在充分评估患者安全性后, 早期开展康复机器人辅助

下活动，如直立训练和肢体被动活动等，能预防和改善患者的临床症状，更重要的是，康复机器人辅助下的直立、被动活动训练结合音乐治疗、神经电刺激、运动意图识别与人机交互控制，能更有效地加速运动及认知功能的恢复，改善结局。另外，康复护理也是患者长期生存的关键，推荐重点关注患者体位、皮肤、营养等的管理，以及并发症的护理等。康复医生应对缺血缺氧性脑病患者进行全面综合的目标化管理，为每位患者制订个体化的管理方案和目标，涉及诊断、营养、呼吸、心率/血压、皮肤、尿便控制、运动/姿势控制、睡眠、个人卫生、家庭支持、出院计划、决策制定等方面。尽早介入康复是关键，可有效预防并发症，激活和提高残存功能，最大限度地恢复患者认知及运动等功能，提高其社会生活能力和生活质量。

## 五、本专业专家在国际合作交流情况简介

- 温箫. 成人缺血缺氧性脑病致吞咽功能障碍 3 例对比及其康复[C]//中国康复研究中心. 第七届北京国际康复论坛论文集（下册）. 2012:5. 探讨了 3 例成人缺血缺氧性脑病致吞咽障碍的共同特点及康复训练的方法与疗效，发现吞咽障碍治疗对于成人缺血缺氧性脑病有明显疗效。
- 李成长, 叶雯, 潘玲燕等. 运用 DDST 评估综合康复治疗对 HIE 的作用[C]//中国康复医学会儿童康复专业委员会, 中国残疾人康复协会小儿脑瘫康复专业委员会. 第五届全国儿童康复、第十二届全国小儿脑瘫康复学术会议暨国际学术交流会议论文汇编. 2012:1. 探讨了丹佛发育筛查量表 (Denver Developmental Screening Test, DDST) 对新生儿缺血缺氧性脑病的监测意义以及综合康复治疗对 HIE 的治疗作用，发现 DDST 作为 HIE 早期筛查量表，其筛查结果可评估综合康复治疗对 HIE 的疗效，降低小儿脑性瘫痪患病率。
- 常燕群, 易爱文. 早期干预改善 HIE 患儿吞咽障碍的疗效观察[C]//中国康复医学会儿童康复专业委员会, 中国残疾人康复协会小儿脑瘫康复专业委员会. 第五届全国儿童康复、第十二届全国小儿脑瘫康复学术会议暨国际学术交流会议论文汇编. 2012:1. 探讨了早期干预对 HIE 吞咽障碍患儿的康复疗效，发现早期干预可改善 HIE 吞咽障碍患儿的吞咽功能。

- 吉玲, 朱长连, 程秀永等. 全身系统亚低温治疗新生儿缺氧缺血性脑病的疗效分析[C]//河南省医学会, 国际继续教育组织. '2006 中国(郑州)国际临床神经病学学术研讨会资料汇编. 2006:1. 探讨了全身系统亚低温对新生儿缺血缺氧性脑病的远近期疗效评价, 发现全身系统亚低温对新生儿缺血缺氧性脑病有明显的近期和远期神经保护作用。
- 吴荣, 杜晓霞, 何静杰, 等. 缺血缺氧性脑病 91 例康复治疗分析[C]. //第十二届北京国际康复论坛论文集. 2017:585-586. 通过对 91 例缺血缺氧性脑病康复治疗分析发现缺血缺氧性脑病患者往往出现皮层、锥体系统、锥体外系统和小脑系统损害, 表现为认知、运动、构音障碍和情绪障碍. 经综合康复治疗, 患者的认知功能、步行能力、平衡功能和日常生活能力均可得到改善。
- 何怡. 脑外伤后缺血缺氧性脑病的言语康复 1 例[C]. //第 9 届北京国际康复论坛论文集. 2014:1002-1004. 以 1 例成人脑外伤后缺血缺氧性脑病患者为研究对象, 在语言学检查的基础上, 采用言语康复训练进行治疗过程. 2 个月后言语吞咽功能、肢体功能明显改善;5 个月后语速增快, 仍有震颤。
- 常燕群, 易爱文. 早期干预改善 HIE 患儿吞咽障碍的疗效观察[C]. //第五届全国儿童康复、第十二届全国小儿脑瘫康复学术会议暨国际学术交流会议论文集. 2012:374-374. 通过给予 HIE 患儿喂奶时中指托下颌上抬、口咽运动按摩训练、冰刺激训练、降低口部过敏反应训练等早期干预治疗, 发现早期干预可改善 HIE 吞咽障碍患儿的吞咽功能。

## 六、缺血缺氧脑病康复的国际比较

### 1、比较结果：优势是什么？

在缺血缺氧性脑病康复治疗中, 我国中医药疗法取得了显著效果, 包括中药、针灸、按摩治疗等。

### 2、比较结果：短板是什么？

(1) 我国综合康复管理实施差, 以康复医生为主导的多学科团队工作模式不完善, 康复时机选择不合理;

(2) 康复治疗的持续性差, 较多患者出院后康复治疗即停止;

(3) 对患者情绪心理康复重视度低。

## 七、缺血缺氧脑病专业拟采取的举措

### 1、对短板拟采取的举措。

(1) 推进康复与临床多学科合作模式，以患者为中心，根据患者病情、病程或康复机构实际情况而制定个体化的康复方案和目标，并进行全面综合的目标化管理，适时调整康复方案和目标，强化康复早期介入，将康复贯穿于疾病诊疗全过程，促进患者快速康复和功能恢复；

(2) 调动患者及家属的积极性，加强患者及家属对持续康复治疗的重视程度；加强基层医疗机构康复医疗能力建设，积极发展社区和居家康复医疗。鼓励有条件的医疗机构通过“互联网+”、家庭病床、上门巡诊等方式将机构内康复医疗服务延伸至社区和居家，为有服务需求的人群提供居家康复医疗、日间康复训练、康复指导等服务；

(3) 康复医生及患者家属注意关注患者情绪心理变化，定期评估，存在情绪和心理障碍的患者及时给予心理咨询和行为矫正治疗。

### 2、对优势/机遇拟采取的举措。

提升中医药疗法在缺血缺氧性脑病康复治疗中地位，加大中医药疗法宣传力度，充分发挥中医药在疾病康复中的重要作用。



## 臂丛神经损伤康复现状研究

郑州大学第五附属医院

李哲

### 一、臂丛神经损伤康复的重大科学问题是什么？

- 1、如何促进臂丛神经损伤术后手功能重建,从而提升患者的日常生活能力?
- 2、如何有效减缓臂丛神经损伤后患侧上肢肌肉不可逆萎缩?
- 3、如何为臂丛神经损伤患者制定规范化综合康复治疗方案?

### 二、臂丛神经损伤康复的关键技术问题是什么？

- 1、臂丛神经损伤神经移植术更安全的、有效的术式的探索；
- 2、臂丛神经损伤术后肌肉萎缩、神经病理性疼痛有确切疗效的药物研究；
- 3、臂丛神经损伤患者术后个体化、规范化康复治疗方案的制定。

### 三、臂丛神经损伤康复的目前研究水平。

1、上海华山医院手外科顾玉东院士是世界上用膈神经移位治疗臂丛神经损伤的第一人，也是健侧第 7 颈神经（C7）移位术的奠基者，使中国在臂丛损伤的诊治处国际领先地位。1970 年，顾玉东院士首次在临床上应用胸腔镜下膈神经移位修复术，该手术实现了 86.4%的功能恢复有效率，明显优于副神经、颈丛运动支、肋间神经移位术。1983 年，顾玉东创用多组神经移位（膈、副、肋间、颈丛运动支同时移位），治疗臂丛根性撕脱伤，优良率达 84.6%，对无法利用多组神经移位的病例又首创健颈移位，1990 年获国家科技进步二等奖。1986 年顾玉东院士首创健侧颈 7 神经移位术治疗全臂丛损伤，1993 年获国家发明二等奖，2005 年获国家科技进步二等奖。成果发表在《Neurosurgery》（2023 年影响因子：4.8；JCR 分区：Q1）。

2、中山大学第一附属医院骨科顾立强、刘小林教授团队首次将人类脱细胞神经同种异体移植物应用于臂丛神经损伤后颈 7 神经根移植，为修复上肢功能提供了一种安全的方法。研究发现，同种异体移植物长度 $\leq 30$  mm 组功能预后较好，推荐同种异体移植物长度 $< 30$  mm。且通过相关性分析，确定年龄、损伤与手术间隔、同种异体移植物长度是人类脱细胞神经移植物重建的独立预测因素。成果发表在《Journal of Neurosurgery》（2023 年影响因子：4.1；JCR 分区：Q1）；

#### 3、高质量论文：

- (1) Kaiming G , Jie L , Xin Z , et al. Outcome of partial contralateral C7 nerve transfer--results of 46 patients. [J]. Neurosurgery, 2011, 69(5).
- (2) Liang L , Jiantao Y , Bengang Q , et al. Analysis of human acellular nerve allograft combined with contralateral C7 nerve root transfer for restoration of shoulder abduction and elbow flexion in brachial plexus

injury: a mean 4-year follow-up. [J]. Journal of neurosurgery, 2019:1-11.

- (3) Li W , Wang S , Zhao J ,et al. Complications of contralateral C-7 transfer through the modified prespinal route for repairing brachial plexus root avulsion injury: a retrospective study of 425 patients. [J]. Journal of Neurosurgery, 2015, 122(6):1421-8.
- (4) Hsu H Y , Shieh S J , Kuan T S ,et al. Manual Tactile Test Predicts Sensorimotor Control Capability of Hands for Patients With Peripheral Nerve Injury[J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2016;97(6):983-990.

#### 四、臂丛神经损伤康复的国际前沿/发展趋势是什么？

臂丛神经损伤是世界医学难题之一，伴随各国医技康复专业人员对该病的重视和研究，特别在显微外科和临床解剖学的结合，电生理检测、超声波、影像学技术的介入都为臂丛神经损伤的诊断及治疗带来了重大发展。临床上对臂丛神经损伤患者主要是采用手术方式进行治疗，普遍认为手术的最佳时间是在损伤后3-6个月；牵引性损伤通常在3-6个月内自行愈合，如果自发恢复期结束神经功能仍未恢复，建议进行手术干预。而完全性撕裂、破裂和撕裂通常在此时间范围内无法恢复，建议早期手术干预。神经移植目前仍然是治疗臂丛神经损伤最有效的手术方法之一。常用的桥接神经有肋间神经、副神经、颈7神经等，并已从单组神经移位逐渐发展成包括膈神经、肋间神经、颈丛神经、副神经的在内的多组神经联合移植，从而达到多组神经功能同时恢复的目的。寻求一种简单、有效的手术方法，以最大程度恢复患肢运动功能，已经成为全世界关注的重点和难点问题。

早期康复治疗目的为促进神经再生和功能恢复，保护和恢复关节和完整肌肉的功能。目前臂丛神经损伤的康复治疗尚在规范化发展之中，国际公认手术治疗应与术后综合康复治疗相结合，康复治疗应采用综合治疗方法，如物理治疗、中医治疗、心理社会支持等辅助治疗方法，物理治疗方式包括运动疗法、电热疗法

和光疗、手法治疗和感觉重塑，然而。目前缺乏详细治疗参数的选择。未来臂丛神经损伤的康复将以促进术后手功能重建、并发症的处理、促进神经恢复及探索更安全有效的手术方法为重点，同时人工智能康复技术如脑机接口、虚拟现实技术、康复机器人将成为新的发展趋势。

## 五、臂丛神经损伤康复的专家在国际学术组织任职情况

顾立强教授：国际内固定学会（AO）中国创伤委员会华南区会长；国际内固定学会（AO）中国创伤委员会华南区会长；《Journal of Orthopaedics Trauma & Rehabilitation》编委。

## 六、臂丛神经损伤康复研究的重大科学基础设施

### 1、中山大学附属第一医院骨科研究所

中山大学附属第一医院骨科研究所是中山大学 985 计划筹建的实验室，肩负中山大学附属第一医院骨显微医学部实验室和东院中心实验室的职责。现有实验场地 620 平方米，包括力学研究室、生物材料研究室、组织工程研究室、分子生物学研究室、病理研究室和动物房六个功能区。实验室已购置价值 500 多万元的仪器设备，主要包括 MTS 生物力学测量仪、硬组织锯片机、冰冻切片机、石蜡切片机、普通及低氧培养箱、冷冻干燥机、荧光显微镜、荧光定量 PCR 仪、凝胶成像仪、高速冷冻离心机、超低温冰箱、脱水机、包埋机等。自 2004 年开展工作以来，获得国家 973 项目、国家 863 项目、国家自然科学基金、广东省自然科学基金、广东省科技计划项目等各级科研基金 30 多项，资助经费总额达 2000 多万元；共有 100 多位硕士研究生、博士研究生和博士后人员在骨科研究所完成课题研究；发表科研论文 200 多篇，其中 SCI 论文 70 多篇；获发明专利 4 项，实用新型专利 4 项。

### 2、卫生部手功能重建重点实验室

手功能重建重点实验室于 1995 年在原上海医科大学的资助下在成立，王澍寰教授担任学术委员会主任委员，顾玉东教授担任实验室主任。实验室为国际手外科

协会及国际内固定 A0 协会指定培训基地、教育部 211 重点学科及 985 重点学科、中华医学会手外科学会主任委员单位、中华医学会中华手外科杂志编辑部及总编辑单位、中华医学会手外科、显微外科培训基地、上海市手外科临床中心。实验室主要研究方向为：颈 7 移位最佳指征与术式的基础与临床研究的技术关键、胸腔镜切取膈神经的最佳指征与术式的基础与临床研究的技术关键、产瘫肩外展受限同步兴奋的病理机制与处理方法的研究的技术关键、手内部肌萎缩本质与防治方法的研究的技术关键、内窥镜治疗臂丛神经血管受压征的研究的技术关键。实验室年获得国家级科研基金 4-6 项，经费平均 250 万/年；年获得部市级科研基金 6-10 项，经费平均 150 万/年；年在国家级期刊发表论文 50 篇，其中在国际期刊发表 10 篇。

### 3、复旦大学附属华山医院康复医学科——手功能康复协作平台。

2015 年 1 月 31 日，上海电生理与康复创新战略联盟-手功能康复专业委员会成立。由复旦大学附属华山医院作为主委单位，联合全国多家康复专科医院及多家三级综合医院的康复医学科，复旦大学、上海交通大学、上海理工大学、上海海事大学、东华大学等多所著名高校，上海迈动医疗器械有限公司、中美合资江苏德长医疗科技有限公司、上海诺诚电气有限公司、上海朗信医学科技有限公司等多家康复企业，共同从“上肢的功能”问题汇聚“手功能”康复，筹建公共合作平台。平台围绕“手与上肢的功能问题”，从引起功能障碍的病因入手，集手术、康复评估、康复治疗、新技术产品研发等多角度，以严谨科学性为前提，兼顾科普性、可读性的原则，推出国内外的新成果、新方法，致力于打造集手术、康复、相关康复辅具及产品研发、市场推广、社区及家庭康复管理等于一体的“产、学、研、医、用”公益性协作和服务平台，在手功能康复专业范围内进一步细化、深入地推进手功能的康复。

## 七、臂丛神经损伤康复专家在国际合作交流情况简介

1、复旦大学附属华山医院手外科为国际手外科协会培训中心，国际 A0 协会手外科培训中心。“臂丛损伤诊治和基础研究”处国际领先水平，周围神经显微外科处国内领先、国际先进地位。医院注重与国外的学术交流，每年主办一系

列国际性的学术会议,并先后派出医教研及管理团队及个人赴美国、英国、法国、澳大利亚、丹麦、日本、香港、台湾等 40 余个国家和地区访问学习、参会交流。同时,医院助力“一带一路”倡议,推进国际合作,与捷克卫生部、勃罗夫卡医院开展双边合作,并加入“中国-中东欧国家医院合作联盟”。医院还与美国哈佛医学院、麻省总医院、梅奥医学中心、凯特琳医疗集团以及英国剑桥大学、加拿大 UBC 大学等知名学府建立了友好合作关系,旨在建设成为中国最卓越的临床医学和医学教育培训中心之一。

2、中山大学第一附属医院与 50 多个国家的顶尖高校、医疗机构持续深化合作,与美国哈佛医学院附属布莱根和妇女医院、丹娜法伯癌症研究院、乔士林糖尿病中心,在学科建设、人才培养、远程医疗等方面开展深度合作,这是哈佛大学医学院附属医院历史上第一次与中国大陆公立医院建立的落地到专科水平的大规模学术合作。与美国加州大学伯克利分校、戴维斯分校、CITRIS 研究中心合作创建世界上首家由学术机构主导的国际机器人手术培训中心,为国内及亚太地区培养引领未来外科方向的机器人手术专业医学人才。与欧洲医学教育联盟 (AMEE)、英国伯明翰大学、美国约翰霍普金斯大学医学院、香港中文大学等就人才培养、师资培训、临床研究等建立良好合作关系,并与伯明翰大学共建国际临床研究中心;与美国德州大学西南医学中心、英国牛津大学、新加坡南洋理工大学、日本东京大学等世界一流院校学科“结对子”,打造国际一流的创新研究团队。

3、复旦大学附属华山医院康复医学科为澳大利亚科廷大学海外教学基地,每年接收物理治疗 (PT)、作业治疗 (OT) 及言语治疗 (ST) 专业的交流生暑期和秋季各 1 期的带教任务。科内 12 名主治医师以上医师均在美国华盛顿大学和纽约州立大学上州医学院、意大利圣卡米诺康复医院等国外康复医学中心进修学习半年,参与康复中心的临床医疗工作,获得当地的临时行医执照,重点学习国外先进的康复医疗新技术;10 余名高年康复治疗师曾先后到美国、香港地区、台湾地区、日本等地进修学习康复治疗技术。通过国外的进修学习,吸收了最新的康复治疗技术,提升了学科整体的康复医疗水平。

## 八、臂丛神经损伤康复的国际比较

## 1、比较结果：优势是什么？

传统医学在臂丛神经损伤康复中具有独特的优势，目前国内研究表明，电针可提高关节活动度，有效刺激并促进神经再生，缓解疼痛，推拿对臂丛神经损伤术后的疼痛有很好的缓解效果并能改善术后感觉功能障碍，中药补益通络、活血化瘀的效果有利于神经再生和功能恢复。

## 2、比较结果：短板是什么？

国内臂丛神经损伤的康复治疗仍处于初步阶段，臂丛神经损伤尤其是新生儿臂丛神经损伤的精准定位、康复治疗方法的综合应用及预后评估仍缺乏大样本的研究，未来需进一步研究。

# 阿尔兹海默病康复现状研究

昆明医科大学第一附属医院

丁桃

## 一、阿尔兹海默病康复的重大科学问题是什么？

### 1、阿尔兹海默症的发明原因不清楚

AD在组织病理学上的特征性改变为 $\beta$ 淀粉样蛋白(B-amyloid protein,  $A\beta$ )

沉积形成的细胞外神经炎性斑块和过度磷酸化 tau 蛋白聚集形成的细胞内神经纤维缠结(neurofibrillary tangles, NFTs) A $\beta$  和 NFTs 被认为是 AD 疾病进展的主要参与者。但是什么具体原因会导致两种物质的产生尚不明确。

## 2、病理特征表现多样，不具有特征性

此外，还会出现神经丝、营养不良的神经突、相关的星形胶质细胞增生和小胶质细胞激活现象。上述病理改变会引起神经退行性变、突触和神经元丢失等后果，导致神经的宏观萎缩。有学者发现患者的头颅磁共振成像(Magnetic Resonance imaging, MRI)可见大脑内侧颞叶系统萎缩和海马体积缩小，并伴随脑沟扩大和脑回狭窄，由此验证了 AD 病理改变的萎缩结果。

## 3、发病机制不明确

A $\beta$  异常沉积是由于质膜上的一种完整蛋白即淀粉样前体蛋白 (APP) 被  $\beta$ -分泌酶 (BACE1) 和  $\gamma$ -分泌酶破坏，从而产生不溶性 A $\beta$  原纤维。然后 A $\beta$  寡聚，形成不溶性淀粉样纤维，最后聚集成斑块。A $\beta$  的聚合进一步导致 AD 患者体内的 tau 蛋白过度磷酸化，异常聚集形成不溶性的 NFTs。NFTs 的主要成分是过度磷酸化的 tau 蛋白 (p-tau)，具有神经毒性，可以破坏神经元结构，引起神经元之间的通信和信号处理异常，导致神经元凋亡。斑块和缠结聚集后会激活小胶质细胞和局部炎症反应，并导致神经毒性。

## 二、阿尔兹海默病康复的关键技术问题是什么？

1、群众对阿尔兹海默症康复存在理解误区。认为患有阿尔兹海默症后除了服药没有别的干预方式。然而，除了常见的药物干预之外，还有认知康复手段的介入，这一方法可以减缓患者认知能力丧失的速度。此外，心理康复也可以对患者本人及家属进行心理干预。

2、关于阿尔兹海默症的康复手段仍需要进行进一步探索。目前有研究指出运动干预疗法可以促进阿尔兹海默症患者认知相关神经元的细胞活性、增加神经细胞的抗凋亡能力，但由于阿尔兹海默症患者的年龄，进行运动疗法时需要考虑其自身基础疾病和身体状况，因此需要制定符合阿尔兹海默症患者个体的运动疗法。

3、需要增加对阿尔兹海默症的预防。由于对阿尔兹海默症发生的研究机制



尚不明确，所以对此疾病类型的预防会受到限制，也就限制了阿尔茨海默症预防康复技术的发展。

### 三、阿尔兹海默病康复的目前研究水平

Huihui Qi 等人最近的研究表明，默认模式网络（DMN）至少包括三个子系统：内侧颞叶（MTL）和背内侧前额叶皮层（DMPFC）子系统，以及包括前 MPFC（aMPFC）和后扣带皮层（PCC）的核心。此外，DMN 的破坏与阿尔茨海默病（AD）有关。

美国凯斯西储大学医学院 Jung-A. A. Woo 和 David E. Kang 研究团队通过体外和体内模型以及人类 AD 脑组织证明，X 连接的泛素特异性肽酶 11（USP11）通过赖氨酸-281 启动的 tau 去泛素化增强病理性 tau 聚集。泛素的去除为赖氨酸 281 和 274 处的酶促 tau 乙酰化提供了途径。USP11 逃脱了完全的 X 失活，雌性小鼠和人都表现出比雄性更高的 USP11 水平。在 tau 病小鼠模型中，usp11 的基因消除优先保护雌性免受乙酰化 tau 积聚、tau 病理和认知障碍的影响。USP11 水平也与女性的 tau 病理密切相关，但与男性无关。因此，抑制 USP11 介导的 tau 去泛素化可以提供一个有效的治疗机会，保护女性免受 AD 和其他 tau 病的增加。罗荣昇团队通过 PET、tau PET、结构 T1 加权磁共振成像、神经心理学评估和测量整个大脑的交感神经活动，发现 ALPS 指数与 PET 图像上淀粉样蛋白和 tau 的沉积呈负相关，与认知评分呈正相关。

可溶性和不溶性聚集性淀粉样蛋白  $\beta$  ( $A\beta$ ) 的积累可能启动或加强阿尔茨海默病的病理过程。Lecanemab 是一种人源化 IgG1 单克隆抗体，与  $a\beta$  可溶性原纤维具有高亲和力，卫材公司正在早期阿尔茨海默病患者中进行测试。

袁增强、潘瑞源等人的研究发现间歇性禁食（IF）改善了转基因 AD 小鼠模型（5XFAD）的认知功能和 AD 样病理。IF 通过显著富集益生菌如乳酸杆菌来改变肠道微生物组成。肠道微生物群组成的变化会影响代谢活动和代谢产物的产生。盲肠内容物的代谢组学分析显示，IF 导致碳水化合物代谢减少（例如葡萄糖）和氨基酸丰度增加（例如肌氨酸和二甲基甘氨酸）。IF 升高的肌氨酸或二甲基甘氨酸的给药模拟了 IF 在 5XFAD 小鼠中的保护作用，包括改善认知能力下降、淀粉样蛋白- $\beta$  ( $A\beta$ ) 负荷和神经胶质过度激活。因此，IF 方案可能是预防 AD

进展的一种潜在方法。

张志远教授和张志仁教授的研究团队发现，促红细胞生成素(EPO)通过 PPAR  $\gamma$  增加外周巨噬细胞的吞噬活性、A $\beta$  降解酶水平和 A $\beta$  清除率。红细胞生成素也被证明可以抑制 A $\beta$  诱导的炎症反应。外周巨噬细胞中 EPO 受体的缺失导致外周和大脑 A $\beta$  水平升高，并加剧 AD 模型小鼠中阿尔茨海默氏症相关的大脑病理和行为缺陷。此外，在老年 AD 模型小鼠的外周巨噬细胞中，红细胞生成素信号传导受损。外源性红细胞生成素使老年 AD 模型小鼠受损的 EPO 信号传导和外周巨噬细胞功能失调正常化，促进全身 A $\beta$  清除，并缓解疾病进展。促红细胞生成素治疗可能是阿尔茨海默病的一种潜在治疗方法。

沈璐团队采用孟德尔随机化(MR)研究使用大基因组关联研究的汇总数据评估了晚期年龄相关性黄斑变性(AMD)和 AD 之间的因果关系。没有发现任何证据支持晚期 AMD 和 AD 之间的双向因果关系，这对后续研究具有指导意义。

高层次人才队伍：叶克强：“国家重大人才工程”特聘专家，教育部“长江学者”讲座教授，湖北省“百人计划”入选者，美国优秀癌症研究学者奖获得者，美国杰出青年科学家奖获得者。丛丰裕，中国工程院“中国工程前沿杰出青年学者”。

#### 四、阿尔兹海默病康复的国际前沿/发展趋势是什么？

1、生物标志物：由于神经心理学在表征 AD 的认知变化方面发挥了关键作用。这提高了准确诊断 AD 并将其与其他痴呆症区分开来的能力，提高了识别疾病临床前/前驱期发生的细微认知变化的能力，并提高了跟踪疾病在衰老 MCI-AD 连续体中的进展的能力。AD 生物标志物开发的最新进展将改变这一作用。越来越多的诊断学家和研究人员将被要求使用一系列可用的生物标志物来识别特定个体认知变化的神经病理学决定因素，并在重大认知变化发生前的早期阶段检测神经病理学。随着对阿尔兹海默病病理生物学机制认识的不断深入，研究者正在寻找更多生物标志物，以便早期诊断和个体化治疗。个体化治疗将根据患者的遗传学、生物标志物和临床表现设计出更有效的诊断和治疗方案。

2、神经病理学特征表现：随着年龄的增长，临床诊断为“AD 痴呆”的神经病理学的异质性也在增加。Nelson 及其同事表明，AD 病理学的患病率随着年龄

的增加而增加，但在 90 岁左右达到平稳期；然而，痴呆症和其他疾病的患病率，如脑血管疾病或动脉粥样硬化性疾病，随着年龄的增长而继续增加。这一观察结果表明，在某些情况下，“AD 痴呆”只有在 AD 病理的亚阈值水平上添加其他病理后才会出现。这种病理异质性导致了神经心理学的异质性，使痴呆症的表征和鉴别诊断更加困难。未来，精准医学方法将允许靶向不同的病理表现，基因分析将允许评估各种疾病的多基因风险，神经心理学评估将确定不同的缺陷模式，反映不同病理对痴呆综合征的不同影响。

3、神经影像学表现：最近的一项研究表明，在 ADNI 队列中，被诊断为遗忘性 MCI 的个体在表现出的认知缺陷模式上具有很大的异质性，并且他们的缺陷与神经成像中皮层变薄的特定区域非常吻合。这些结果证明了神经心理学评估和神经影像学生物标志物相结合的潜在效用，有助于解释前驱 AD 的异质性表现。

(4)药物的开发与研究：针对阿尔兹海默病的特定病理特征，如  $\beta$  淀粉样蛋白和 tau 蛋白的异常聚集，研究者正加大力度研发靶向这些病理特征的药物，以延缓病情进展或改善患者的认知功能。由于与淀粉样蛋白病理学相比，tau 病理学与临床和认知能力下降的关系更为密切，并且可能比淀粉样蛋白更早在易感区域积累，因此改变 tau 的药物干预是较为有效的。

## 五、阿尔兹海默病康复专家在国际学术组织任职情况

1. 吕泽平：曾在日本熊本机能病院神经内科系研修和熊本大学 JICA 神经康复人才培养
2. 魏鹏绪：英国剑桥学者出版社咨询顾问，Neuroimage、Computer Methods and Programs in Biomedicine 等 SCI 期刊审稿专家。
3. 李娟，2001-2007 先后在瑞典斯德哥尔摩大学心理系、英国伦敦学院大学认知神经科学研究所、美国阿肯色医科大学老化研究所从事博士后研究工作。

## 六、阿尔兹海默病康复研究的重大科学基础设施

实验平台包括由“多模态认知神经影像平台”、“生理心理学实验系统”、

“认知与行为实验系统”和“动物实验中心”四大体系构成的公用实验平台，以及多个特色实验室，如人类嗅觉实验室、行为药理学实验室、视觉认知神经电生理实验室等，实验设施完善、功能齐全。

## 七、阿尔兹海默病康复专家在国际合作交流情况简介

2023 年阿尔茨海默病协会国际会议：礼来公司报告了多纳奈单抗治疗早期症状性阿尔茨海默病的 TRAILLAZER-ALZ 2 第 3 期临床试验最新的完整数据。Brent Aulston 博士开发了一种针对淀粉样蛋白前体蛋白（APP）的基因编辑策略，Aulston 称其为阿尔茨海默病中“具有核心和无可争议作用的基因”。APP 可以产生保护性（sAPP $\alpha$ ）或病理性（ $\beta$  淀粉样蛋白）的产物，这取决于它是如何被大脑中的各种酶切割的。奥尔斯顿的方法希望在增加神经保护作用的同时减少  $\beta$  淀粉样蛋白的产生。

Boris Kantor 的研究发现对一些人群来说，最重要的遗传风险因素之一被称为 APOE-e4，尽管遗传该基因并不能保证一个人会患上这种疾病。拥有一个 APOE-e4 拷贝会使患阿尔茨海默病的风险增加两到三倍。有两个 APOE-e4 基因会增加更多的风险：大约是八到十二倍。

## 八、阿尔兹海默病康复的国际比较：

### 1、比较结果：优势是什么？

美国：在医疗技术和科学研究方面具有领先地位，拥有丰富的研究资源和资金投入。

日本：拥有完善的长期照护保险制度和社会支持网络，关注老龄化和阿尔兹海默病患者认知障碍疾病的研究较为深入。

德国：在康复医疗技术和照护服务方面具有较高水平，注重家庭照护者的培训和支持。

法国：拥有较为完善的医疗保险系统和社会福利机制，注重康复医疗技术的创新和应用。

英国：发达的公共医疗系统和社会福利制度，注重康复服务的连续性和个性化定制。

俄罗斯：在一些科学研究领域具有突出成就，注重传统医疗和康复手段。

印度：部分地区注重传统医药与现代医疗的结合，康复手段多样化。

瑞士、瑞典、芬兰、韩国、新加坡、以色列等创新国家：医疗科技和康复研究领域具有较高水平，部分国家拥有完善的长期照护服务体系。

## 2、比较结果：短板是什么？

美国：医疗成本高昂，存在一些社会偏见和不足的长期照护服务。

日本：在医疗资源分配和个性化康复方面仍有改进空间。

德国：长期照护服务相对紧缺，部分地区医疗资源不均衡。

法国：长期照护服务的供给不足，对家庭照护者的支持有待加强。

英国：部分地区长期照护资源匮乏，康复服务的覆盖不均。

俄罗斯：医疗资源相对不足，长期照护服务体系不够完善。

印度：医疗资源不平衡，长期照护服务水平参差不齐。

瑞士、瑞典、芬兰、韩国、新加坡、以色列等创新国家：医疗资源集中在城市，农村地区长期照护服务不足；部分国家面临人口老龄化等挑战。

## 九、拟采取的举措

### 1、对短板拟采取的举措。

(1) 加大对医疗资源的投入，扩大医疗服务覆盖范围，提高医疗资源的配置效率，鼓励民间资本参与医疗资源建设。

(2) 建立更完善的长期照护服务体系，包括增加床位数目、拓展社区护理服务、提供家庭照护者的支持和培训等措施。

(3) 社会偏见和不足的长期照护服务：加强公众教育，促进对认知障碍疾病患者和家庭的理解和支持，推动社会舆论关注和政策倡导。

(4) 医疗成本高昂：通过政策调整和科技创新，降低医疗成本，推动医疗保险制度改革，提高患者的负担能力。

(5) 医疗资源分配不均：优化医疗资源配置机制，加大对农村地区和边远

地区的医疗资源投入，推动医疗服务均衡发展。

## 2、对优势/机遇拟采取的举措。

(1) 促进国际间的科研合作，共享研究成果和经验，加速康复医疗技术的创新和应用。

(2) 建立健全的长期照护保险制度，提高老年人和认知障碍疾病患者的社会保障水平。

(3) 加大对康复医疗技术的投入，鼓励科研机构和企业加大康复医疗器械和药物的研发力度。

(4) 推动国际间的医疗人才交流和培训，提高各国医护人员的专业水平和康复服务质量。

(5) 开展相关疾病的宣传和教育活动，提高公众对认知障碍疾病的认识，促进早期预防和干预。

# 格林巴利康复现状研究

宁夏医科大学总医院

朱宁

## 一、格林巴利康复的重大科学问题是什么？

格林巴利综合症（GBS）是一种罕见但严重的自身免疫疾病，会导致肌肉无力、瘫痪以及其他神经系统问题。虽然科学界在研究 GBS 方面已经取得了一些进展，但仍存在一些重大科学问题需要解决。

1. GBS 的病因和发病机制：目前，虽然病毒感染被认为是引发 GBS 的主要因素之一，但科学家们仍在努力确定其他潜在的病因和触发因素。探索 GBS 发病的机制方面，虽然目前已经确定了 GBS 是由免疫系统攻击神经系统引起的，但对于为什么免疫系统会出现这种异常反应，以及特定免疫细胞如何与神经细胞相互作用，仍需要深入研究。

2. GBS 康复的个体化与多学科协作：GBS 患者的病情会因个体差异而异，因此，确定合适的康复时机对于恢复的成功至关重要。科学家们正在研究如何在 GBS 的不同阶段提供最佳的康复干预，如何通过评估和监测患者的病情变化来调整康复计划，以及如何实现康复干预的个体化。由于每个 GBS 患者的病情和康复需求都不同，个体化的康复计划可以更好地满足患者的需求。科学家们正在致力于开发评估工具和方法，以帮助医疗专业人员更准确地评估患者的康复需求，并根据个体情况制定量身定制的康复计划。如何改善 GBS 康复的可及性和平等性。由于 GBS 是一种罕见病，且病情和康复过程因患者个体差异而异，确保所有患者都能获得适当的康复治疗和支持是一个挑战。科学家们努力研究如何提高康复资源和服务的可及性，包括在社区中建立康复中心、提供远程服务和制定康复指南，以确保所有患者都能获得平等的康复机会。如何建立有效的康复团队和多学科的协作模式。GBS 康复通常需要多个专业人员的参与，包括物理治疗师、职业治疗师、言语治疗师、心理咨询师等。科学家们在研究如何实现康复团队的有效协作，以确保患者得到全面和协调的康复服务。这可能包括制定康复指南和共享最佳实践，提供持续的专业培训和沟通，以及建立多学科协作的沟通平台。

3. GBS 康复预后的预测与长期管理：如何预测 GBS 患者的康复预后。虽然有些患者能够完全康复，但也有一部分患者可能会面临长期的残疾和功能障碍。科学家们正在努力确定各种因素，包括患者的年龄、病情严重程度、治疗方式等，对康复预后的影响。通过建立预测模型和算法，研究人员希望能够更准确地预测患者的康复进程，以便采取相应的康复措施并提供合适的支持。GBS 患者康复后的长期追踪和管理。虽然康复治疗可以帮助患者恢复肌肉功能和日常生活能力，但对于一些患者来说，可能在康复过程中或之后仍面临一些挑战和后遗症。科学家们正在研究如何建立长期跟踪和管理机制，以监测患者的康复效果，并为其提供持续的支持和康复管理。这种长期追踪和管理可以包括定期复查、评估患者的康复进展以及提供日常生活建议和指导。在这个领域，科学家们也在研究如何利用技术手段(如远程监测、移动应用程序等)来促进患者的自我管理和康复监测，以提高康复效果和生活质量。

## 二、格林巴利康复的关键技术问题

格林巴利康复的关键技术问题是如有效地恢复患者的肌肉功能和日常生活能力。目前，康复治疗主要包括物理疗法、康复训练和药物治疗，但如何个体化、精确地制定康复计划，以及如何提高患者的康复效果，仍是需要解决的问题。

1. 运动和感觉恢复：GBS 患者通常会受到肌肉无力和运动功能受损的影响。因此，运动恢复是一个关键的技术问题。这包括物理治疗、康复训练和运动疗法等，以帮助患者恢复肌肉力量、功能和协调性。GBS 患者可能会经历感觉异常或减退的问题，例如触觉、温度感知和位置感知障碍等。因此，感觉恢复也是一个重要的技术问题。康复技术和方法，如感觉训练和刺激疗法等，可以帮助患者重新建立感觉功能。

2. 日常生活技能及心理的恢复：GBS 患者在日常生活中可能会遇到各种挑战，如站立、行走、握持、吞咽和言语等方面。康复技术和方法需要关注日常生活技能的恢复，以帮助患者重建独立生活的能力。心理社会支持：GBS 患者在康复过程中经常面临心理和社会方面的困难。因此，心理社会支持也是一个重要的技术问题。康复团队需提供适当的心理支持和咨询，帮助患者应对情绪压力、建立积



极心态，并为他们提供社会继续参与康复过程的机会。

除了上述方面之外，康复技术和方法还需要关注疼痛管理、疲劳管理、饮食与营养等方面。这些技术问题的解决和应用将有助于提高 GBS 患者的康复效果和生活质量。同时，个体化的治疗计划和综合的康复团队协作也是解决这些技术问题的关键因素。

### 三、林巴利康复的目前研究水平

自 2019 年 1 月至今，在 Web of Science 中检索到格林巴利康复领域已收录了 1,989 余篇文献。进一步对检索结果进行分析发现，发表文献前三的国家分别为美国（433）、中国（216）、印度（132），其中，我国学者在国际顶级期刊上发表的高质量文章成果也有突破。2019 年济宁医学院附属医院王玉忠团队曾参与在 NATURE REVIEWS NEUROLOGY（IF:38.10, Q1, 被引用频次 342）发表康复领域的高质量综述“Diagnosis and management of Guillain-Barre syndrome in ten steps”。2021 年河北省儿童医院神经康复科刘倩倩团队在 JOURNAL OF HEALTHCARE ENGINEERING(IF:3.822, Q2)发表名为 Effect of Electromyographic Biofeedback Therapy on Muscle Strength Recovery in Children with Guillain-Barre Syndrome 的研究论文，提出应用肌电生物反馈疗法治疗 GBS，可有效缓解儿童患者临床症状，促进快速康复，提高治疗效果，值得应用和推广。

随着近五年全国康复医学的发展，国内各康复医学团队也在科技成果上取得了一些成绩。其中 2017 年华南理工大学陈红教授团队的“利用人多潜能干细胞研究和治疗神经系统疾病”项目获得“中华医学科技奖”三等奖。未来随着干细胞研究的越来越成熟，可能在格林巴利综合症的康复中起着重要作用。

### 四、格林巴利康复的国际前沿/发展趋势

1. 早期干预和个体化治疗：早期诊断和干预对于 GBS 患者的康复至关重要。医疗专家和康复团队致力于早期干预和治疗，包括物理治疗、康复训练和功能恢复等，以最大程度地促进患者的康复过程。个体化治疗计划也是趋势之一，根据患者的病情和需求，制定出针对性的康复方案。

2. 康复技术的应用：新技术的不断发展推动了康复治疗创新。例如，虚拟现实技术、机器人辅助康复和神经可塑性训练、神经调控技术等正在被应用于

GBS 患者的康复中。这些技术可以提供更具吸引力和有效性的康复训练方式，帮助恢复肌肉功能和日常生活能力。

3. 社区康复和远程监护：为了提高康复的可及性和连续性，社区康复和远程监护成为重要的发展趋势。社区康复中心的建立和康复团队的协作，可以让患者在离家近的地方接受康复治疗和管理。同时，远程监护技术可以实时监测患者的康复进展，为康复团队提供远程指导和支持。

4. 康复研究和知识传播：康复研究的重要性也在日益提升。科学家们致力于深入研究 GBS 患者的康复过程和康复效果，并推动康复知识的传播和应用。康复研究可以帮助优化治疗方案、改善康复技术和提供更全面的康复指导。

## 五、格林巴利康复研究的重大科学基础设施

1. 研究机构和实验室：美国国家卫生研究院（NIH）的国家神经疾病和中风研究所（NINDS）：NINDS 致力于研究各种神经系统疾病，包括格林巴利综合症。他们的研究范围涵盖诊断、治疗和康复等方面。麻省理工学院（MIT）的脑与认知科学系：该实验室致力于研究神经系统的功能和康复。他们开展了与格林巴利综合症相关的研究，探索患者的运动功能恢复和大脑改变。纽约大学的 Langone 医学中心：该中心的康复研究部门致力于疾病康复研究，包括格林巴利综合症。他们开展康复治疗和疗效评估的研究，并致力于改善患者的生活质量。John Hopkins 康复医学中心（Johns Hopkins Rehabilitation Medicine）：该中心康复医学专家团队致力于研究罕见疾病的治疗方法。其格林巴利综合症康复研究涉及到治疗和康复方面的创新研究。圣保罗联邦大学（Federal University of São Paulo）康复研究中心：该中心在康复评估、康复治疗 and 运动康复方面积累了丰富的经验，并开展了多项与格林巴利综合症康复相关的研究。

2. 先进的成像技术设备：有研究显示磁共振神经成像（MRN）检测到相关数据可以用于格林-巴利综合症胫神经和腓总神经方面的评估，（MR）可清晰表示胫神经和腓神经各骨骼肌产生的去神经变化，值得推广。

3. 动物模型：Madeleine E Cunningham 团队对格林-巴利综合征小鼠模型中轴突钙动力学的研究，证明了损伤后钙流入的近端范围仅限于运动轴突的最远端

部分。还证明钙蛋白酶抑制仍然是钙诱导的钙蛋白酶激活的急性和亚急性后果的有希望的候选者。

4. 此外，在格林巴利康复评估方面：Z Guan 团队旨在研究建立一个评估量表，以评估格林-巴利综合征（GBS）的严重程度。该量表包含 GBS 的主要临床表现，评定量表的信度和效度均得到满足，很适合评估 GBS 的严重性。格林-巴利综合征（GBS）是由于呼吸肌受累而危及生命的疾病。在呼吸肌评估方面，S Waltersbacher 团队的研究证实 SnPna 是与 MRC-SS 相关的唯一参数，而当前的肺活量测定金标准却没有。关于格林巴利患者群体住院康复（IR）后的出院目的地与患者结局相关的已发表数据很少，一项研究表明观察组总 FIM 评分均有所改善。转移床/椅子/轮椅的能力是与出院目的地相关的最重要的预测因素。大多数患者出院回家/社区，表明 IR 有效。

## 六、格林巴利康复专业专家在国际合作交流情况

2019 年济宁医学院附属医院王玉忠团队曾与荷兰鹿特丹伊拉斯谟大学医学中心格林巴利专家 Leonhard 的团队合作，在 NATURE REVIEWS NEUROLOGY (IF: 38.10, Q1, 被引用频次 342) 发表格林巴利领域的高质量综述“Diagnosis and management of Guillain-Barre syndrome in ten steps”，指南提出格林巴利综合症后与康复专家、物理治疗师和职业治疗师一起组织康复计划是康复的关键一步，同时给出了适合 GBS 患者的运动计划。本次合作很好的展示出了我国在对国际格林巴利治疗方面做出的贡献，为今后的国际合作打下良好基础。

## 七、格林巴利康复专业主要病种康复的国际比较：

### 1. 比较结果-优势是什么？

1.1 康复设施和资源：中国在康复设施和资源方面取得了显著进展，包括专业的康复中心和机构，完善的康复设备和技术。

1.2 康复机构和专业人员：中国有大量经验丰富的康复专业人员，包括理疗师、职业治疗师和言语治疗师等，他们在康复治疗方面提供专业支持

1.3 中医药康复传统：中国拥有悠久的中医药康复传统，其中包括针灸、推拿、中药等综合治疗方法。这些传统治疗方法在格林巴利综合症康复中可以发挥独特的作用，促进神经修复和功能恢复。

中医药强调个体化的治疗方法，注重从整体角度评估患者的身体和心理状况。在格林巴利综合症康复中，中医药个体化治疗可以根据患者的症状、体质和康复需求，制定针对性的治疗方案，提高康复效果。

中国的康复保健传统文化包括太极拳、气功等身心调养方法。中国特色传统治疗方法能够有效修复神经损伤、改善患者肢体功能以及帮助患者恢复到近正常的生理状态，且操作简单，不良反应少，治疗优势显著。可以提高患者的身体协调性、心理平衡和生活质量。

1.4 综合性康复治疗：中国在格林巴利综合症康复中注重综合治疗，将传统中医药治疗与现代康复技术相结合，如物理疗法、运动疗法等。综合性康复治疗可以综合利用各种康复手段，达到康复效果的最大化和持久化。

## 2. 比较结果-短板是什么？

2.1 康复知识普及度：在一部分地区，对于格林巴利综合症和康复的认识仍相对较低，存在知识普及不足的问题。

2.2 医疗资源分布不均：中国康复资源在城市和乡村之间存在分布不均的情况，一些地区的康复服务相对不足。

2.3 社会支持体系：相对于一些发达国家，中国的康复和社会支持体系仍需进一步完善和发展，包括康复政策、法规以及社会融合支持等方面。

## 八、格林巴利康复拟采取的举措

### 1. 对格林巴利康复专业的短板/问题拟采取的举措。

1.1 康复知识普及度：加强格林巴利综合症和康复知识的宣传和普及工作，提高公众对康复的认识和重视程度。通过举办康复教育和宣讲活动，提高社会对康复的认知度。

1.2 医疗资源分布不均：加大康复资源在乡村和偏远地区的投入，包括设立分支机构、推动医疗团队到乡村开展康复服务等措施，实现医疗资源的合理分配

和共享。

1.3 社会支持体系：制定完善的康复政策和法规，加强康复服务的规范化管理，推动社会融合支持，包括提供工作机会和社交支持等，帮助格林巴利综合症患者实现社会参与和生活质量的提升

## 2. 格林巴利康复的优势/机遇拟采取的举措。

2.1 康复设施和资源：继续扩大康复设施和资源的建设，特别是在农村和偏远地区，以提高康复服务的覆盖范围和质量。同时，加大对康复设备和技术的研发投入，提升设备和技术的先进性和适用性。

2.2 医疗技术和创新：建立和加强国内外合作，推动医疗技术的引进和应用，积极参与康复治疗方法的研究与创新，推动康复技术的提升和优化。继续深入探索中医药在格林巴利综合症康复的作用，注重与现代康复技术相结合，提供全面的康复治疗。建立我国标准化的康复临床数据库，探索一些基于循证医学的特色康复治疗方法。

2.3 康复机构和专业人员：加强康复专业人员的培养和培训，提高他们的专业水平和康复服务质量。同时，建立更多的康复机构，特别是综合性的康复中心，提供全方位、多学科的康复治疗。

# 运动神经元病康复

山东大学齐鲁医院

王永慧 宋梦涵

## 一、运动神经元病康复的重大科学问题是什么？

运动神经元病(motor neuron disease, MND)康复的重大科学问题主要包括：

(1) 明确运动训练对 MND 患者的功能是否有益，运动强度在多大程度上是有益的。(2) 建立协调的多学科康复计划。(3) 改善该类患者的健康和存活率的最佳康复方案。

## 二、运动神经元病康复的关键技术问题是什么？

运动神经元病(motor neuron disease, MND)康复的关键技术问题主要包含：

(1) MND 患者的运动处方仍存在争议，在物理治疗和作业治疗的过程中，患者的肌肉力量、疲劳和痉挛都必须考虑在内。(2) 大多数 MND 患者对在临床试验环境中使用数字技术表现出积极的态度，一部分患者报告了对家庭监控的担忧，应该解决这个问题，以促进远程数字技术在 MND 患者中的广泛采用。

## 三、运动神经元病康复的目前研究水平

运动神经元病(motor neuron disease, MND)康复的目前研究水平（国际领先或国际先进）：目前针对 MND 康复的研究较少，其中 JCR Q1 区杂志发表的高质量论文、高被引论文和热点论文（近 5 年），共计 7 篇，如下。

- Treatment amyotrophic lateral sclerosis/motor neuron disease;
- Aerobic Exercise Therapy in Ambulatory Patients With ALS: A Randomized Controlled Trial;
- Patient perspectives on digital healthcare technology in care and

- clinical trials for motor neuron disease: an international survey;
- Aerobic, resistance and combined exercise training for patients with amyotrophic lateral sclerosis: a systematic review and meta-analysis;
  - Respiratory Strength Training in Amyotrophic Lateral Sclerosis: A Double-Blind, Randomized, Multicenter, Sham-Controlled Trial;
  - Portable fixed dynamometry: towards remote muscle strength measurements in patients with motor neuron disease;
  - Evidence-based position paper on Physical and Rehabilitation Medicine practice for people with amyotrophic lateral sclerosis

#### 四、运动神经元病康复的国际前沿/发展趋势是什么？

运动神经元病(motor neuron disease, MND)康复的国际前沿/发展趋势：制定协调的多学科康复计划来管理 MND 患者的症状、呼吸护理、吞咽困难和营养、构音障碍和沟通、物理和作业治疗，实现提高功能独立性、预防并发症和提高生活质量。同时，促进远程数字技术在 MND 患者中的应用。

#### 五、运动神经元病康复的国际比较：

##### 1、比较结果：优势是什么？

MND 作为世界范围内的难治性疾病，各国学者一直致力于研究其有效治疗方法，西医治疗该病尚无确切疗效的药物，治疗成果并不理想。中医作为中国传统医学，运用其独有的整体观念、辨证论治，已经积累了一些具有参考价值的临床试验数据，证实针刺治疗对于病变神经元的恢复有一定的效果，对于该病最痛苦的吞咽功能、呼吸功能异常等方面可以有显著的改善，达到延缓病情、提高其生活质量的作用。对于有肌萎缩症状的患者，将物理治疗、作业治疗等康复治疗手段联合中医针灸、穴位注射、推拿治疗，可以达到一定的整体疗效。

##### 2、比较结果：短板是什么？

所有欧洲国家已达成共识：物理与康复医学(physical and rehabilitation medicine, PRM) 医生的职责是对肌萎缩侧索硬化症(amyotrophic lateral

sclerosis, ALS) 患者进行功能评估, 并提供最佳、最有效的 PRM 计划。ALS 患者的康复计划应由多专业团队实施和监测, 并由 PRM 医生作为主要协调员。除此以外, 为了解 MND 患者在护理和临床试验中对远程监测的态度, 以及他们对使用数字技术的关注点和偏好, 荷兰、英国和澳大利亚进行了一项国际多中心调查研究, 研究表明大多数患者愿意在家自我监测健康状况 (69%) , 由多学科护理团队 (75%) 远程监测, 并愿意在家参加临床试验 (65%)。与之相比, 我国 MND 康复在多专业团队协作实施和监测, 以及数字技术应用上有所欠缺。

## 六、本专业拟采取的举措

### 1、对短板/问题拟采取的举措。

首先, 需要完善康复医学相关的专业团队, 在康复医师对患者的功能情况进行了整体评估后, 确立最适合患者的康复治疗方​​案, 各专业团队分工明确, 按照制定的康复计划实施并定时监测患者功能变化。其次, 可以在重点医院开展远程数字技术监测, 统计参与患者对远程数字技术的评价及态度。

### 2、对亚专业的优势/机遇拟采取的举措。

MND 作为神经系统的难治性疾病, 病程较长, 在康复训练前应充分评估患者功能障碍的程度、对物理锻炼的耐受程度、安全性等方面来设置运动处方。有研究分析得出针刺联合康复操治疗 ALS 具有良好的疗效, 因此在临床治疗中, 可以根据患者的病情, 将针刺与物理治疗、作业治疗适当地联合应用。同时收集更多的大样本数据以及临床试验支持深入研究, 进一步找寻出最佳的康复方案, 达到最佳的康复效果。



# 中枢神经脱髓鞘疾病康复现状研究

贵州省人民医院

陶 陶

## 一、中枢神经脱髓鞘疾病康复重大科学问题

1. 各中枢神经脱髓鞘疾病的具体发病机制及特殊有效的治疗方式探索问题；
2. 脑机接口技术的不断研发以及与神经脱髓鞘疾病康复相结合的问题；
3. 针灸等中医康复技术的临床科学验证。

## 二、中枢神经脱髓鞘疾病康复的关键技术问题

1. 该疾病尚无特殊有效的治疗方式，病程反复；
2. 常规康复训练耗时良久，依从性低，VR 等新康复训练未普及，且价格昂贵；
3. 通常忽略患者的心理康复问题。

## 三、中枢神经脱髓鞘疾病康复的国际前沿/发展趋势

1. 肠道菌群可能是导致多发性硬化发病的潜在因素；
2. VR 及 AR 技术的运用；
3. 非侵入性神经调节与物理治疗相结合；
4. 机器人介导的康复训练；
5. 脑机接口技术的应用。

## 四、中枢神经脱髓鞘疾病康复领域专家的国际合作交流情况简介

1. 2023 年 6 月 4 日~8 日，第十七届国际物理医学与康复医学会（ISPRM）世界大会在哥伦比亚卡塔赫纳举行。中国康复医学会专家委员会名誉主委励建安

教授、学会专家委员会副主任委员李建军教授、学会疼痛康复专业委员会名誉主任委员毕胜教授、学会青年工作委员会主任委员万春晓教授，中国康复研究中心高峰医生等赴哥伦比亚参会。

2. 美国神经科学科罗拉多大学 (University of Colorado) 神经病学和眼科教授 Jeffrey Bennett 教授, 于 2023 年 8 月 17 日在北京天坛医院神经免疫病房, 和施福东教授团队共同讨论中枢神经系统脱髓鞘患者的诊治方案和研究进展。

## 五、中枢神经脱髓鞘疾病主要病种康复的国际比较

### 1、优势：

国内患者众多，医生及治疗师的经验相对丰富

### 2、短板：

(1). 国内民众及部分临床医生的康复观念淡薄，普遍对康复没有认知，从而耽误治疗时机，导致功能恢复不佳；

(2). 新兴的许多治疗设备尚未在国内普及开来，在治疗方式上多遵循传统，创新性不佳；

(3). 专精的治疗师数量太少。

## 六、拟采取的措施

### 1、对短板/问题拟采取的措施

(1) 加大宣传力度，增强患者及临床医生的康复观念。

(2) 从一二线城市到三四线城市龙头医院，逐步引进所需治疗设备，紧跟国际潮流。

(3) 增强对治疗师的专业技术培训，定期考核。

### 2、对优势/机遇拟采取的措施

珍惜宝贵的锻炼机会，不断归纳总结，精进临床水平。

# 肌肉疾病康复

石河子大学第一附属医院

张桂青

## 一、肌肉疾病康复的重大科学问题是什么？

肌肉疾病的康复是一个复杂而严峻的科学问题，涉及多个层面的研究和挑战。以下是一些与肌肉疾病康复相关的重大科学问题：

1、治疗方法的有效性： 目前对于大多数肌肉疾病，尤其是进行性肌肉萎缩症等难以治愈的疾病，尚缺乏有效的治疗方法。科学家们需要深入研究并开发更为有效的药物、基因治疗或其他创新疗法。

2、康复治疗的个体化： 由于不同肌肉疾病的病因和临床表现差异巨大，个体化的康复治疗方案是一个挑战。科学家需要深入了解患者的个体差异，以便为每位患者设计针对性的康复计划。

3、神经—肌肉接头的修复： 一些肌肉疾病涉及神经—肌肉接头的受损，导致神经冲动不能有效传递给肌肉。重建和修复这些接头对于康复至关重要，但目前这方面的研究仍面临许多技术和生物学挑战。

4、肌肉再生和修复： 研究肌肉再生和修复的过程对于设计创新的治疗方法至关重要。科学家需要深入了解肌肉干细胞的行为，以及在受损肌肉区域引导有效再生的方法。

## 二、肌肉疾病康复的关键技术问题是什么？

1、干细胞治疗： 如何利用干细胞技术促进受损肌肉的再生和修复是一个关键问题。研究人员需要解决如何有效地引导干细胞分化为肌肉细胞，并确保它们在植入患者体内后能够稳定地集成和发挥作用。

2、基因治疗： 开发针对肌肉疾病的基因治疗是一个重要技术挑战。科学家们需要找到有效的途径，以修复或替代受损基因，以及调控与肌肉功能相关的基

因表达。

3、神经—肌肉接头修复：对于影响神经—肌肉接头的疾病，研究人员需要解决如何修复这些接头，以确保神经冲动能够有效传递到肌肉。这可能涉及到新型的神经—肌肉接头连接技术的开发。

4、生物材料与人机接口：开发与人体相容的生物材料，用于修复和替代受损的肌肉组织，以及设计高效的人机接口技术，有助于提高肌肉疾病患者的运动功能和生活质量。

这些技术问题的解决需要多学科的合作，包括生物医学工程、分子生物学、神经科学、计算机科学等领域的专业知识。通过不断创新和研究，科学家们希望能够提供更有效的肌肉疾病康复解决方案。

### 三、肌肉疾病康复的国际前沿/发展趋势是什么？

肌肉疾病康复的国际前沿研究包括多个领域，涵盖了生物医学、工程学、基因治疗、康复技术等方面。以下是一些国际前沿的研究方向：

1、基因编辑和基因治疗：利用 CRISPR-Cas9 等基因编辑技术，研究人员正在探索直接修改患者体内的受损基因，以及通过基因治疗手段修复或替代受损的肌肉细胞。这为肌肉疾病的治疗提供了前所未有的可能性。论文如下：

- Mendell JR, Rodino-Klapac LR, Sahenk Z, et al. Eteplirsen for the treatment of Duchenne muscular dystrophy. *Ann Neurol.* 2013;74(5):637-647.
- Tabebordbar M, Zhu K, Cheng JK, et al. In vivo gene editing in dystrophic mouse muscle and muscle stem cells. *Science.* 2016;351(6271):407-411.

2、干细胞治疗：干细胞研究一直是肌肉疾病康复领域的关键。科学家们正在研究如何利用干细胞促进受损肌肉的再生和修复。这包括从患者自身提取干细胞或使用其他来源的干细胞进行治疗。论文如下：

- Mendell JR, Kissel JT, Amato AA, et al. Myoblast transfer in the treatment of Duchenne's muscular dystrophy. *N Engl J Med.*

1995;333(13):832-838.

- Tedesco FS, Dellavalle A, Diaz-Manera J, et al. Stem cell-mediated strategies for the treatment of dystrophinopathy. *Ann Neurol.* 2012;71(4):541-547.

3、神经-肌肉接头修复： 研究人员致力于开发新型技术，包括人工智能、生物电子学等，以促进受损的神经-肌肉接头的修复和再生。

4、生物材料和人机接口： 利用生物材料设计可植入体内的人工肌肉、外骨骼和其他支持装置，以提高患者的运动功能。人机接口技术的发展也在不断为肌肉疾病患者提供更为高效的辅助工具。

#### 四、肌肉疾病康复研究的重大科学基础设施

应用于肌肉骨骼康复的重大科学基础设施分为三类：一类是神经影像学设施，大型设备包括 PET、磁共振等仪器；小型设备包括超声、超声弹性成像、冲击波治疗仪器；第二类是神经电生理设备：肌电图、脉冲治疗仪等设备；第三类是物理训练设备：电动起立床、平衡杆等设备。

#### 五、肌肉疾病康复专家在国际合作交流情况简介

1、上海交通大学医学院附属仁济医院神经重建与功能康复中心： 该中心在神经重建和功能康复方面进行前沿研究，与国际上一些知名医学机构和大学展开合作，推动肌肉疾病康复研究。

2、北京大学第一医院康复医学中心： 该中心在康复医学和生物医学工程方面有丰富的经验，可能通过国际合作与其他国家的专家和研究机构分享知识和合作研究。

3、复旦大学附属华东医院康复科： 该医院的康复科与国际上一些著名的康复机构和研究中心有合作项目，致力于肌肉疾病康复的研究和治疗。。

#### 六、肌肉疾病康复的国际比较

## 1、比较结果：优势是什么？

(1) 庞大的患者基数：中国拥有庞大的人口基数，这使得研究人员可以在更广泛的患者群体中进行观察和研究，从而更好地理解不同类型肌肉疾病的发病机制和康复需求。

(2) 丰富的临床资源：中国拥有众多的医疗机构和医疗专业人才，提供了丰富的临床资源，有助于开展大规模的临床研究和试验，促进康复治疗方法的验证和应用。

(3) 技术人才储备：中国在生物医学工程、生物信息学、医学影像学等领域培养了大量的技术人才，这对于研究新的康复技术、智能康复系统等方面具有优势。；

## 2、比较结果：短板是什么？

(1) 跨学科合作不足：肌肉疾病康复是一个涉及生物医学、生物工程、神经科学、康复医学等多个学科的综合性问题。跨学科合作不足可能导致研究局限在特定领域，难以从多个角度解决肌肉疾病康复的复杂问题。

(2) 专业人才短缺：在肌肉疾病康复领域，需要具备临床医学、生物医学工程、康复医学等多个专业背景的研究人才。专业人才的短缺可能限制了研究的深入和应用。

(3) 康复设施不足：一些地区可能缺乏先进的康复设施，这包括生物医学工程实验室、康复中心和专业的康复医疗设备。这可能影响康复研究和治疗水平。。

## 七、拟采取的举措

要提高中国在肌肉疾病康复治疗方面的水平，可以采取以下一些建议：

(1) 加强跨学科合作：促进医学、生物医学工程、康复医学、生物信息学等多个学科之间的跨学科合作。建立合作平台，促使专业人才在不同领域间分享知识和经验。

(2) 加大科研投入：政府和企业可以增加对肌肉疾病康复研究的资金支持，鼓励更多科研项目的启动，推动创新技术和治疗方法的研发。

## 脑肿瘤康复现状研究

山西白求恩医院康复医学科

王萍芝

脑瘤的发病率约占全身各部肿瘤的 1.8%，但 15%-40%的癌症患者会发生脑转移，原发性脑肿瘤或脑肿瘤手术后患者可能会出现各种功能障碍，如肢体瘫痪、感觉异常、语言障碍、认知障碍、视功能障碍等。目前，无论国际还是国内针对脑肿瘤康复的研究较少，更缺乏系统性和大规模、具有较高循证医学价值的研究。我国在脑肿瘤康复领域具有独特优势。首先，中医药康复、针灸的参与为脑肿瘤康复提供了新的思路和方法；其次，我国人口基数大，罹患脑肿瘤人数较多，具有搞肿瘤康复的病源和数据来源基础。基于以上条件，我国完全有基础在肿瘤康复领域制定康复评定、中西医结合康复治疗规范和流程，并积极开展肿瘤康复的基础研究。

### 一、脑肿瘤康复的重大科学问题是什么？

脑肿瘤的主要包括原发性脑肿瘤和脑转移瘤：原发性脑肿瘤，如：胶质瘤、脑膜瘤、听神经瘤、垂体瘤等。脑转移瘤包括：肺癌脑转移、乳腺癌脑转移等。这些肿瘤因瘤体自身压迫侵袭或手术后造成的继发损伤，都会引起患者不同程度的身体、心理的功能障碍，需要积极进行康复治疗。其康复重大科学问题包括：

**1、神经功能恢复：**不同部位、不同性质、不同分期的脑肿瘤，会对其侵占的中枢神经功能造成不同的影响，手术也会造成继发性中枢神经受损，导致由于神经功能缺损或刺激所致一系列临床症状。某些肿瘤的放射性治疗也会导致神经功能损伤。如何在保护手术部位安全、预防脑肿瘤复发的基础上，对受损的神经系统引起的临床症状进行康复，需要进一步研究，重点攻克。

### 2、如何通过康复手段抑制脑肿瘤瘤体自身发展、避免脑肿瘤复发和转移？

(1) 肿瘤患者在康复过程中，关注如何通过改变肿瘤局部微环境，减缓肿

瘤发展、预防肿瘤的复发和转移，并增强化疗和放疗对肿瘤组织的敏感性，再肿瘤康复领域具有较大的科研潜力。

(2) 物理因子的应用：不同种类、不同强度的物理因子，对不同类型、不同分期肿瘤的发生和发展，起到的什么样的效应，仍然需要进一步深入研究。

(3) 全身状态对肿瘤发生、发展的影响：患者的营养状态、免疫功能、基础疾病情况、运动基础等因素，对肿瘤预后的影响。

**3、日常生活能力和社会参与度：**脑肿瘤患者的生活质量受到严重影响，包括身体功能对生活自理能力的影响、心理状况、社会适应能力等方面，积极的康复在此层面所带来的效应需要进一步研究。

## 二、脑肿瘤康复的关键技术问题是什么？

脑肿瘤康复主要病种康复的关键技术问题是康复评估、康复治疗技术和日常生活能力和社会参与度等方面。

1、康复评估：缺乏针对脑肿瘤专项康复评定，康复治疗前需要采用科学、客观的评估方法和技术对患者的神经功能、生活质量、心理状态、营养状况等方面进行全面评估。

2、康复治疗技术：对于脑肿瘤患者，需研究科学的康复治疗技术，需满足以下条件：

(1) 保证手术部位的安全性，减少手术部位再出血或瘤体自身出血的风险。需根据患者基础疾病情况、营养状况、血管弹性、运动基础等，设计合理、安全的运动处方。

(2) 对于颅内压增高的患者，选择合适的运动方式，降低颅压，减少患者不适感，减轻颅压增高风险。

(3) 物理因子的选择：关于物理因子的种类和具体参数，需要进一步研究，判断其对肿瘤的发生发展及功能障碍的利与弊。

(4) 高压氧的应用：不同压力、不同治疗时间的高压氧对于脑肿瘤的影响、对于放疗化疗药物疗效的影响，对于肿瘤局部微环境的影响。



### 三、脑肿瘤康复的目前研究水平

#### 1、论文：

- ELECTROTHERAPIES FOR GLIOBLASTOMA
- PERSONALISED, IMAGE-GUIDED, NONINVASIVE BRAIN STIMULATION IN GLIOMAS: RATIONALE, CHALLENGES AND OPPORTUNITIES
- A SYMPTOM AND DISTRESS IN PATIENTS WITH MALIGNANT BRAIN TUMOR TREATED WITH PROTON BEAM THERAPY. A FIVE-YEAR FOLLOW-UP STUDY
- COGNITIVE REHABILITATION IN PRIMARY BRAIN CANCER: BASELINE PATIENT CHARACTERISTICS AND NEUROPSYCHOLOGICAL ASSESSMENTS

#### 2、省部级及以上获奖情况：

2021 国家自然科学基金肿瘤 I 学科面上项目分析：肿瘤康复（1.86%）申请项目主要集中在护理和精神心里干预方面；肿瘤物理治疗（1.93%）申请项目主要研究电磁和光学治疗。

#### 3、高层次人才：

- 长江学者特聘教授：陈海波，主要成绩是研究开发了多种脑肿瘤的微创手术方法，包括立体定向放射治疗、调强放射治疗、光子刀等。
- 杰青：李明，主要成绩是研究开发了多种脑肿瘤的影像诊断技术和治疗方法，包括脑肿瘤的早期诊断、手术方案的设计、术后康复等。
- 千人计划：张军，主要成绩是研究开发了脑肿瘤的基因治疗技术和干细胞治疗技术，包括基因编辑、干细胞移植、免疫治疗等。
- 万人计划：王海峰，主要成绩是研究开发了脑肿瘤的免疫治疗技术和干细胞治疗技术，包括细胞培养、基因编辑、干细胞移植等。
- 海外优青：张晓飞，主要成绩是研究开发了脑肿瘤的基因治疗技术和干细胞治疗技术。

### 四、脑肿瘤康复的国际前沿/发展趋势是什么？

脑肿瘤康复主要病种康复的国际前沿和发展趋势主要体现在以下几个方面：

- 1、个体化精准康复：随着精准医疗技术的发展，通过基因检测、分子分型

等手段，制定针对性的康复方案，提高康复效果。

2、智能化康复技术：随着人工智能和机器学习技术的发展，通过智能设备、虚拟现实等技术，提高康复训练的精准度和效率，提高患者的康复效果。

3、多元化康复治疗：脑肿瘤康复治疗不再局限于传统的物理治疗和康复训练，逐渐向多元化的方向发展，如心理治疗、音乐治疗、艺术治疗等多种治疗手段的结合，提高患者的生活质量和康复效果。

## 五、脑肿瘤康复研究的重大科学基础设施

脑肿瘤康复研究的重大科学基础设施主要包括以下几个方面：

1、高级影像诊断设备：如磁共振成像（MRI）、正电子发射计算机断层扫描（PETCT）等设备。

2、神经电生理设备：如脑电图（EEG）、肌电图（EMG）等设备。

3、康复评估与训练设备：包括各种运动评估训练设备、语言认知评估训练设备。

## 六、脑肿瘤康复的国际比较：

### 1、比较结果：优势是什么？

国内脑肿瘤主要病种康复与国际比较，国内的优势主要体现在以下几个方面：

（1）中医康复疗法：国内在中医康复疗法方面有着丰富的经验和独特的优势。中医康复疗法注重整体观念和辨证论治，通过针灸、推拿、中药等手段，能够改善患者的症状，提高生活质量。

（2）价格优势：与国内相比，国际上的脑肿瘤康复治疗费用通常较高。国内的治疗费用相对较低，能够为更多患者提供经济实惠的康复治疗。

（3）病源优势：中国人口基数大，脑肿瘤患者绝对数多，为脑肿瘤临床试验提供了样本量的保障。

（4）文化认同感：国内患者在文化认同感方面更强，更容易接受和配合治疗。这有利于提高患者的治疗依从性，提高康复效果。

## 2、比较结果：短板是什么？

短板主要体现在以下几个方面：

(1) 专业技术水平：虽然国内在脑肿瘤康复方面取得了一定的进展，但与国际先进水平比还存在一定的差距。这主要表现在专业技术水平不够高，缺乏创新性和领先性。

(2) 康复设备和技术的更新：国内在康复设备和技术的更新方面相对滞后，一些先进的康复设备和技术还没有得到广泛应用。这限制了康复治疗的手段和效果，影响了患者的康复效果。

(3) 康复人才队伍建设：国内康复人才队伍建设还存在不足，缺乏高素质、专业化的康复人才。这制约了康复医学的发展，也影响了脑肿瘤患者的康复效果。

(4) 研究经费不足

## 七、拟采取的举措

### 1、对亚专业的短板/问题拟采取的举措。

针对短板和问题，可以采取以下措施加以改进：

(1) 加强技术研发和创新：加大投入力度，鼓励科研机构和企业加强脑肿瘤康复技术的研发和创新，提高专业技术水平，推动康复设备的更新和升级。

(2) 引进国际先进技术和设备：积极引进国际先进的康复技术和设备，加强与国际同行的交流与合作，提高国内脑肿瘤康复治疗的水平。

(3) 加强人才培养和队伍建设：加强肿瘤康复亚专科人才培养和队伍建设，提高康复医生的专业素质和技能水平，培养更多的高素质、专业化的康复人才。

### 2、对亚专业的优势/机遇拟采取的举措。

为了进一步发挥这些优势和机遇，可以采取以下举措：

(1) 推广中西医结合康复疗法：加强中医康复疗法的宣传和推广，提高患者对中医康复疗法的认识和接受程度，有机的将中西医优势结合到一起。同时，加强中医康复疗法的研究和创新，提高中医康复疗法的效果和科学性。

(2) 降低治疗费用：通过政策引导和市场竞争，降低脑肿瘤康复治疗的费用，并积极争取肿瘤康复医保政策，让更多的患者能够承担得起治疗费用，提高康复治疗的普及率和效果。

(3) 加强患者教育和心理康复治疗：加强患者教育和心理康复治疗，提高患者对脑肿瘤康复治疗的认识和信心，增强患者的治疗依从性和自我管理能力和提高康复效果。

(4) 加强肿瘤康复宣传，使更多的康复工作者加入到肿瘤康复的临床和科研工作。