

《康复评定技术现状研究》

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康复评定学组组长公维军教授组织相关专家编写了《康复评定技术现状研究》共计13万余字。相信本研究对掌握主要病症康复评定技术的发展动态，推动我国康复评定亚专业的建设与高质量发展必将提供科学支撑。

为此，谨代表分会感谢康复评定学组的全体专家！感谢参与《康复评定技术现状研究》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1月16日

《康复评定技术现状研究》

(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 1 月 23 日

《康复评定技术现状研究》

(2024 云版)

研究小组

组长：公维军

成员/姓氏笔画排序

公维军 许建文 李红玲 李建华 吴文

吴霜 张巧俊 张桂青 袁华 惠艳婷 戴腾腾

中华医学会物理医学与康复学分会

第 12 届委员会

《康复评定技术现状研究》

研究小组

2024 年 1 月 23 日

《康复评定技术现状研究》

(2024 云版)

文章转载声明

《康复评定技术现状研究》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

| | |
|----------------------|-----|
| 吞咽功能障碍康复评定现状研究 | 6 |
| 惠艳娉张巧俊 | 6 |
| 一、研究目的 | 6 |
| 二、研究内容 | 6 |
| 言语功能障碍康复评定现状研究 | 22 |
| 李红玲 | 22 |
| 一、研究目的 | 22 |
| 二、研究内容 | 22 |
| 心理功能障碍康复评定现状研究 | 50 |
| 张桂青 | 50 |
| 一、研究目的 | 50 |
| 二、研究内容 | 50 |
| 运动功能障碍康复评定现状研究 | 64 |
| 许建文 | 64 |
| 一、研究目的 | 64 |
| 二、研究内容 | 64 |
| 感觉功能障碍康复评定现状研究 | 91 |
| 吴文 | 91 |
| 一、研究目的 | 91 |
| 二、研究内容 | 91 |
| 盆底功能障碍康复评定现状研究 | 122 |

| | |
|--------------------------------|-----|
| 李建华..... | 122 |
| 一、研究目的 | 122 |
| 二、研究内容 | 122 |
| 意识功能障碍康复评定现状研究 | 139 |
| 袁华..... | 139 |
| 一、研究目的 | 139 |
| 二、研究内容 | 139 |
| 呼吸功能障碍康复评定现状研究 | 158 |
| 吴霜..... | 158 |
| 一、呼吸功能障碍评定的重大科学问题..... | 158 |
| 二、呼吸功能障碍评定的关键技术问题..... | 170 |
| 三、呼吸功能障碍评定目前研究水平 | 174 |
| 四、呼吸功能障碍康复评定的国际前沿/发展趋势 | 181 |
| 五、亚专业的专家在国际学术组织任职情况..... | 185 |
| 六、呼吸功能障碍康复评定的重大科学基础设施..... | 186 |
| 七、呼吸功能障碍康复评定的国际比较..... | 192 |
| 八、呼吸功能障碍康复评定拟采取的举措..... | 195 |
| 认知功能障碍康复评定现状研究 | 197 |
| 戴腾腾公维军..... | 197 |
| 一、认知功能障碍评定的重大科学问题..... | 197 |
| 二、认知功能障碍评定的关键技术问题..... | 197 |
| 三、认知功能障碍康复的目前研究水平..... | 206 |
| 四、认知功能障碍康复评定的国际前沿..... | 210 |
| 五、认知功能障碍康复评定专家在国际学术组织任职情况..... | 210 |
| 六、认知功能障碍评定的重大科学基础设施..... | 212 |
| 七、认知功能障碍康复的国际比较 | 212 |

吞咽功能障碍康复评定现状研究

西安交通大学第二附属医院

惠艳娉张巧俊

一、研究目的

通过对吞咽障碍评定技术的国内外技术水平比较,发现优势、找准短板,以便对我国物理医学与康复学专业的吞咽障碍评定技术的全球竞争力作出判断,及时掌握我国及世界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。

二、研究内容

1. 吞咽障碍康复评定的重大科学问题是什么?

吞咽是人类赖以生存的基本生理活动之一,很多疾病都可能导致吞咽障碍。据报道,吞咽障碍的发病率和患病率随年龄增加而增加,其中 50 岁以上人群的患病率在 5.5%至 8%之间,中风患者急性期的吞咽障碍患病率约为 42%,脑干病变的患病率可达 80%,而在鼻咽癌放疗后患者口咽腔吞咽障碍的发生率也可高达 70-80%^[1-3]。

现代康复医学始于 20 世纪 40 年代并逐渐在世界范围内推广。据统计,2019 年全球总计 24 亿人因康复受益,减少健康寿命损失年 3 亿年,受益人数量从 1990 至 2019 年增加了 63%^[4]。随着我国老龄化进程的加剧、脑血管疾病的高发等因素,吞咽障碍成为影响人民健康的重要因素之一。发展康复医学是保障人民生命健康的国家战略^[5]。如何进行吞咽障碍评估并制定针对性的治疗方案,是我们面对的重要问题。然而吞咽障碍涉及疾病种类众多、致病机制复杂,相关的评估手段存在针对性、客观性不足等问题。

吞咽障碍领域的三大核心科学问题：第一，吞咽障碍的发生机制？目前吞咽障碍的致病机制分为中枢性、外周性两大类，但具体的发生机制尤其是中枢机制尚不清楚；第二，如何做到吞咽障碍的针对性评估？第三，如何依据评估结果给出针对性的治疗方案？目前吞咽障碍的治疗方法方式较多，但临床中多采用全方位治疗，对基于发病机制评估技术的吞咽障碍治疗方案推广不足。

因此在吞咽障碍评估领域的重大科学问题：**第一**是如何进行客观、定量的评估，从而在全国范围内达到同质化管理；**第二**是如何依据客观评估结果给出预后判断，从而指导康复治疗时限、优化医疗资源。

2. 吞咽障碍康复评定的关键技术问题是什么？

吞咽障碍评定的关键技术问题是：如何确定不同病因相关吞咽障碍的生物学标记？

吞咽障碍是指不能安全有效地把食物由口腔输送到胃内取得足够营养和水分。可分为神经源性、结构性、精神性吞咽障碍，根据其发生的部位可分为口腔期、咽期、食管期。口咽部吞咽障碍可能是由于口腔、咽部和上食管括约肌的肌肉动力、结构和神经功能异常引起的，而涉及食管管道的疾病则会导致食管吞咽障碍^[6]。目前在有关机制研究中，除已知的神经环路发生重要的调控作用外，有关神经递质，如肾上腺素能、多巴胺、5 羟色胺等都可以发挥重要作用。然而我国目前的吞咽障碍机制研究尚无系统体系，原始研究普遍存在样本量不足、纳排标准受限、难以开展多中心研究等问题^[7]。目前的吞咽障碍康复评定，多基于国外指南及研究推荐意见。评定技术主要包括以下两大类：

1) 量表评估

在吞咽障碍的评估方面，国内目前几乎所有医院均可以开展不同数量的量表评估。其中筛查可以初步了解患者是否存在吞咽障碍以及障碍的程度，如咳嗽、食物是否从气管套管溢出等表现，其主要目的是找出吞咽障碍的高危人群决定是否需要作进一步检查；常用的筛查量表包括反复唾液吞咽试验（可评估反复吞咽的能力，与误吸的相关性高，是一种安全的筛查检查）、饮水试验（由日本人洼田俊夫在 1992 年设计后提出，通过饮用 30ml 水来筛查患者有无吞咽障碍及其程度，安全快捷）、改良饮水试验（采用饮用 3ml 水筛查，降低因筛查带来的误吸风险，可在饮水试验前实施）、染料测试（对于气管切开患者，可以利用蓝色/

绿色食用染料测试，是筛查有无误吸的一种方法)、标准化吞咽评估(Standardized Swallowing Assessment, SSA)、进食评估问卷调查(The Eating Assessment Tool-10, EAT-10, 有 10 项吞咽障碍相关问题, 每项评分分为, 4 个等级, 0 分无障碍, 4 分严重障碍, 总分在 3 分及以上视为吞咽功能异常)、多伦多床旁吞咽筛查试验(The Toronto Bedside Swallowing Screening Test, TOR-BSST, 是为护士制订的筛查工具, 对于有鼻饲喂养、意识障碍和肺炎等并发症患者的评估准确度有限, 要求在患者清醒、能在支撑下坐直, 并能执行简单指令的情况下进行舌的活动、咽部敏感度、发声困难检查以及 50ml 吞水试验)等。临床吞咽评估视为所有确诊或疑似吞咽障碍患者干预的必要组成部分, 包括全面的病史、口颜面功能和喉部功能评估及进食评估三个部分; 主要的评估量表包括容积粘度测试(Volume-Viscosity Swallow Test, V-VST, 是上个世纪 90 年代西班牙的 Pere Clave 教授设计主要用于吞咽障碍安全性和有效性的风险评估, 帮助患者选择摄取液体量最合适的容积和稠度, 测试时选择的容积分为 5ml/10ml/20ml, 稠度分为低稠度/中稠度/高稠度, 按照不同组合完整测试共需 9 口进食, 观察患者吞咽的情况, 根据安全性和有效性的指标判断进食有无风险)^[6]。

量表评估具有方便、快捷、可多次重复等优点, 综合的量表评估对吞咽的口腔期通常能很好地量化和比较全面地进行临床检查。但使用量表评估来推断吞咽的咽期及食管期却是比较困难的, 且评估过程存在客观性不足、无机制方面涉及、无法指导针对性治疗及判断预后等缺陷。

2) 仪器评估

仪器评估能更直观、准确地评估口腔期、咽期和食管期的吞咽情况, 了解吞咽过程气道保护功能完整情况, 对于诊断、干预手段选择和吞咽障碍的管理意义重大。目前吞咽障碍仪器检查主要有吞咽造影检查(Video Fluoroscopic Swallow Study, VFSS)、喉镜吞咽功能评估(Fiberoptic Endoscopic Evaluation of Swallowing, FEES)、高分辨率测压技术(high resolution manometry, HRM)、吞咽超声检查、吞咽电生理检查、功能性磁共振(Functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)、近红外脑功能成像(functional near - infrared spectroscopy, fNIRS)等。

VFSS 是吞咽障碍检查的金标准，对于吞咽障碍的管理至关重要。VFSS 通过 X 线透视下针对口、咽、喉、食管的吞咽运动所进行的特殊造影，能够将口腔期、咽期和食管期的一系列吞咽过程可视化。检查时患者通过矢状位、前后位分别观察添加造影剂后不同稠度及一口量食物的吞咽过程，在进行定性分析同时也可以对时间学和运动学参数做定量分析，如口腔、咽部通过时间、舌骨位移以及食管上括约肌（upper esophageal sphincter, UES）开放持续时间和宽度等^[8]。

FEES 是吞咽障碍评估的另一个金标准。其利用一条可弯曲的内镜，经鼻进入咽喉部，评估整个吞咽过程所涉及的解剖结构及功能情况。包括非进食状态下解剖生理功能观察、进食过程中各部位观察以及评估治疗方法的有效性等。FEES 可以采用标准化量表进行评分，如渗漏误吸量表、耶鲁残留分级、Murray 分泌物分级等。FEES 评估在国际上应用较为广泛，但在国内 FEES 的应用尚处于起步阶段。

HRM 可以动态连续地直接反映整个吞咽过程中的咽腔压力的变化，反映出咽部肌肉与食管上括约肌的功能及协调性，以及二者与食管体部和食管下括约肌的协调性，同时密集排列的测压通道还可以反映出食管节段性的功能异常。其在诊断 UES 的松弛障碍和食道动力障碍中非常重要。近年来，HRM 技术逐步应用于神经系统疾病患者中（脑卒中、帕金森病、中枢神经炎症性和遗传性疾病等）。HRM 可以分析 UES 残余压、UES 静息压、咽部收缩压力以及协调性，对 UES 功能障碍的诊断尤其重要。但与食道测压相比，咽腔测压仍无标准化采集流程及标准值的参考。

吞咽超声检查可以通过超声技术，动态了解吞咽过程中咀嚼肌肉、舌、咽部肌肉、食管括约肌等组织的活动方向及程度，但因吞咽相关肌肉组织较为纤细，其对吞咽过程的动态分析分辨率不足。

吞咽电生理检查，主要包括吞咽过程中脑电活动、吞咽相关肌群运动诱发电位等。临床目前常做的有下颌舌骨肌的运动诱发电位，吞咽肌群表面肌电，脑磁图等，可以协助判断神经性吞咽障碍的机制和预后。

fMRI 是通过检测大脑血流变化，反映大脑血氧水平的变化来量化大脑功能。其可以显示大脑不同层次的活动情况，在吞咽过程中可以显示吞咽相关的皮层及皮层下区域激活情况，通过激活图谱和连接图谱反应吞咽相关的皮层区域及脑网

络情况。目前的研究范式多为健康人或神经系统疾病患者吞咽过程中脑激活部位及程度的研究，脑网络分析相对较少，且疾病范围较为局限。

fNIRS 作为一种无创性脑功能监测技术，通过光学探头贴附于组织表面，以发射和接收近红外光的方式测量含氧血红蛋白(HbO)和脱氧血红蛋白(HbR)的浓度变化，从而反映组织的血流动力学变化并推断大脑潜在的神经活动。目前文献报道的 fNIRS 在吞咽方面的研究，多集中于健康人或脑卒中患者吞咽过程皮层激活的变化及脑连接强度等，少数基于皮层激活情况进行了神经调控干预^[9-11]。其研究范围尚较局限。

近年来还有一些多模态的评估技术，如将声音信号、气流信号与表面肌电、VFSS 相结合，探索隐性误吸特征性指标的试验研究，尚未正式应用于临床。

小结：

吞咽障碍的评估手段从筛查、临床评估到仪器评估，逐渐从主观量表发展为客观指标；并且已逐步开始探索吞咽障碍的发生机制。中国吞咽障碍评估与治疗专家共识（2017 版）中建议：VFSS 和 FEES 是确定吞咽障碍的金标准，应用这些设备的检查能更直观、准确地评估口腔期、咽期和食管期的吞咽情况，了解吞咽气道保护功能完整情况，对于诊断、干预手段选择和咽期吞咽障碍的管理意义重大。医生和治疗师应了解各种吞咽仪器检查方法的特点、适应证和禁忌证，应清楚检查的目的、预期得到什么信息，不可滥用。

目前临床应用的评估技术，量表方面尚缺乏针对性、敏感性；仪器评估的量化指标尚没有完全统一，如 VFSS 检查提示吞咽障碍时，对于舌骨上抬距离、会厌翻转时间、咽缩率等指标尚未进行规范推广；整体对于吞咽障碍的发生机制探索仍较少，目前的试验研究局限于吞咽想象、吞水即时效应时脑功能的激活情况，对于脑网络、外周组织的相关因素研究欠缺；且上述评估方法侧重于生理解剖异常所致的成人吞咽障碍，不包括精神行为因素所致摄食障碍^[6]，对于儿童相关的吞咽障碍评估同样不足。未来需要联合脑功能检测、VFSS、FEES、HRM 等技术，探索不同疾病吞咽障碍发生时敏感生物学指标变化，以期为临床决策及预后判断提供可靠依据。

3. 吞咽障碍康复评定的目前研究水平（国际领先或国际先进）

吞咽障碍的评估涉及康复科、神经科、耳鼻喉科、肿瘤科、重症医学科等多

学科的专业领域，近年来生物工程、生命科学、食品管理等研究团队也越来越关注吞咽障碍的相关问题，包括吞咽障碍评估与治疗仪器的研发、全生命周期吞咽安全的介入、吞咽障碍食品的分级推广等。

1) 研究论文

Pubmed 检索至 2023 年 10 月，发现吞咽障碍评估相关文章已收录 258,877 篇；同样的检索条件在 Web of Science 中进一步检索发现 15,273 篇文献，对检索结果分析发现发表数量前三的国家分别为美国（3634 篇）、日本（909 篇）、中国（766 篇）。“Gastroenterology Hepatology”、“Otorhinolaryngology”、“Surgery”、“Geriatrics Gerontology”、“Neurosciences Neurology”、“Respiratory System”、“Radiology Nuclear Medicine Medical Imaging”、“Health Care Sciences Services”、“Oncology”、“General Internal Medicine”等为主要的研究方向。中国排名前五的研究机构分别为中山大学、四川大学、首都医科大学、上海交通大学、香港中文大学。关于论文引用情况，引用率前 10 名的多与消化、肿瘤相关。

中山大学附属第三医院康复医学科窦祖林教授，获广东省科学技术奖 2 项，以第一作者或通讯作者先后发表吞咽障碍相关文章 45 篇，内容涉及吞咽障碍流行病学调查、吞咽障碍评估、吞咽障碍治疗、吞咽障碍发生机制等多方面研究；其 2012 年发表的“The effect of different catheter balloon dilatation modes on cricopharyngeal dysfunction in patients with dysphagia”一文，引文数为 53^[12]；2023 年在 Q1 区杂志“Food Hydrocolloids(IF 10.7)”、“Brain Stimul (IF 7.7)”、“CNS Neurosci Ther (IF 5.5)”分别发表吞咽食品质地构建、吞咽神经调控治疗、电针在吞咽障碍中应用相关论文^[13-15]；其在吞咽障碍领域里国际知名学术顶级期刊 Dysphagia 上共发表论文 6 篇^[12, 16-20]，其中 2021 的文章纳入了中国的几大常见吞咽障碍疾病人群，包括老年人、脑卒中、头颈癌和神经退行性疾病患者的吞咽困难的患病率，探讨了吞咽障碍与营养状况之间的关系，首次报告了中国的吞咽障碍流行病学调查数据^[19]。

中山大学孙逸仙纪念医院神经内科唐亚梅教授，2016 年获国家优秀青年科学基金，2019 年获国家杰出青年科学基金，2011 年发表的关于康复治疗对鼻咽癌相关吞咽障碍的疗效分析引文数为 84^[21]。

首都医科大学康复医学院神经康复系李冰洁教授，2010 年发表的关于 VFSS 评估脑卒中后渗漏误吸风险的引文数为 74^[22]。

2) 指南共识

目前我国已有的吞咽障碍相关共识有 4 项：《卒中患者吞咽障碍和营养管理的中国专家共识(2013 版)》、《中国吞咽障碍评估与治疗专家共识(2017 年版)》、《老年吞咽障碍患者家庭营养管理中国专家共识(2018 版)》、《吞咽障碍膳食营养管理中国专家共识(2019 版)》。2023 年 12 月发表了《中国吞咽障碍管理指南(2023 版)》，2024 年将发表国内首部《帕金森病吞咽障碍康复中国专家共识(中文 2023 版)》^[6, 23-26]。

3) 论著

目前人民卫生出版社出版的吞咽相关论著 8 部，名称如下：

| 书名 | 主编 | 出版时间 |
|--------------------------|---------|------|
| 《吞咽障碍诊疗学》 | 尚克中等 | 2005 |
| 《脑卒中吞咽障碍临床手册》 | 王拥军等 | 2008 |
| 《吞咽障碍评估与治疗》 | 窦祖林 | 2009 |
| 《实用吞咽障碍治疗技术》 | 曾西、许予明 | 2014 |
| 《吞咽障碍评估与治疗(第二版)》 | 窦祖林 | 2017 |
| 《康复治疗师临床工作指南·吞咽障碍康复治疗技术》 | 万桂芳、张庆苏 | 2019 |
| 《吞咽障碍康复指南》 | 窦祖林 | 2020 |
| 《吞咽障碍评估技术》 | 温红梅 | 2022 |

4. 吞咽障碍康复评定的国际前沿/发展趋势是什么？

目前国际知名吞咽障碍康复专家：世界吞咽障碍联盟主席西班牙 Pere Clave 教授 (<https://www.clinicasagradafamilia.com/es/profesionales/pere-clave-civit>)、德国吞咽协会主席明斯特大学医院 Rainer Dzierwas 教授 (<https://www.uni-muenster.de/OCCMuenster/members/rainer-dzierwas.html>)、美国吞咽障碍协会主席波士顿大学 Susan E.Langmore 教授 (<https://profiles.bu.edu/Susan.Langmore>)、美国威斯康辛大学 Reza Shaker

教授 (https://fcd.mcw.edu/?module=faculty&func=view&name=Reza_Shaker_MD&id=1910)、美国密苏里大学医学院 Teresa Lever 教授 (<https://medicine.missouri.edu/faculty/teresa-lever-phd>)、英国曼彻斯特大学 Shaheen Hamdy 教授 (<https://research.manchester.ac.uk/en/persons/shaheen.hamdy>)、亚洲吞咽困难协会主席日本藤田医科大学才藤荣一教授 (<https://hospital.fujita-hu.ac.jp/imc/doctor.html>)。

目前国际知名吞咽障碍康复专家研究方向：Pere Clave 教授是 V-VST 的提出者，目前 V-VST 广泛应用于吞咽障碍筛查评估领域；其学术组织能力均较强，Web of Science 检索数据显示其发表吞咽障碍评估相关论文 213 篇，最高引文数为 331，主要研究领域为胃肠病与肝病、神经科学与神经病学、营养与饮食学、耳鼻喉科、老年医学与老年病学，近年有多篇文章研究食品性状对吞咽的影响、吞咽障碍人群特点等。Rainer Dziejwas 教授是 FEES 的创始者之一；主要研究领域为健康与疾病状态下吞咽皮层变化以及神经源性吞咽困难的流行病学、临床特点及治疗，其发表吞咽障碍评估相关论文 221 篇，最高引文数为 320。Susan E. Langmore 教授从 20 世纪 80 年代开设 FEES 课程，其 20 世纪 90 年代的研究改变了医学领域对吸入性肺炎的认识和管理；发表论文 114 篇，多篇高引文章，研究领域为吞咽障碍的神经调控治疗以及肿瘤相关吞咽障碍的电刺激治疗等。Reza Shaker 教授发文 337 篇，最高引文数为 305，主要研究方向涉及环咽肌失弛缓、吞咽障碍神经调控机制等。Teresa Lever 教授是耳鼻咽喉-头颈外科，主要研究神经源性吞咽困难、咽期吞咽困难、上呼吸道功能/功能障碍等。Shaheen Hamdy 教授是胃肠病学专家，其研究方向主要涉及吞咽、营养、神经调控等。才藤荣一 (Eiichi Saitoh) 教授 Web of Science 检索数据显示其发表吞咽障碍评估相关论文 231 篇，最高引文数为 172，研究领域涉及营养风险、吞咽障碍评估等。

以上知名专家研究领域多集中于吞咽障碍的机制研究、客观化评估指标，以及针对特征人群的体系化、规范化筛查、干预。吞咽障碍评定的趋势即开发具有敏感性、特异性的吞咽障碍评估手段，并将其推广达到一定范围内同质化管理。

5. 吞咽障碍康复评定的专家在国际学术组织任职情况

吞咽障碍评估领域的专家主要为康复医学科, 其他神经科、耳鼻喉科、呼吸科、肿瘤科、口腔科有部分代表。

目前中国康复医学会吞咽障碍康复专业委员会今年代表中国作为主要成员国和发起人与日本、韩国、泰国、马来西亚等国家共同成立亚洲吞咽障碍学会, 窦祖林教授担任了该学术组织的副主席。

6. 吞咽障碍康复评定研究的重大科学基础设施

1) 平台与基金国家自然科学基金项目

目前中国康复科学所的康复医学研究所、康复工程研究所、康复信息研究等 3 个研究所, 承担康复基础研究、临床转化研究等职责, 是我国康复事业的重要科研力量; 山东大学齐鲁医院、华中科技大学同济医院、四川大学华西医院以及部分省市和单位已逐步建立了相应的康复医学研究平台, 但我国目前依然缺乏高端研究平台如康复医学国家重点实验室及教育部和卫生部的重点实验室等^[5], 尚没有国家区中建设项目。

国家自然科学基金是我国支持学科基础研究的代表性基金。对于吞咽障碍研究较多的中山大学窦祖林教授团队, 近 10 年共主持吞咽相关国家自然科学基金项目 25 项 (青年项目 9 项、面上项目 15 项、国家重点研发计划项目 1 项), 其他吞咽障碍研究专家相关项目较少。因此吞咽障碍康复亚专业相对于其他康复亚专业领域, 在国家自然科学基金项目申报中仍显薄弱。

2) 具体设备

应用于吞咽障碍评估的具体设备分为三类: 一是基于大数据的智能化、特异性评定量表; 二是精细、准确、便携的吞咽障碍外周功能检查, 如吞咽内窥镜、吞咽影像学检查设备 (X 线胃肠机、CT)、咽腔测压、超声仪、表面肌电仪等; 三是吞咽障碍机制研究的相关设备, 如 fMRI、fNIRS、MEG 脑磁图脑机接口及多模态联合设备等。

7. 吞咽障碍康复评定专家在国际合作交流情况简介

在吞咽障碍康复评定方面, 我国在国际交流合作的情况逐渐增多, 多以学术会议交流、访问学者等形式进行。

所见报道中, 台大医院 1991 年邀请美国 Perlman 教授客座 2 月, 期间开展

了与美国同步的 VFSS 检查^[27]。2011 年的美国吞咽障碍研究会 (Dysphagia Research Society, DRS) 上, 中国台湾地区 5 人、内地 2 位留美学生、窦祖林教授携温红梅副主任医师、兰月副主任医师共 10 人参会; 大会上窦祖林教授做了创新性球囊扩张术治疗环咽肌功能障碍的发言, 让与会人员对中国吞咽障碍领域的临床研究留下了深刻的印象; 同时台湾 Yen Ming 等做了超声量化舌运动和喉抬升的发言; 兰月副主任医师做了吞咽障碍 MDTP 训练的海报展示^[28]。2013 年日本留学的唐志明博士, 联系日本吞咽障碍相关专家, 将日本吞咽障碍康复的历史进行总结分析, 以期为中国吞咽障碍康复提供借鉴意义^[29]。2017 年的第七届欧洲吞咽障碍年会 (Europeansociety for swallowing disorder, ESSD) 暨首届世界吞咽障碍论坛 (World Dysphagia Summit, WDS) 上, 5 位中国大陆代表参会, 但仅有 1 篇口头发言、3 篇壁报交流, 提示我国吞咽障碍整体水平与欧美国家存在较大差距^[30]。2019 年的日本吞咽障碍康复学会年会 (Japanese Society of Dysphagia Rehabilitation, JS DR) 上, 来自中山大学附属第三医院团队、台湾大学护理部团队等多名中国专家在大会上进行了交流^[31]。自 2009 年以来, 每两年一届的吞咽障碍高峰论坛, 均邀请欧美、日本等国家吞咽障碍的康复专家进行专题讲座, 分享国际前沿理论与实践; 2017 年中国康复医学会吞咽障碍专业委员会成立后, 每年年会均邀请国际吞咽障碍专家进行分享交流。

2023 年作为主要成员国和发起人, 我国与日本、韩国、泰国、马来西亚等国家共同成立亚洲吞咽障碍学会, 窦祖林教授担任了该学术组织的副主席, 并已获得第三届亚洲吞咽障碍学会年会承办权, 将于 2027 年在广州举办。这将为国内同行参与国际学术交流提供良好的桥梁, 提升我国吞咽障碍在国际上的影响力。

8. 吞咽障碍康复评定的国际比较/ (比较对象: 全球主要经济体美、日、德、法、英、俄、印度, 关键创新国家瑞士、瑞典、芬兰、韩国、新加坡、以色列等):

目前国际知名吞咽障碍康复专家有世界吞咽障碍联盟主席西班牙 Pere Clave 教授、德国吞咽协会主席明斯特大学医院 Rainer Dziawas 教授、美国吞咽障碍协会主席波士顿大学 Susan E. Langmore 教授、美国威斯康辛大学 Reza Shaker 教授、美国密苏里大学医学院 Teresa Lever 教授、英国曼切斯特大学 Shaheen Hamdy 教授、亚洲吞咽困难协会主席日本藤田医科大学才藤荣一教授。每位专家在吞咽障碍康复领域发文量 100 余篇至 300 余篇不等, 引文数最高可达

331。

8.1 比较结果：优势是什么？

中国吞咽障碍康复领域已经建立起相对成熟、积极向上的团队，人员梯队、范围、执行力较好；并且已逐步开展与国际接轨的评估与治疗。第一届中国康复医学会吞咽障碍康复专业委员会于 2017 年成立，中山大学第三附属医院窦祖林教授当选为第一届主任委员。2022 年 10 月 27 日，选举西安交通大学第二附属医院张巧俊教授当选为第二届吞咽障碍康复专业委员会主任委员，目前的第二届委员会主任委员、副主任委员、常务委员和委员共 116 人。

专委会成立至今完成了多项工作：第一是在全国率先开展了吞咽障碍病例大赛，截至目前已经完成五届全国性的病例大赛，累计参赛人员超过 4 千余人，参赛单位达千余家，通过以赛促评，以赛促建，以赛促发展的思路，为积极宣传吞咽障碍康复的重要性，规范和普及吞咽障碍的评估与治疗流程发挥了巨大作用。吞咽障碍诊疗水平从最初的基本诊疗逐渐过渡到向疑难复杂危重患者的高精尖技术迈进。第二是完成了两批吞咽障碍专科基地的评审，先后评出了 29 家单位作为全国吞咽障碍康复培训基地，3 家作为在建基地，紧接着制定了相关的管理办法，加强督促基地建设，这些基地在当地吞咽医疗、教学、科研等方面起到了重要的作用。第三是举办了 6 期吞咽专科治疗师认证班，5 期专科护士认证班，已为全国培养了 1000 余名专科精英人才，这些人才回当地后积极开展工作，带动了当地吞咽诊疗技术的开展，取得良好的效应。第四是积极开展培训班，尤其已举办 5 期喉镜吞咽功能认证班（用于吞咽障碍康复评定），在全国各地开展线下培训 100 多次。2020 年疫情以来，推出了吞之道到线上课程。开班以来，共有上万名医务人员完成了培训。第五是利用学术优势资源已连续举办四期跨学科吞咽年会，年会参会人数已达千人规模。积极支持全国吞咽障碍高峰论坛精品高水平学术会议召开，今年已经是第八期，在国际上也具有一定的影响力。第六是搭建平台和桥梁对接国际吞咽学术组织：作为国内唯一的吞咽障碍康复组织，积极与世界吞咽障碍联盟、美国吞咽障碍研究会、欧洲吞咽障碍学会、日本摄食吞咽障碍学会建立了良好的沟通渠道。今年作为主要成员国和发起人与日本、韩国、泰国、马来西亚等国家共同成立亚洲吞咽障碍学会，窦祖林教授担任了该学术组织的副主席。为国内同行参与国际学术交流提供良好的桥梁，提升我国吞咽障碍

在国际上的影响力。

8.2 比较结果：短板是什么？

1) 高层次、跨学科人才缺乏。

专业内无长江、杰青、千人计划、万人计划、海外优青、青长、青拔等人才，引领人才缺乏，吸引力不足；跨学科人才引进受限，自主培养能力不足。

2) 基础研究、平台建设、产学研发展不足。

康复领域内基础研究均相对不足，吞咽障碍作为其分支之一，在平台建设、基金申请方面均无特别优势；产学研发展联系不紧密，工科资源不能充分利用，研发设备及资金投入有限。

9. 吞咽障碍康复评定拟采取的举措

9.1 对吞咽障碍康复评定的短板/问题拟采取的举措。

1) 通过学会团体层面，强调科研与临床工作齐头并进，积极挖掘潜能。鼓励相关专业的医院、科室签署科研目标责任书，把有关课题申报、论文发表、资助课题具体执行等统一管理，形成人人想科研，个个做科研的氛围，任务落实到人，奖罚兑现，合理分解压力。

2) 进行专业交叉融合、资源共享，重视客观量化指标的应用，临床研究中多采用 VFSS、FEES 等金标准评估，其次可引入 EEF、MRI、PET 等客观检查方法，鼓励创造条件开展动物实验研究，探索吞咽干预方法在分子生物学、免疫组学、细胞学等方面产生的影响与机制^[7]。

9.2 对吞咽障碍康复评定的优势/机遇拟采取的举措。

1) 利用专科基地、专业辐射优势，进一步规范化、体系化毕业后教育，设置准入标准、评价指标、改进方案等规章制度，达到同质化管理。

2) 积极响应国家需求，充分利用学会多学科优势，扩大吞咽障碍规范化评估的普及；同时联合临床医学、工科等相关学科，交叉融合，产学研协同发展。

参考文献

1. Adkins, C., W. Takakura, B.M.R. Spiegel, et al. Prevalence and Characteristics of Dysphagia Based on a Population-Based Survey[J]. Clin Gastroenterol Hepatol, 2020Aug. 18(9): 1970-1979.
2. Banda, K. J., H. Chu, X.L. Kang, et al. Prevalence of dysphagia and risk of pneumonia and mortality in acute stroke patients: a meta-analysis[J]. BMC Geriatr, 2022 May 13. 22(1): 420.
3. Lindgren, S. ,L. Janzon. Prevalence of swallowing complaints and clinical findings among 50-79-year-old men and women in an urban population[J]. Dysphagia, 1991. 6(4): 187-192.
4. Cieza, A., K. Causey, K. Kamenov, et al. Global estimates of the need for rehabilitation based on the Global Burden of Disease study 2019: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. Lancet, 2021 Dec 19. 396(10267): 2006-2017.
5. WEI, Q., Y. YANG, Q. GAO, et al. Development status and prospects of rehabilitation sciences in China[J]. SCIENTIA SINICA Vitae, 2022. 52(11): 1692-1703. DOI: <https://doi.org/10.1360/SSV-2022-0235>.
6. 中国吞咽障碍康复评估与治疗专家共识组. 中国吞咽障碍评估与治疗专家共识(2017年版)第一部分 评估篇[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017. 39(12): 881-892. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2017.12.001.
7. 窦祖林. 中国吞咽障碍的临床与研究正在与国际接轨[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2021(12): 1057-1059.
8. Lopes, M., E. Freitas, M. Oliveira, et al. Impact of the systematic use of the Gugging Swallowing Screen in patients with acute ischaemic stroke[J]. Eur J Neurol, 2019 May. 26(5): 722-726.
9. Knollhoff, S.A.-O., A.S. Hancock, T.S. Barrett, et al. Cortical Activation of Swallowing Using fNIRS: A Proof of Concept Study with Healthy Adults[J]. Dysphagia, 2022 Dec. 37(6): 1501-1510.
10. Zhang, X., H. Xie, X. Wang, et al. Modulating swallowing-related

- functional connectivity and behavior via modified pharyngeal electrical stimulation: A functional near-infrared spectroscopy evidence[J]. *Front Neurol*, 2022 Oct 10. 13: 1006013.
11. Wen, X.A.-O., J. Peng, Y. Zhu, et al. Hemodynamic signal changes and functional connectivity in acute stroke patients with dysphagia during volitional swallowing: a pilot study[J]. *Med Phys*, .2023 Aug. 50(8): 5166-5175.
12. Dou, Z., H. Zu Y Fau - Wen, G. Wen H Fau - Wan, et al. The effect of different catheter balloon dilatation modes on cricopharyngeal dysfunction in patients with dysphagia[J]. *Dysphagia*, 2012 Dec. 27(4): 514-520.
13. Dai, M., J. Qiao, Z. Shi, et al. Effect of cerebellar transcranial magnetic stimulation with double-cone coil on dysphagia after subacute infratentorial stroke: A randomized, single-blinded, controlled trial[J]. *Brain Stimul*, 2023 Jul-Aug. 16(4): 1012-1020.
14. Zhang, K., M. Dai, C. Yang, et al. An agar structured fluid prepared by pipe wall shear as a dysphagia diet[J]. *FOOD HYDROCOLLOIDS*, 2023. 135: 108095. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2022.108095.
15. Ye, Q.A.-O., S.A.-O. Yuan, L. Yao, et al. Participation of the nucleus tractus solitarius in the therapeutic effect of electroacupuncture on post-stroke dysphagia through the primary motor cortex[J]. *CNS Neurosci Ther*, 2023 Sep 4(1755-5949 (Electronic)).
16. Dai, M., J. Qiao, H.Y. Chen, et al. Temporal Characteristics of Penetration and Aspiration in Patients with Severe Dysphagia Associated with Lateral Medullary Syndrome[J]. *Dysphagia*, 2023. DOI: 10.1007/s00455-023-10607-9.
17. Wang, J., C. Yang, X.M. Wei, et al. Videofluoroscopic Swallowing Study Features and Resting-State Functional MRI Brain Activity for Assessing Swallowing Differences in Patients with Mild Cognitive Impairment and

- Risk of Dysphagia[J]. *Dysphagia*, 2023. 38(1): 236-246. DOI: 10.1007/s00455-022-10460-2.
18. Xie, M. S., P. S. Zeng, G. F. Wan, et al. The Effect of Combined Guidance of Botulinum Toxin Injection with Ultrasound, Catheter Balloon, and Electromyography on Neurogenic Cricopharyngeal Dysfunction: A Prospective Study[J]. *Dysphagia*, 2022. 37(3): 601-611. DOI: 10.1007/s00455-021-10310-7.
19. Zhang, M., C. Li, F. Zhang, et al. Prevalence of Dysphagia in China: An Epidemiological Survey of 5943 Participants[J]. *Dysphagia*, 2021 Jun. 36(3): 339-350.
20. Zhao, F., Z. L. Dou, C. Q. Xie, et al. Effect of Intensive Oropharyngeal Training on Radiotherapy-Related Dysphagia in Nasopharyngeal Carcinoma Patients[J]. *Dysphagia*, 2022. 37(6): 1542-1549. DOI: 10.1007/s00455-022-10419-3.
21. Tang, Y., Y. Shen Q Fau - Wang, K. Wang Y Fau - Lu, et al. A randomized prospective study of rehabilitation therapy in the treatment of radiation-induced dysphagia and trismus[J]. *Strahlenther Onkol*, 2011 Jan. 187(1): 39-44.
22. Bingjie, L., S. Tong Z Fau - Xinting, X. Xinting S Fau - Jianmin, et al. Quantitative videofluoroscopic analysis of penetration-aspiration in post-stroke patients[J]. *Neurol India*, 2010 Jan-Feb. 58(1): 42-47.
23. 中国康复医学会吞咽障碍康复专业委员会. 中国吞咽障碍康复管理指南(2023 版)[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2023(12): 1057-1072.
24. 中国老年医学学会营养与食品安全分会, 中国循证医学中心, 《中国循证医学杂志》编辑委员会, et al. 老年吞咽障碍患者家庭营养管理中国专家共识(2018 版)[J]. *中国循证医学杂志*, 2018. 18(6): 547-559. DOI: 10.7507/1672-2531.201805032.
25. 中国吞咽障碍膳食营养管理专家共识组. 吞咽障碍膳食营养管理中国专家共识(2019 版)[J]. *中华物理医学与康复杂志*, 2019. 41(12): 881-888. DOI:

- 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.12.001.
26. 卒中患者吞咽障碍和营养管理中国专家组. 卒中患者吞咽障碍和营养管理的中国专家共识(2013版)[J]. 中国卒中杂志, 2013. 8(12): 973-983.
27. 王亭贵, 连倚南. 台湾吞咽治疗之发展:台大医院的经验[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2009. 31(12): 803-806. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.12.005.
28. 窦祖林, 温红梅, 兰月. 美国吞咽障碍研究会 2011 年第 19 届年会侧记[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2011(12): 954-956.
29. 出江绅一, 宫本明, 唐志明, 等. 日本吞咽康复的历史与现状及其对中国吞咽康复的借鉴意义[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2013. 35(12): 930-933. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2013.12.003.
30. 窦祖林, 温红梅, 戴萌, 等. 第七届欧洲吞咽障碍年会暨首届世界吞咽障碍论坛纪实[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2017(12): 957-960.
31. 温红梅, 卫小梅, 万桂芳, 等. 日本吞咽障碍康复学会 2019 年会巡礼[J]. 中华物理医学与康复杂志, 2019. 41(12): 956-958. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.12.019.

言语功能障碍康复评定现状研究

河北医科大学第二医院

李红玲

一、研究目的

通过对言语功能障碍康复评定技术的国内外技术水平比较,发现优势、找准短板,以便对我国物理医学与康复学的言语功能障碍**康复评定**的全球竞争力作出判断,及时掌握我国及世界物理医学与康复学言语功能障碍**康复评定**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。

二、研究内容

(一) 言语功能障碍康复评定的重大科学问题是什么?

1. 失语症 语言是人类所独有的复杂认知心理活动,失语症(aphasia)是由于大脑损伤引起的获得性沟通交流障碍,表现为语言理解、语言表达、阅读、书写、复述、命名等能力不同程度的受损。失语症的病因包括脑卒中、外伤、肿瘤、脑部神经退行性病变等致的脑损伤,其中脑卒中是引发失语症的主要原因。有报道显示 50%~70% 的脑卒中后患者遗留有瘫痪、失语等严重残疾,其中 21%~38%患者患有失语症,主要表现为各种语言功能的障碍,严重影响患者的情绪和生活质量。

18 世纪的 Gesner 把人用言语(用嘴说话)、语言(语言符号处理)和交流(语言使用)区分开来。19 世纪中叶,人们确立了脑支配语言的观念,形成了语言责任区域位于脑前部(额叶)和左半球的理论假说。1841 年 Broca 首次报道了一例有脑区明确定位的失语症患者,并成为现代失语症学(aphasiology)创立的标志性患者。1864 年 Trousseau 提出用“aphasia”作为失语症的诊断术语。19 世纪下半叶开始,失语症的研究形成了三大理论分支:(1)功能定位论:从解剖结构解释语言功能。(2)联结主义论:从语言功能解释解剖结构。(3)功

能整体论：主张无论是解剖结构还是心理功能，都不存在各司其职并相互联系的部位或节点，而应当把大脑视为一个功能整体。

随着现代影像技术的发展，人们已经探明了大脑皮质中一些与语言有关的区域，如 Wernicke 区、角回和缘上回、视觉联合皮质弓状纤维、Broca 区、初级运动皮质、外侧裂周围、交界区或分水岭区、胼胝体等，这些区域相互作用，从而产生丰富多彩的语言。随着研究的深入，许多学者都一致认为复杂语言加工的脑区不仅仅局限于上述区域，可能有更多脑区参与。失语症至今尚无统一的分类方法，国内外学者根据各自对失语症的认识和研究目的，已提出几十种分类方法，其中有些重叠，有的则有些矛盾，甚至分类名称上存在许多混乱。目前使用较广泛的失语症分类是 Benson 失语症分类法(1979 年)，即主要依据失语症语言交流中的各功能关系，参考临床特点及病灶(解剖)部位进行分类。

2. 构音障碍 (Dysarthria)：构音障碍是指由言语有关的神经-肌肉系统的器质性损害导致发音肌的肌力减弱或瘫痪、肌张力改变、协调不良等，引起字音不准、声韵不均、语流缓慢和节律紊乱等的言语障碍。构音障碍见于多种疾病，但卒中后构音障碍多见，其发生率为 30% ~ 40%，其中有 15% 的脑卒中患者长期存在构音障碍，严重影响了患者的日常交流能力，给家庭和社会造成严重负担。

构音障碍根据神经受损部位分为以下 6 种类型：(1) 痉挛型构音障碍：由下运动神经元损伤造成，由于咽肌、软腭瘫痪，呼气压力不足以及舌下神经、面神经支配的舌、唇肌肉活动受损导致；(2) 迟缓型构音障碍：由上运动神经元损伤后构音肌群的肌张力增高、肌力减退、舌交替运动减退及软腭抬高减退导致；(3) 运动失调型构音障碍：是因小脑或脑干内传导束病变所致构音肌群运动范围、运动方向的控制力差；(4) 运动过强型构音障碍：系锥体外系病变所致构音肌群的不自主运动和肌张力改变；(5) 运动过弱型构音障碍：由锥体外系病变所致，如舞蹈病、肝豆状核变性、脑性瘫痪等疾病所导致的构音障碍；(6) 混合型构音障碍：由上下运动神经元病变造成，如多发性脑卒中、肌萎缩性侧索硬化。舌的运动、唇的运动均有异常，由于病变部位不同，可出现不同类型的混合型构音障碍。

在脑卒中患者中上述各种类型的构音障碍均可出现，但以痉挛型最为多见，占脑卒中后构音障碍的 87.8%。其言语症状主要为说话费力，音拖长，不自然的中断，音调、音量变化，粗噪音、费力音、元音和辅音歪曲，鼻音过重。

综上所述，言语功能障碍领域的三大核心科学问题：第一，失语症和构音障碍的发生机制为何？第二，失语症和构音障碍种类繁多，如何做到个体化准确评估？第三，如何依据评估结果给出针对性的治疗方案？目前失语症和构音障碍的治疗方法方式较多，但临床中多采用全方位治疗，基于循证的治疗方案或个体化治疗项目的应用推广不足。

在言语功能障碍评估领域的重大科学问题：**第一**是如何进行客观、量化的个体化精确评估，从而在全国范围内达到同质化管理；**第二**是如何依据客观评估结果给出预后判断，进而指导康复治疗方案的制定、优化医疗资源。

(二) 言语功能障碍康复评定的关键技术问题是什么（限列三项）？

失语症评定的关键技术问题是：如何确定不同类型失语症的生物学标记？

1. 量表法

(1) **国外常用评定方法**：①**波士顿诊断性失语症检查**（The boston diagnostic aphasia examination, BDAE）是由美国波士顿退伍军人管理局医院、波士顿大学失语症研究中心、波士顿大学医学院的 Harold Gooldglass 和 Edith Kaplan 在 1972 年编制发表的。是目前英语国家普遍采用的标准失语症检查法，许多国家都据此修改应用或作为蓝本制定本国的诊断试验；②**西方失语症检查**（The western aphasia battery, WAB）：由加拿大人 Andrew Kertesz 在 1982 年依据波士顿诊断性失语症检查修改后的短缩版，它克服了波士顿诊断性失语症检查冗长的缺点，在 1h 内检查可完成，比较实用，而且可单独检查口语部分，根据检查结果可作失语症的分类；③**The Token Test（标记测试）**：The Token test 是由 Renzi 及 Vignolo 在 1962 年提出的，De Renzi 和 Faglioni 于 1978 年将原始检查缩减一半设立了 36 个条目的短版 Token 测验。但此测验对不同类型失语症无区别，对患有听记忆和纯言语听理解缺陷的，假阳性较高；④**双语失语症检查法**（Bilingual aphasia test, BAT）：这是一种针对双语（汉语和英语）的患者设计的失语症检查；⑤**失语症的标准语言试验（SLTA）**：失语症的标准语言试验（Standard language Test of Aphasia, SLTA）是日本失语症研究会设计完成

的。是日本最常用的失语症综合评定量表。该测试方法简单，评估时间短，且有可靠的信效度；⑥失语症基本结果测量方案(BOMPA)：the Basic Outcome Measure Protocol for Aphasia, BOMPA) 可以从失语症患者的角度对其生活质量进行快捷的自我评价，以及对失语症严重程度和参与谈话的能力进行临床评估。BOMPA 可在临床时间紧迫的情况下作为临床医生一种有用的结果测量工具；⑦日常生活交流能力检查 (CADL-T)：Communicative abilities in daily living test, CADL-T) 是由 Holland 在 1980 年提出，包括 68 项体现每天语言活动的项目，日本版将其简化为 34 项，重点在日常生活交流项目，对失语症患者的日常生活交流能力得出客观的结果并能指导检查后的语言训练；⑧Henry Head, s Test：此检查法是 Head 在 1926 年提出的，主要侧重于言语听理解和文字理解的测查，测试内容较少。对患者的口语表达及文字表达能力测验内容较少；⑨明尼苏达失语鉴别诊断 (Minesold test for differential diagnosis of aphasia, MTDDA)：是由 Hidred Schull 在 1948 年提出的，是目前世界上最早、最全面、最综合的失语成套测验。该检查法可用于失语的判断及分类，但检测时间长平均约需 3h 完成，而且指导语不清楚，失语分类与目前采用分类方式不一致，应用较少；⑩Proch 交流能力指数 (porch index of communicative ability, PICA)：是由 Proch 在 1967 年提出的，由 18 组各含 10 项亚级试验组成。此法仅评定口语功能，对轻型及重型语言缺陷不够敏感；⑪功能交流概貌测定 (functional communication profile, FCP)：能够较客观地和完整地评估脑卒中后失语症患者的日常生活语言沟通能力。

(2) 国内常用评定方法：①汉语失语成套测验 (Aphasia Battery of Chinese, ABC)；②中国康复研究中心汉语标准失语症检查 (Chinese Rehabilitation Research Center Standard Aphasia Examination, CRRCAE)；③计算机辅助的汉语失语检查法；④改良波士顿诊断性失语症检查 (汉语版) (Boston diagnostic aphasia examination-Chinese Version)；也有作者创建了⑤武汉大学汉语语法量表 (Chinese agrammatism battery, CAB) 和⑥四川省人民医院自编简易临床失语量表。实验结果显示这些量表具有良好的信度及效度。

(3) 如何选择使用失语症的筛查评估方法，我国汉语失语症康复治疗专家共识建议：

①对失语症筛查：采用失语症筛查量表（如标记测验、汉语失语症检查法简短语言检查表、基于计算机系统评估的语言障碍诊治仪 ZM 2.1、基于计算机系统评估的言语加工认知模型障碍评估、波士顿失语诊断测验失语症严重程度评估），筛查评估中最少要考虑口语表达（自发表达名字、年龄、居住地、系列数数）、复述（词、简单句）、听理解（听指五官、听指简单物品、是否问题）、命名（简单物品命名、身体部位命名、列名、颜色命名）、阅读（朗读、理解）、书写（写名字、简单词、简单句子）。

②对失语症患者初级评估：要采用 CRRCAE、ABC、汉语失语症心理语言评价等方法对失语症患者进行系统评估，要求最少要用一种以上方法进行评估。

③考虑失语症的个体化特点：可以采用 2 种不同形式的评估，如传统量表评估与计算机评估的结合针对某些单一功能不明确，可以就某一功能细化评估，针对鉴别诊断也可以采用认知功能评估、构音障碍评估等同时检测，有利于鉴别诊断。

2. 电生理检测

事件相关电位（event-related potential, ERP）：指在诱发电位检测中用听、视、语言或躯体感觉等人为事件刺激，在相关大脑皮质所检测到的电活动。临床中针对失语症应用最多的是 N400、P600 和 MMN。

（1）N400：N400 是一种分布在顶叶中央的负波，在刺激开始后 400 毫秒左右达到峰值。Kutas 和 Hillyard（1984）在他们涉及语义异常词的里程碑式研究中首次描述了该成分。现在人们普遍认为，任何可以确定意义的刺激都可以引发 N400 成分。N400 活动可对多种语言和所有形式的单词以及图片、环境声音和面孔做出反应。在给定句子上下文的情况下预期出现的单词越少，N400 就越大。西文 N400 研究已经取得很大的发展，国外研究者多把 N400 作为评价失语患者语言功能的指标。Kitade 等在对比失语症患者与正常人的 ERP 中 N400 成分后发现，失语症患者的 N400 潜伏期和波幅都比正常人群延长和增高，而且 N400 潜伏期与失语症患者的失语商及操作智商明显相关。因此，他们提出 N400 潜伏期和波幅除可以评价失语症的严重程度外，也可以反映患者的操作智力。许多其他研究也证实，N400 能客观反映失语症语言功能障碍的程度，其波幅和波形可作为临床评价失语症患者语句语义缺陷的可靠指标，并且可以作为监测失语症语

言神经机制恢复的良好指标。虽然我国这方面的研究较少，但李辉和周亮等人的研究也有类似结果，提示 N400 可以作为监测汉语失语症语言功能恢复的有效指标，在失语症康复训练中指导语言康复疗效和功能恢复预后评价。

(2) P600: P600 是分布在中央顶叶的正波，在刺激开始后 600 毫秒左右达到峰值。P600 与大脑对语义的深加工有关，P600 响应的幅度增加与句法违规或歧义有关。2022 年 Meta 分析（检索到的 721 篇文章中 30 篇符合纳入标准）显示，尽管这些文献存在显著差异（失语症类型、严重程度、样本量小、ERP 不同范式、不同的刺激方式和类型），但与对照组相比，失语症患者表现出 P600 的振幅降低、潜伏期延迟和分布异常的特点，且 ERP 结果与失语症严重程度有关。

(3) 失匹配负波 (mismatch negativity, MMN): MMN 为事件相关电位中的早期成分，能够反映大脑在信息加工早期阶段对所输入信息进行感觉记忆及自动选择加工，可以有效反映认知功能水平。MMN 是一系列重复的、性质相同的“标准刺激”中具有任何可辨别差异的“偏差刺激”所诱发的脑电反应，与其他指标相比，无需受试者在试验过程中主动辨认偏差刺激，可以在无意识状态下评定，反映了受试者对标准刺激和偏差刺激的自动识别过程。广东省第二人民医院研究显示，卒中后 2 周、1 个月、2 个月、3 个月失语症存在自然恢复，不同语言维度恢复时间有所差别，失语商在卒中后 2 个月提高明显，卒中后失语（卒中后失语（post-stroke aphasia, PSA）的康复治疗可于早期介入。随着失语的改善，MMN 的潜伏期逐渐缩短，波幅逐渐升高，MMN 对 PSA 的严重程度及自然恢复的评估有指导作用。

小结：N400 和 P600 已成为语言理解领域研究的两个最突出的 ERP 组件。尽管围绕这两个 ERP 组件的争论仍在继续，但人们一致认为 N400 和 P600 都与语言处理有着密切的关系。总之，尽管存在局限性，ERP 在临床环境中作为诊断工具是可行的，N400 和 P600 是用于失语症诊断和持续治疗的有前景的潜在神经生物标志物。最近的研究表明，MMN 和 P300 成分因对卒中后失语症的细微语言缺陷敏感，而同样具有应用前景。

3. 失语症的影像学检测

传统的结构影像学，如头颅 CT、MRI 可用来评估梗死的病变部位及大小，CTP（是 CT 引导下灌注扫描检查，属于一种医学影像技术，常用于评估组织或器官

的血流和灌注情况。这种检查结合了计算机断层扫描和对比剂的使用,以获取关于血流动力学的信息)、MRP 可提供脑血流灌注情况,但结构影像学仅能评估脑语言功能区是否发生梗死及血流灌注情况,无法观测卒中后语言网络的动态变化情况。而 fMRI 可对卒中后失语(Post-stroke aphasia, PSA)发生前后及治疗前后语言功能脑区、脑区间功能连接(functional connectivity, FC)以及大脑神经网络的变化进行动态监测,这有助于更好地探索 PSA 的发病机制、病变发展及恢复机制。基于血氧水平依赖的 fMRI (blood oxygen level dependent fMRI, BOLD-fMRI)具有较高的时空分辨率,可以更好地反映脑局部和神经网络的变化,且可动态观测语言功能网络,是近年神经网络研究的热点,包括任务态 fMRI 和静息态 fMRI 两种模式。

(1) 任务态 fMRI: 是指在实施过程中,患者需执行特定任务,从而诱发大脑形成任务状态下的神经元活动,以获得大脑神经元活动信号差异的激活图,从而揭示特定任务状态下的大脑活动规律。我国作者何雅娜等对 10 例脑梗死后运动性失语患者进行词语联想任务, fMRI 发现左侧 Broca 区无明显激活,而其周围区域及右侧 Broca 镜像区激活明显增加,提示左侧 Broca 区受损后语言功能的恢复可能是通过病灶周围区域功能重组及右侧 Broca 镜像区代偿来实现的,但二者是否同时促进语言功能恢复以及右侧 Broca 镜像区的激活是否为有效激活仍需进一步研究。

(2) 静息态功能磁共振成像(restingstate fMRI, rs-fMRI): 由于卒中后患者常伴运动及认知障碍等,难以完成事先设计好的试验任务,而试验任务完成与否、难易程度等均会影响试验结果,导致结论不尽相同,因此,近年来,越来越多的研究集中于 rs-fMRI。rs-fMRI 无需完成任何语言任务,患者只需保持闭眼清醒的状态,平躺在扫描仪里,约 6 min 即可完成相应的扫描,患者的配合程度高,操作简便,尤其适合卒中后患者的临床研究。目前,rs-fMRI 已在神经变性病及精神疾病等领域进行了大量研究。近年来,一些学者将其应用于 PSA。Xu 等利用 rs-fMRI 研究卒中后完全失语患者大脑的 FC 特性,将 11 例亚急性完全失语患者以及年龄、性别和教育水平相匹配的 11 例健康者纳入该研究,结果显示 PSA 组的大脑感觉运动网络、语言网络、突显网络同源脑区之间的 FC 降低;在全脑 FC 的分析中,PSA 组的大脑半球间和半球内的连通性降低,尤其体现在

双侧颞叶之间以及左侧半球的颞下后回和角回之间；还发现语言网络和小脑网络之间表现出比健康组更强的联系，这可能表明代偿。Zhang 等利用 fMRI 来研究 20 例亚急性失语以及 20 例健康者的脑静息态网络，发现 PSA 组大脑突显网络内的 FC 显著增加；左额顶神经网络和突显网络之间的 FC 显著增强；左额顶神经网络和右额顶神经网络之间的 FC 显著降低；左额顶神经网络和后默认模式网络之间的 FC 显著降低，并提出左额顶神经网络和右额顶神经网络之间的 FC 减少是语言障碍的关键因素。rs-fMRI 通过测量静息网络 FC 的差异，可以将失语患者与健康者区分开，还可预测失语的严重程度，动态观测整个大脑 FC 的变化以及语言的恢复情况，这将有助于为今后准确选择治疗靶点、促进语言功能的更好恢复提供重要依据。

(3) 弥散张量成像 (diffusion tensor imaging, DTI)：DTI 是唯一可在活体内进行脑白质结构成像以及 3D 可视化白质纤维神经通路的 MRI 新技术。近年来，许多学者将 DTI 技术应用于 PSA，发现语言功能区及其纤维环路遭到破坏均可导致失语。Marin 等对皮质下卒中患者的尸检研究发现，脑缺血性损伤后白质的改变主要表现为脱髓鞘和结构破坏。Yao 等应用 DTI 研究 10 例慢性 PSA 患者非语言认知障碍相关的脑白质微结构变化发现，与健康人相比，患者组可见双侧额枕下束、下纵束、左上纵束各向异性分数较高，平均扩散率及径向扩散率较低，这表明 PSA 后白质微结构受损；还发现右钩束的平均扩散率和径向扩散率与空间知觉及运动执行得分呈负相关，而左钩束的各向异性分数与定向得分呈负相关。目前很多学者提出 PSA 后白质纤维也会发生不同程度的破坏，因此推测白质纤维参与大脑语言功能区的联系与连接，但不同白质纤维的具体作用仍未明确，仍需进一步研究。

(4) 磁共振波谱 (magnetic resonance spectroscopy, MRS)：MRS 是一种无创性检测脑组织能量及生化代谢改变的影像学技术，除了对了解各种疾病的生化代谢改变意义重大外，在疾病的病理生理变化、临床诊断、判断预后和治疗效果方面也有很大作用。Zhang 等应用 MRS 结合 MRP 检测 33 例经西方失语成套测验 (western aphasia battery, WAB) 诊断为表达性失语或感觉性失语患者的脑语言功能区的代谢情况及血流灌注，发现病灶侧 N-乙酰天门冬氨酸、胆碱、肌酸含量均较其对侧镜像区降低，提示病灶侧与对侧镜像区相比存在低代谢。头

颅 PWI 示病灶侧与其对侧镜像区相比存在低灌注。这提示若能尽早恢复语言功能区的血流灌注、改善病灶区的代谢，患者的语言功能将得到改善。

小结：1996 年，Dronkers 首次报道了左侧优势半球岛叶具有重要的语言功能。神经解剖学研究发现岛叶和额叶、顶叶、颞叶、扣带回，基底核以及边缘系统都有联系，这些结构连接可能是岛叶发挥语言功能的神经结构基础。有研究显示左侧岛叶前部在词语联想任务下有明显激活，从功能影像学的角度进一步证实岛叶前部参与语言功能的处理；语言任务未涉及听觉的情况下，左侧颞上回后部激活（属于 Wernicke 区），不能排除颞上回参与词语联想任务的处理；辅助运动区 (supplementary motor area, SMA) 与初级运动区、运动前区外侧面、扣带回前部、前额皮层背外侧面、小脑、基底节及顶叶存在广泛联系。这一复杂解剖关系是 SMA 进行发动和控制运动功能及语言表达的神经解剖基础。Alario 等将 SMA 分为两部分：①前 SMA 前部—与选择词语有关；前 SMA 后部—可能涉及词形信息编码，包括控制音节排序等；②SMA 主体部位—与出声发音有关。许多学者发现，SMA 有激活表现。

基底节具有语言的皮层下整合中枢的作用，可能参与和语言有关的启动效应、逻辑推理、语义处理、言语记忆及语法记忆等复杂的认知和记忆功能，有对语言过程进行加工、整理和协调的作用。近年来许多学者发现小脑在语言生成及语义理解方面发挥了重要的作用，而且强调小脑具有的语言功能与大脑一样存在偏侧性，而且与大脑语言优势之间存在交叉性。揭冰等 fMRI 研究发现右侧小脑半球可能参与语义判断。Riecker 等进行功能连接研究也发现右侧小脑上部与 SMA、左侧额下回及左侧岛叶前部有相关性。受试者进行词语联想任务发现右侧小脑上部明显激活，进一步证明了右侧小脑上部在语言生成中的作用。

总之，神经影像学研究证实了语言加工时两半球激活的左半球优势，并观察到失语症患者从事语言任务时常常存在双侧网络的右侧成分的激活增加，但个体之间的差异可能与大脑侧化的不同模式有关。这种右侧激活的功能作用是什么，是前存在网络的再激活，还是新语言区的募集，仍是尚待解决的问题。此外，基底节区病变导致的失语症，其语言恢复的时间和空间进程及机制有待进一步研究。将来的研究应包括康复，某些治疗方法可能会以不同的方式影响神经重组的进程，但目前尚无有力的证据。随着人们对正常人及失语症患者的语言加工的脑活动模

式的研究的深入,我们才能对失语症患者从事语言任务时的功能重组的模式有所了解。

构音障碍评定的关键技术是: 如何确定不同类型构音障碍的生物学标记?

1. 量表法

(1) **国外常用评估方法:** 20 世纪 80 年代,国内外出现了一些标准化测验,目的是协助治疗师有条理地描述构音障碍的表现。这此标准化测验包括筛查量表以及正式评估两种类型。①**筛查:** 国外常见的筛查量表有语音进程评估表一修订版 (Assessment of Phonological Processes - Revised); 弗拉哈缇学前儿童言语语言筛查表 (Fluharty Preschool Speech and Language Screening Test); 最小构音能力测试 (Test of Minimal Articulation Competence)等; ②**正式评估:** 常见评估量表有亚利桑那构音能力量表 (Arizona Articulation Proficiency Scale) 和费希尔-洛奇曼构音能力测试 (Fisher - Lo-semann Test of Articulation Competence) 等。

(2) **国内常用评估方法:** ①**Frenchay 构音障碍检查法:** 汉语版 Frenchay 是经河北省人民医院修改的 Frenchay 构音障碍检查法,是以构音器官功能性评价为主判断构音障碍严重程度的评价方法。能为临床动态观察病情变化、诊断分型和疗效判定提供客观依据,但对构音障碍的临床治疗的针对指导性不强; ②**中国康复研究中心构音障碍检查:** 此量表是李胜利主任等参照了日本构音障碍检查法按照汉语普通话的发音特点编制的,于 1992 年开始应用于临床,是目前国内较广泛使用的评定方法。其特点是能够对各类型构音障碍进行诊断,并且对康复治疗有明确地指导作用; ③**构音语音能力评估词表:** 由华东师范大学黄昭鸣教授和韩知娟共同设计而成,有效评估患者的构音语音能力; ④**言语功能评定法:** 构音障碍属于言语运动控制障碍。该检测法是对患者词语、语句、对话的可理解度进行测试,并对其清晰度进行分级。言语清晰度,即听者可以准确的获得说话者语音信号表达信息的程度。国外多采用规定的单词和句子进行测试,在我国可选用第 2 次全国残疾人抽样调查所用的语音清晰度测试试片卡和标准进行测试; ⑤**国家中药管理局的《中风病中医诊断疗效评定标准》** 评定构音障碍治疗情况的项目包括发音准确度,吐字清晰,语调、速度、节奏以及伴随流涎、呛咳、吞咽困难及咀嚼能力。疗效标准: 显效: 大部分项目明显改善; 只速度和节奏稍

差；有效：与治疗前比较，发音清晰、准确、流涎及咀嚼功能逐渐改善；无效：与治疗前相比无变化。该检查方法没有对构音器官运动的检查，无法判断构音器官哪个部位存在运动障碍，无法确切判断构音器官的形态是否异常偏位及异常运动，无法判断其异常程度，无法确认运动范围是否有限制，协调运动控制是否低下。无较为直观的疗效评定标准，其评定有一定直观性。是目前国内较少采用的一种评价方法。

2. 计算机辅助检查 传统的构音障碍检查主要是通过人工测评的方法，其主要缺点是缺乏量化指标、主观性强、费时费力。近年来随着计算机的应用和普及，利用计算机进行声谱分析得到了发展。通过计算机的人工神经网络系统制定标准的语音频谱曲线图，对受试者的语音通过语音识别系统与标准样本比较，对语音进行分析，更具有客观性和稳定性。国内目前主要有常州生产的 Z M2·1 语言障碍诊治仪及微机言语评价系统。以及由暨南大学、华南理工大学等多所高校合作研制构音障碍诊治系统 ZM6.1 等。

(1) 语言障碍诊治仪：计算机辅助的语言障碍诊治仪是通过听检查、视检查、语音检查、口语表达 4 部分共 65 题，设计有表达、理解、复述、命名、阅读等语言交流检测的各项指标，计算机模糊识别运算各种检测因子出现的概率可筛查出构音障碍、失语、智能障碍和听觉障碍等，并可分离出器质性构音障碍和运动性构音障碍，同时该检查可实现自动分析并显示出语音平均能量，最大、最小语音能量，平均语速，清、浊音正确率，口语表达，语音正确率、口语流利性；语音正常、流利不流利及无发音的百分数、检查耗时等多项指标。该检查法对构音障碍患者的评估较传统的人工检测优势在于：检测指标客观、过程严谨明确、操作方便、评估量化客观。

(2) 微机言语评价系统：该系统测验项目包括发音、声母、韵母、单字、词组等。设计思想是根据构音活动的效果及词语性言语建立的神经心理过程，并参照国外同类产品的一些做法，同时测试听觉-词语和视觉-书写活动，因此，该言语评价系统具有评价构音障碍及失语症的功能并可根据评价结果对患者进行言语矫治。

(3) 构音障碍信息管理系统：首都医科大学附属北京康复医院的周勇团队，在言语康复科梳理构音障碍康复方法基础上，根据计算机辅助训练特点，设计构

音障碍数据收集流程,实现微信小程序端的言语构音障碍评定医生助手,患者可以通过系统实现远程构音障碍评定。结果显示:通过设计言语构音障碍康复信息系统,不仅丰富了构音障碍的康复训练手段,还方便了构音障碍患者及医生之间非接触诊疗。

3. 发声气体力学分析仪和肺功能检测仪 中国康复研究中心 2006 年在国内率先采用日本 Rion 公司产 Phonolaryngeal Graph S H-01 型喉发声空气力学分析仪检测构音障碍患者的最长发声时间(MPT)、P 频率、音量、发声时的单位时间气流量。采用日本产 Microspiro HI-198 型肺功能检测仪检测用力呼气肺活量(FVC)、第一秒用力呼气量(FEV1)、最大呼气中期流速(maximum midexpiratory flow rate, MMF)、最大呼气流速(peak expiratory flow rate, PEFR)、50%用力呼气流速、25%用力呼气流速。通过发声气体力学分析仪检测发现,运动性构音障碍的发声时间普遍缩短,单位时间发声气流量(平均呼气速率, mean air flow rate)较明显降低。经过康复治疗,全部被检患者的 MPT 均明显延长。被检测患者治疗前的 FVC 检测均明显低于预期值,治疗后均增加。患者的篇章水平正答率明显提高。另外,被检患者的发声的音量、气流量、FEV1、MMF、50%用力呼气流速、25%用力呼气流速、PEFR 检测结果均不同程度低于预期值。经康复治疗,均具有不同程度的改善,但由于样本量偏少,经统计学分析无显著性差异,今后需进一步研究。

4. 电磁发音动作描记仪 中山大学第三医院的冯小欢等利用电磁发音动作描记仪(EMA)探讨脑受损后运动性构音障碍患者发音时构音器官的运动学特征。收集 2017 年 10 月至 2018 年 10 月本院运动性构音障碍患者 6 例(构音障碍组)及年龄和性别相似的健康受试者 10 例(健康对照组)。运用 Frenchay 构音障碍评定法对患者构音障碍严重程度进行评定,运用 EMA 对两组构音器官运动学特征进行测评。采集运动数据的微型传感器分别粘贴于受试者唇、舌(舌尖、舌面、舌根)及下颌处,参考传感器粘贴于鼻梁处,所有微型传感器均粘贴于受试者矢状面中轴线上,以追踪和采集受试者各构音器官的运动学参数(包括持续时间、速度、加速度、运动距离及位移运动轨迹),评估时所有受试者均进行音节重复任务,发音材料由声母(/d/、/t/、/j/、/q/、/g/、/k/、/b/和/p/)和韵母(/a/、/ia/或/ iu/)构成,产生有汉语意义的不同音节,每个音节重复 3 次。利用 Praat

软件和 Matlab 软件对音频和运动数据进行处理。与健康受试者比较,分析构音障碍患者的构音运动学特征。Frenchay 构音障碍量表评估显示,患者构音障碍严重程度为中度到极重度。EMA 测评结果显示,与健康对照组相比,构音障碍组发不送气音和送气音时,舌尖、舌面、舌根和唇的运动速度、加速度和运动距离减少($t > 2.422, P < 0.05$),下颌运动速度、加速度和运动距离两组比较无显著性差异($t < 1.016, P > 0.05$);舌尖、舌根和下颌运动持续时间延长($t > 3.369, P < 0.05$),舌面和唇运动持续时间两组比较无显著性差异($t < 2.146, P > 0.05$)。发不送气音与送气音相比,健康对照组发送气音时舌尖、舌根和下颌运动持续时间增加($t > 2.156, P < 0.05$),而构音障碍组各构音运动学参数比较均无显著性差异($t < 1.675, P > 0.05$)。两组运动学参数和同步声音音频图像分析显示,构音障碍组构音运动速度和加速度随时间变化未呈现一定规律;声音音频变化无规律,连续发三个/da/音时持续时间不均等;构音运动上下位移与前后位移协调性差,运动轨迹与健康对照组相比存在明显差异,前后位移幅度较健康受试对照组偏小。结论是 EMA 通过对构音器官的运动学参数进行量化测评,可揭示脑损伤后构音障碍患者的构音运动学特征。

5. 其他检查 一些发达国家还采用频谱分析、肌电图、喉动态描记仪、舌压力传感器、舌运动描记器、唇二维运动学分析法、光纤纤维咽喉内镜、录像荧光放射照像术和气体动力学检查等。

仪器检查作为对构音器官功能性检查的补充,可以更客观、精确地揭示构音器官的病理和功能状态。但仪器检查操作复杂,设备昂贵,在临床应用上受到限制。相关技术也有待进一步完善。

综上所述,目前的临床研究、神经生理学研究、结构和功能影像学、计算机辅助技术、声学、气体力学等等使临床对 PSA 和构音障碍的发病机制、病变发展及恢复机制有了更深入的了解,这些将有助于制订更合理的治疗方案。

(三) 亚专业主要病种康复的目前研究水平(国际领先或国际先进): 只简述本亚专业高水平研究成果产出。(包括 JCR Q1 区杂志发表的高质量论文、高被引论文和热点论文、省部级及以上获奖情况、高层次人才队伍包括长江、杰青、千人计划、万人计划、海外优青、青长、青拔等人才情况)。

1. 研究成果

Pubmed 检索至 2023 年 10 月，发现言语功能障碍（失语症）评估相关文章已收录 21032 篇；同样的检索条件在 Web of Science 中进一步检索发现 30613 篇文献，对检索结果分析发现发表数量前三的国家分别为美国（3319 篇）、日本（1040 篇）、德国（825 篇）。“Aphasia Rehabilitation”、“diagnosis of aphasia”、“poststroke aphasia”、“multimodal therapy for aphasia”、“the evaluation of aphasia”等为主要研究方向。中国排名前五的研究机构分别为首都医科大学、复旦大学、中山大学、四川大学、北京大学。

言语功能障碍（构音障碍）评估相关文章已收录 1029 篇；同样的检索条件在 Web of Science 中进一步检索发现 1388 篇文献，对检索结果分析发现发表数量前三的国家分别为美国（146 篇）、德国（55 篇）、日本（39 篇）。“Neuroanatomy of dysarthria”、“diagnosis of dysarthria”、“poststroke dysarthria”、“Parkinson’s disease dysarthria”等为主要研究方向。中国排名前五的研究机构分别为北京大学、首都医科大学、四川大学、香港中文大学、复旦大学。

（1）中国康复研究中心听力语言科团队：中国康复研究中心听力语言科目前设有语言治疗区、耳鼻喉科-听力语言门诊区、吞咽障碍治疗区、门诊治疗区以及国际医疗部言语治疗区 5 个诊疗业务区域，科主任为张庆苏，目前共有言语治疗师 14 人，耳鼻喉科医生 5 人，言语康复医生 2 人，听力技师 1 人，护士 1 人，其中博士研究生 3 名，硕士研究生 10 人，具有美国 ASHA 职业资格 1 名，具有日本注册 ST 职业资格 1 名，科室承担住院以及门诊的言语、吞咽以及听力障碍后言语康复工作，同时开展耳鼻喉科、嗓音康复、眩晕康复以及言语吞咽康复门诊。目前每日治疗患者 267-330 名。

目前为首都医科大学康复治疗学听力语言康复教研室所在地，北京康复医学会言语听力专业委员会主任委员单位，中国康复医学会言语康复专业委员会秘书长单位，2023 年科室获评中华医学会物理医学与康复分会语言治疗技术规培基地，国家耳鼻喉科临床医学研究中心网络成员单位。还是人民卫生出版社《语言治疗学》第一版、第二版和《语言治疗学实训手册》第一版、第二版的主编单位，华夏出版社《言语治疗学》第一版、第二版的主编单位。

科室成立至今开展语言规范化培训技术学习班共 28 届，儿童语言规范化培训技术学习班共 6 届，召开中国国际言语治疗大会 3 届，吞咽康复规范技术培训班 3 届，主办北京国际康复论坛言语分论坛共 10 届。

科室主要研制了目前广泛应用于临床的《<S-S>法语言发育迟缓检查表》，《中国康复研究中心构音障碍的检查表》，《汉语标准失语症检查表(中康版)》、《曼恩吞咽功能检查表(汉译版)》以及正在进行中的《口吃的全面评估量表》等量表并在全国进行了推广和进一步的常模研究。

团队主要进行研究的方为失语症的评估、吞咽障碍治疗的临床观察、口吃量表的设计与研究、语言发育迟缓的评估和临床研究、构音障碍的客观评估技术和康复治疗方法的研究等；第一作者或合作作者目前国内核心期刊杂志发表的论文 38 篇，SCI2 篇。

1. Chen K, Zhang Q, Chen R, Guo S, Lin Y. Clinical Application of Allograft Bone of Alveolar Cleft Repair. J Craniofac Surg. 2023 Mar-Apr 01;34(2):e178-e182. doi: 10.1097/SCS.00000000000008942. Epub 2022 Sep 28. PMID: 36168128. 4 区, IF: 0.9
2. Kim H, Kang X, Lang X, Zhao W, Ge T, Sun J, Yi B, Zhang Q, Gao S. Cross-cultural adaptation and validation of vocal fatigue index (VFI) to Chinese language. LogopedPhoniatrVocol. 2023 Oct 20:1-9. doi: 10.1080/14015439.2023.2271569. Epub ahead of print. PMID: 37862111. 4 区, IF: 1.1

(2) 首都医科大学宣武医院汪洁团队：宣武医院康复医学科共有 6 名言语治疗师（4 名硕士学位，2 名在读硕士），主要从事脑损伤后失语症、构音障碍、吞咽障碍的评价与治疗。失语症评价与治疗采用汉语失语症心理语言评价与治疗系统，吞咽障碍的评价采用团队改良的 MASA，除了行为治疗外，从 2009 年开始在国内最先采用 tDCS 治疗失语症和吞咽障碍，取得了较好的临床效果。发表文章如下：

1. 汪洁等. 失语症测验, 国外医学物理学与康复学分册, 1989; 2: 53-65。
2. 汪洁等. 构音障碍的功能性评价. 中国康复, 1999; 14 (2) : 111-113。

3. 汪洁等. 波士顿诊断性失语症检查汉语版的编制与常模, 中国康复, 1996; 11 (2): 49-51。
4. 汪洁等. 波士顿诊断性失语症检查汉语版的测验量表—105 例患者测验结果的初步总结, 中国康复理论与实践, 1996; 2 (3) 111-116。
5. 汪洁等. 波士顿诊断性失语症检查汉语版的信度, 中国康复, 1998; 11 (3)。
6. 汪洁等. 构音障碍综合性评价量表的编制, 中国康复医学杂志, 1998; 13(6): 242-244。
7. 汪洁、吴东宇、宋为群. 汉语失语症心理语言评价与汉语标准失语症检查对命名困难定性的比较[J] 中国康复医学杂志, 2009; 24 (2): 113-117.
8. 汪洁、吴东宇、王秀会. 应用汉语失语症心理语言评价探查失语症患者复述困难产生的原因[J] 中国康复医学杂志, 2009; 24 (3): 222-。
9. 汪洁、吴东宇、宋为群. 应用汉语失语症心理语言评价探查听理解障碍的语言加工受损水平[J] 中国康复医学医学杂志, 2010; 25(4): 326-331
10. 汪洁、李薇、刘昱南、宋为群、吴东宇. 应用汉语失语症心理语言评价探查深层失读的朗读加工损害[J] 中国康复医学医学杂志, 2011, 26(1): 33-38
11. 汪洁、宋为群、吴东宇、袁英. 应用汉语失语症心理语言评价探查视觉性失语症伴纯失读的语言加工损害. 中国康复医学医学杂志, 2012, 27(8): 708-712
12. 汪洁, 吴东宇, 袁英, 张 烨, 张甜甜. 失语症心理语言评价指导经颅直流电刺激靶向治疗感觉性失语症: 1 例报告. 中国康复医学杂志, 2017(1): 102~105.

其中 2019 年发表的经颅直流电刺激对卒中后失语患者皮质激活的影响的文章引文数为 11。

Wang J, Wu D, Cheng Y, Song W, Yuan Y, Zhang X, Zhang D, Zhang T, Wang Z, Tang J, Yin L. Effects of Transcranial Direct Current Stimulation on Apraxia of Speech and Cortical Activation in Patients With Stroke: A Randomized Sham-Controlled Study. *Am J Speech Lang Pathol*. 2019 Nov 19;28(4):1625-1637. doi: 10.1044/2019_AJSLP-19-0069. Epub 2019 Oct 17. PMID: 31618056.

(3) 暨南大学附属第一医院康复医学科陈卓铭教授团队: 陈卓铭曾承担国家自然科学基金、国家“863”课题、国家“十一五”、“十二五”重大攻关课题等

15 项省部级以上的重大科学研究。多项临床研究成果得到康复系列本科和专科教材收录。牵头举办了 12 期全国语言和认知障碍学习班, 向全国推广语言障碍、认知障碍、自闭症、脑中风后遗症等多种诊治新技术。其中, 具有代表意义的“语言障碍诊治仪 ZM2.1”技术已经遍布全国 800 多家大医院。获广东省科技进步奖二等奖、广州市科技进步奖二等奖、广东省卫生科技进步奖三等奖。研制的“认知障碍诊治仪 ZM3.1”, “构音障碍诊治系统 ZM6.1”也已推向全国。陈卓铭教授团队研发了系列涉及听力、语言、智力、注意、行为、手功能、平衡功能、协调功能、步行功能等康复评估及智能化训练设备。使用者遍布听力残疾、言语残疾、智力残疾的成人及儿童。拥有专利 15 项, 计算机软件著作权 45 项, 在国内语言康复教育设备行业处于领先地位。陈卓铭作为主要执笔人以及通讯作者撰写了《汉语失语症康复治疗专家共识》、《运动性构音障碍的分类与评估专家共识》。发表密切相关文章 5 篇。

1. Yu, QW (Yu, Qiwei), Yang, WX (Yang, Weixin), Liu, Y (Liu, Yi), et. Changes in the corpus callosum during the recovery of aphasia A case report[J], MEDICINE, 2018, 97 (24) :0025-7974
2. Yi, Aiwen, Chen, Zhuoming, Chang, Yanqun, et al. Electrophysiological evidence of language switching for bidialectals: an event-related potential study[J]. Neuroreport, 2018, 29 (3): 181-190.
3. Chen, SJ (Chen, Shanjia); Tao, J (Tao, Jing); Tao, Q (Tao, Qian), et al. Rater experience influences reliability and validity of the brief international classification of functioning, disability, and health core set for stroke[J], Journal of rehabilitation medicine, 2016, 48[3]: 265-272
4. Shen, MQ (Shen, Manqiong); Xie, JS (Xie, Jiushu), Liu, WJ (Liu, Wenjuan), et al. Interplay Between the Object and Its Symbol: The Size-Congruency Effect[J], ADVANCES IN COGNITIVE PSYCHOLOGY, 2016, 12[2]: 115-129

5. Lin, Q, Lu, JL, Chen, ZM, et al. A Survey of Speech-Language-Hearing Therapists' Career Situation and Challenges in Mainland China[J], FOLIA PHONIATRICA ET LOGOPAEDICA, 2016, 68[1]:10-15

(4) **席艳玲及其团队**：语言本质上是可变的、动态的和异构的。方言始终是一个重要的考虑因素，特别是对历史久远的方言，在语言评估时要特别注意。我国是多民族国家，维吾尔族就是其中之一。团队就此进行了研究和编制。

①维吾尔语失语症检查法 (aphasia battery of Uighur, ABU)：由维吾尔族医师和语言专家一起编制，此量表以 ABC 作为源量表，根据维吾尔语语言特点、文化差异等，在复述、听字辨认、书写方面做了适当改动，但总体结构不变。ABU 对维吾尔语失语症患者的诊断、分类和量化方面具有较好的信度和效度，是一种较为理想的评定工具，具有良好的应用前景。

②维-汉双语失语症检测量表 (Uighur Chinese bilingual aphasia test, UC BAT)：新疆是双语和多语聚集地，专家采用汉语版 BAT 检测量表，将其按维语的特点，维族的生活习惯和居住环境，加上 BAT 量表的翻译要求，在乙部的听音辨词、语句理解(代词相互关系句、非标准句 1 型和 2 型、否定句)，进行一些改动，但总体结构不变。应用 UC BAT 量表获得的数据为双语失语症的调查研究、诊断及治疗提供有益的依据。

[1]热娜·阿不都萨拉木, 吐尔逊·沙比尔, 席艳玲等. 维吾尔语版失语症量表的信度和效度研究[J]. 中国康复医学杂志, 2014, 29(06):547-551.

[2]阿依夏木·阿布都力木, 席艳玲, 莎米拉·吐尔逊等. 维吾尔语-汉语双语失语症检测法的编译及初步临床应用 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2018, 40(08):613-616.

(5) 中南大学湘雅二医院康复医学科王如蜜团队：王如蜜作为神经康复专科副主任，在儿童言语语言障碍、老年吞咽障碍、失语症方面做出了突出贡献。2020-2023 年，引进全球含金量最高的嗓音治疗技术 LSVT LOUD（励协夫曼国际认证嗓音治疗技术）、Stutter-C 儿童口吃治疗技术；依据语音特征预测轻度认知障碍（MCI）与口腔功能不全；2022 年牵头立项国家级标准项目-儿童言语治疗师岗位能力标准；主编《言语治疗师入门手册》&《国际吞咽障碍食物标准》&《成人吞咽障碍临床吞咽评估指导手册》，主译出版《国际吞咽障碍食物标准》，

中日合著《实用失语症训练手册》；主持国家级课题 1 项、省级课题 5 项；获国家实用新型专利 4 项；发表 SCI/CSCD 论文 12 篇；2021 年获湖南省科技进步奖（老年综合评估技术及干预模式的建立与应用）一等奖。

发表 SCI 两篇：

1. Wang R, Kuang C, Guo C, et al. Automatic Detection of Putative Mild Cognitive Impairment from Speech Acoustic Features in Mandarin-Speaking Elders. J Alzheimers Dis. 2023;95(3):901-914. doi:10.3233/JAD-230373 2 区, IF 4.0
2. Chen Y, Li CY, Wang R, et al. Associations of oral health status and swallowing function with cognitive impairment in the aging population in China: Across-sectional study. BMC oral health. (accepted) 已接收, 待发。

2. 指南共识

目前我国已有的言语功能障碍相关共识有 2 项：2019 年发表的《汉语失语症康复治疗专家共识》和 2022 年发表的《卒中后失语临床管理专家共识》。

[1]汉语失语症康复治疗专家共识组. 通信作者:陈卓铭. 汉语失语症康复治疗专家共识. 中华物理医学与康复杂志, 2019, 41 (3) :161-169

[2]中华医学会神经病学分会神经康复学组, 中国康复医学会脑血管病专业委员会, 中国康复研究中心. 卒中后失语临床管理专家共识. 中国康复理论与实践, 2022, 28(1) :15-23.

3. 论著

目前人民卫生出版社出版的言语功能障碍相关论著和教材共 5 部, 名称如下。

| 书名 | 主编 | 出版时间 |
|--------------|---------|---------------------------------|
| 语言治疗学 | 李胜利、陈卓铭 | 2008-01 (第 1 版)、2013-03 (第 2 版) |
| 语言治疗学 | 陈卓铭 | 2018-03 (第 3 版) |
| 言语治疗技术 | 张海霞 | 2019-12 |
| 言语障碍康复治疗技术 | 席艳玲等 | 2020-02 |
| ICF 言语功能评估标准 | 王勇丽等 | 2020-08 |
| 言语康复指南 | 陈仁吉 | 2023-09 |

小结：虽然我国在语言功能障碍方面缺少高层次人才、高水平的科研成果，但还是在不同学术领域做了巨大贡献。

（四）亚专业主要病种康复的国际前沿/发展趋势是什么？

1. 目前国际知名言语功能障碍（失语症）康复专家：伦敦大学神经病学研究所 Jason Warren 教授、约翰霍普金斯大学医学院物理医学与康复系 Rajani Sebastian 教授、美国南卡罗来纳大学传播科学与疾病系 Leonardo Bonilha 教授、德国柏林大学夏利特医学院 Christian H. Nolte 教授。

Jason Warren 教授发表了 43 篇关于失语症的文献，其中最高一篇影响因子 14.5。他的研究方向主要是失语症和阿尔兹海默症以及帕金森等神经系统疾病之间的关系，并逐渐揭示其病理生理学机制。Rajani Sebastian 教授发表了 16 篇关于失语症的文献，最高一篇影响因子 11.2，其研究方向主要为卒中后失语症的治疗以及预测。Leonardo Bonilha 教授发表了 52 篇失语症相关文献，其中最高一篇影响因子达 29.0。他的研究方向集中于失语症的非侵入性神经调控治疗以及失语症治疗的脑网络机制。Merve Fritsch 教授发表了 7 篇关于失语症的文献，最高影响因子 8.3，他的研究方向主要为丘脑病变引起的失语症。

上述专家的研究方向多集中于揭示失语症的大脑网络机制和失语症的治疗，以及针对不同疾病引起失语症的发病机制和评定失语症所使用的不同系统的开发。

2. 目前国际知名言语功能障碍（构音障碍）康复专家：德国慕尼黑路德维希-马克西米利安大学的 Theresa Schölderle 教授、比利时埃德海姆安特卫普大学的 Viviana Mendoza Ramos 教授、威斯康星大学的 R D Kent 教授、犹他州立大学的 Stephanie A Borrie 教授、英国伦敦神经病学研究所的 Serge Pinto 教授。

Theresa Schölderle 教授发表了 13 篇关于构音障碍的文献，其中最高一篇影响因子 3.8，引文数为 6。他的研究方向主要是脑瘫儿童构音障碍的发生机制及治疗方法。Viviana Mendoza Ramos 教授发表了 3 篇关于构音障碍的文献，最高一篇影响因子 3.3，引文数为 4，其研究方向主要为增强发音疗法用于治疗构音障碍的疗效。R D Kent 教授发表了 25 篇构音障碍相关文献，其中最高一篇影响因子达 2.6，引文数为 16。他的研究方向集中于神经系统疾病所致构音障碍的

发生机制及治疗,包括共济失调性构音障碍、卒中后构音障碍以及脑外伤后构音障碍等。Stephanie A Borrie 教授发表了 7 篇关于构音障碍的文献,最高影响因子 2.6,他的研究方向主要为感知觉学习在构音障碍中的应用。

上述专家的研究方向多集中于神经系统疾病与构音障碍间的关系以及构音障碍的不同治疗方法。

3. 脑卒中失语症影像、电生理研究:目前的临床研究、结构和功能影像学研究、神经生理学研究等使临床对 PSA 的发病机制、病变发展及恢复机制有了更深入的了解,这些将有助于制订更合理的治疗方案。未来需要更大样本以及更完善的研究设计来探讨 PSA 早、晚不同时期的大脑神经网络变化情况,从而尽早给予干预治疗以促进语言功能的恢复。

4. 失语症严重程度评估算法研究:失语症会损害一个人理解和形成语言的能力,给日常生活中的听、说、读、写等交流方式带来严重影响。目前失语症的诊断和评估主要依赖于语言病理学家根据自身经验并结合失语症评估量表进行,这种评估方法过程繁琐,患者有时无法正常配合,其评估结果具有很大的主观性和不确定性。因此,基于深度学习技术的自动化失语症评估算法具有很好的应用价值和发展前景。当前基于语音频谱图和深度卷积神经网络的评估算法被视为主流方法,但这些方法还存在着一些问题:(1)现有的频谱图提取方式不能很好地表征失语症音频间的动态变化;(2)现有网络提取的特征判别性不足,导致预测结果存在较大的误差;(3)语音信号中含有与失语症不相关的音频帧,对评估造成干扰;(4)与失语症相关的传统声学特征没有得到合理地利用。针对以上问题展开失语症评估算法的研究,能够辅助医生实现患者失语症的自动评估,有效提高评估效率。

5. 构音障碍评定方面多集中在采用辅助设备进行评估,如频谱分析、肌电图、喉动态描记仪、舌压力传感器、舌运动描记器、唇二维运动学分析法、光纤纤维咽喉内镜、录像荧光放射照像术和气体动力学检查等。

(五) 亚专业的专家在国际学术组织任职情况

1. 中南大学湘雅二医院康复医学科王如蜜副主任言语治疗师,兼任中国康复医学会言语康复专业委员会副主任委员;中国老年学与老年医学学会老年康复专业委员会副主任委员;湖南省康复医学会言语治疗专业委员会主任委员;湖南省

康复医学会言语治疗专业委员会主任委员；全国言语语言与吞咽康复合作发展联盟发起人；全国“蓝橙丝带”言语健康公益行动发起人。2016年-至今，担任国际吞咽障碍食物标准行动委员会（International Dysphagia Diet Standardisation Initiative, IDDSI）中国专家组组长。

2. 暨南大学附属第一医院康复医学科陈卓铭教授是全国言语康复领域领军人物和知名专家，现任中华医学会物理医学与康复医学分会言语语言康复学组组长，亚太听力言语专业委员会（APSSSLH）理事，第九届亚太听力语言大会（9th APSSSLH）执行主席。

（六）亚专业主要病种康复研究的重大科学基础设施

1. 人工智能系统：软件及数据库。
2. 计算机系统：言语功能的筛查、评定、治疗等需要计算机的辅助。
3. 影像设备：包括 MRI、CT 等影像学设备。
5. 生理学设备：描述失语症患者发声时呼吸生理特点，多利用动态喉镜、电声门图、喉肌电图等手段评估喉功能。
6. 声学检测设备：参数主要包括声强、基频、基频变化率、基频微扰(jitter)、振幅微扰(shimmer)、运动循环速率、信噪比和谐噪比。
7. 空气动力学仪器：检测参数包括声门下压、平均发声气流、最长声时、发声阈压、声门效率等。

（七）亚专业专家在国际合作交流情况简介

1. 中南大学湘雅二医院康复医学科王如蜜副主任言语治疗师

（1）2019年-2022年，与日本松下中国创新研究中心合作完成了一项大样本的横断面研究：一项老年口腔与认知功能早期语音筛查的横断面研究。

（2）2019年-2023年，已牵头与美国、澳大利亚、英国言语语言病理学专家团队完成研发0-6岁孤独症儿童语言和社交沟通循证治疗技术(STEPS-ASD)、3-12岁儿童语言障碍叙事困难循证治疗技术(STEPS-STORY)。

（3）2014年-2023年，牵头举办共六届国际言语病理病理学高峰论坛。

（4）2022年，中日合著《实用失语症训练手册》出版。

（5）2023年，牵头举办共两期中澳言语治疗师圆桌论坛。

(6) 2023 年, 代表中国参与亚太言语语言与听力学会关于亚太各个国家言语语言病理学现状与发展的介绍, 即将在 ASHA 期刊发表。

2. 暨南大学附属第一医院康复医学科陈卓铭教授

(1) 2021 年与澳门合作, 开展人工智能语言康复训练云平台“乐童聊”项目。推进人工智能语言认知康复训练云平台。

(2) 2022 年与国际人工智能学会合作, 申报粤港澳“数字科技在语言障碍康复与特殊教育领域的创新应用培训交流项目”。

(八) 亚专业主要病种康复的国际比较/(比较对象: 全球主要经济体美、日、德、法、英、俄、印度, 关键创新国家瑞士、瑞典、芬兰、韩国、新加坡、以色列等):

8.1 比较结果: 优势是什么?

我国言语功能评定领域的优势如下:

(1) 患者人群数量大, 可以通过多中心、临床大数据研究得出更可靠的研究结果。

(2) 近年来, 无论是神经影像学还是电生理技术及设备国产化加速, 新的自主研发设备及其对应的软件、算法等在中国开始进入发展快通道, 有望产生更多更好的多模态研究工具以帮助言语功能评定快速发展。

8.2 比较结果: 短板是什么?

(1) 跨学科型人才缺乏: 言语功能障碍涉及的机制极其复杂, 需要神经学科、医学、计算机、电子信息科学等更多学科人才加入才能全面推进。目前我国自主培养能力不足, 跨学科人才引进受限。

(2) 基础研究、平台建设、产学研发展不足: 康复领域内基础研究均相对不足, 言语障碍作为其分支之一, 在平台建设、基金申请方面均无特别优势; 产学研发展联系不紧密, 工科资源不能充分利用, 研发设备及资金投入有限, 高精尖技术发展缓慢。

9. 亚专业拟采取的举措

9.1 对亚专业的短板/问题拟采取的举措。

(1) 为应对不断增强的临床和社会诉求, 我国言语功能障碍评估领域的研究也越来越深入。但要实现言语功能障碍评估突破性进展, 最重要是应用多模态

技术，开展多学科、多中心临床研究。

(2) 我们需要建立跨学科的合作模式，让临床医护人员、基础医学研究人员、工科技术人员等不同背景的人员交叉合作，共同进行多中心临床研究，通过建立统一的数据库来共享专业技术，使产学研高效率转化。

9.2 对亚专业的优势/机遇拟采取的举措。

(1) 我国最大的优势就是患者基数大，因此可开展大规模多中心临床试验，以探索更多言语功能评估领域的新方法，并探索与其他学科合作以突破现有技术壁垒的方法。

(2) 利用专业学会、学组和培训基地的引领作用，加强对专业的宣传、培养和辐射作用，进一步规范化、体系化毕业后教育，设置准入标准、评价指标、改进方案等规章制度，达到同质化管理。同时，积极挖掘潜能，为专业人员提供合作和提升、展示能力的平台。

参考文献:

1. LE H, LUI M Y. Aphasia[M]. 2020 Jun 16. In: StatPearls [Internet]. Treasure Island (FL): StatPearls Publishing, 2020: 32644741
2. SHEPPARD S M, SEBASTIAN R. Diagnosing and managing post-stroke aphasia[J]. Expert Review of Neurotherapeutics, 2021, 21(2):221-234
3. STEFANIAK J D, HALAI A D, LAMBON RALPH M A. The neural and neurocomputational bases of recovery from poststroke aphasia[J]. Nature Reviews Neurology, 2020, 16(1):43-55.
4. 曹京波, 赵纯, 金旻, 张玉梅. 失语症的常用评价方法. 中国临床康复, 2006, 12(18): 139-141
5. 王荫华. 汉语失语症失语类型的鉴别诊断流程 (一)[J]. 中国康复理论与实践, 1997, 3(1):10-12
6. 张庆苏, 纪树荣, 李胜利等. 中国康复研究中心汉语标准失语症检查量表的信度与效度分析. 中国康复理论与实践, 2005, 11(9): 703-704.
7. 杨涓, 熊晓雯. 《中国康复研究中心汉语标准失语症检查量表》在客家语失语症患者的应用研究. 中国康复, 2014, 29(5): 331-332
8. 赵丽丽, 李承晏, 毛善平, 等. 汉语语法量表的制定和标准化 [J]. 卒中与神经疾病, 2002, 9(5):296-298.
9. 王红, 陈卓铭, 林玉萍, 等. 语言障碍诊治仪 ZM2·1 对失语症患者语言功能评定的效度和灵敏度 [J]. 暨南大学学报 (自然科学与医学版), 2005, 26(4):552-555.
10. 陈卓铭. 汉语语言心理加工与失语症评估 [J]. 中国康复医学杂志, 2015, 30(11):1091-1094.
11. 张海平, 付婧, 肖军等. 自编简易临床失语量表对卒中后失语症的评估、诊断及分类的临床应用研究[J]. 实用医院临床杂志, 2021, 18(03):64-67.
12. 张梦龙, 卓碧芳, 秦晨阳等. 失语症常用评价方法及其信效度概况[J]. 吉林中医药, 2022, 42(03):366-369. DOI:10.13463/j.cnki.jlzyy.2022.03.027.
13. 张海平, 付婧, 肖军等. 卒中后失语症的评估及进展[J]. 阿尔茨海默病及相关病杂志, 2022, 5(03):248-252.

14. 卫冬洁. 脑卒中言语功能评定 [J]. 中国临床康复, 2002(09):1244-1245+1248.
15. 曹京波, 赵纯, 金旻, 张玉梅. 失语症的常用评价方法. 中国临床康复, 2006, 10(18): 139-141
16. J. Pena-Casanova, *L. Vinaixa, F. Diéguez-Vide, N. et al. Soler-Campillo. Assessment of aphasia: dialectal and cultural considerations in neurology. *Neurología*, 37 (2022) 596—603
17. Alexia Rohdel, Linda Worrall, Erin Godecke, et al. Diagnosis of aphasia in stroke populations: A systematic review of language tests. Editor: Pedro Antonio Valdes-Sosa, Centro de Neurociencias de Cuba, CUBA. PLOS ONE, March 22, 2018. | <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0194143>
18. Sofia Vallila-Rohter, Ph.D., CCC-SLP, Laura Kasparian, M.S., et al. Implementing a Standardized Assessment Battery for Aphasia in Acute Care. SEMINARS IN SPEECH AND LANGUAGE/VOLUME 39, NUMBER 1 2018:37-52
19. Brielle C. Stark, Manaswita Dutta, Laura L. et al. Standardizing Assessment of Spoken Discourse in Aphasia: A Working Group With Deliverables. *American Journal of Speech-Language Pathology*, 2021, 30: 491 - 502
20. Yiting Emily Guo, PhD, BAppSc, Leanne Togher, PhD, et al. Assessment of Aphasia Across the International Classification of Functioning, Disability and Health Using an iPad-Based Application. MARY ANN LIEBERT, INC. VOL. 23 NO. 4 APRIL 2017 TELEMEDICINE and e-HEALTH 315:313-326
21. Letter to the editor: Improving efficacy of aphasia rehabilitation by using Core Assessment of Language Processing. *Annals of Physical and Rehabilitation Medicine* 65 (2022) 101630. 1877-0657/© 2022 Elsevier Masson SAS. All rights reserved.
22. Seedahmed S. Mahmoud, *, Raphael F. Pallaud, Akshay Kumar, et al. * A Comparative Investigation of Automatic Speech Recognition Platforms

- for Aphasia Assessment Batteries. *Sensors* **2023**, *23*, 857.
<https://doi.org/10.3390/s23020857>
23. Laura Veronelli & Ilaria Scola & Mirella Frustaci et al. The assessment of severe lexical disorders in Italian individuals with aphasia. *Neurological Sciences* (2020) 41:1791 - 1805
24. Run Wang BSN, Wei Wei BSN, Jungui Zhou MSN, et al. Clinical assessment and screening of stroke patients with aphasia: a best practice implementation project. *JBI Evidence Implementation JBI Evid Implement* 2022; 20:144 - 153.
25. Katherine Salter BA, Jeffrey Jutai, Norine Foley, et al . Identification of aphasia post stroke: A review of screening assessment tools .*Brain Injury*, June 2006, 20(6): 559 - 568
26. Ayesha Kamal Butt¹, Rabia Zubair², Farooq Azam Rathore³. The role of Augmentative and Alternative Communication in Speech and Language Therapy: A mini review. *REHABILITATION SCIENCES CORNER. JPak Med Assoc, Vol. 72, No. 3, March 2022*
27. 邢一兰, 吴宏, 胡欢, 等. 失匹配负波评估卒中后失语自然恢复的价值研究. *中国全科医学*, 2018, 21 (5) : 535-540
28. 徐璐瑶, 陈晓迪, 梁志刚. 卒中后失语的影像学评估研究进展. *中国卒中杂志*, 2022, 17(9):1017-1021.
29. 何雅娜, 张权, 张云亭, 等. 脑梗死后运动性失语患者语言中枢的 fMRI 评价. *磁共振成像*, 2010, 1 (1) : 6-10
30. 汉语失语症康复治疗专家共识组, 通信作者: 陈卓铭. 汉语失语症康复治疗专家共识. *中华物理医学与康复杂志*, 2019, 41 (3) :161-169
31. 周亮, 叶祥明, 李厥宝, 等. 汉语失语症患者语言康复治疗前后 N400 变化的研究. *中国康复理论与实践*, 2013, 19 (12) : 1152-1154.
32. 汪洁, 秦冰. 失语症恢复机制的神经影像学进展. *中国卒中*, 2006, 7 (1) : 521-525.

33. 陈虹静, 胡卡明. 脑卒中后构音障碍各评定方法浅析. 湖南中医杂志, 2012. 28(6):126-129.
34. 夏娣文, 翟浩瀚, 程薇萍等. 计算机语言障碍诊疗系统对脑卒中构音障碍的治疗作用. 中国康复 • 2009, 24(1): 21-22
35. 冯小欢, 丘卫红, 陈兆聪等. 运动性构音障碍患者发音时构音运动学特征: 基于电磁发音动作描记仪的研究. 中国康复理论与实践, 2019, 25(2)125-134.
36. 李胜利, 张庆苏, 卫冬洁等. 运动性构音障碍言语、声学及疗效的研究. 中国康复理论与实践 2006, 12(7): :591-592
37. 王 红, 陈卓铭. 脑卒中后遗构音障碍的诊断与治疗. 新医学, 2006, 37(11) 717-719
38. 冯小欢, 丘卫红, 陈兆聪, 等. 运动性构音障碍患者发音时构音运动学特征: 基于电磁发音动作描记仪的研究. 中国康复理论与实践, 2019, 25(2):125-133
39. 周勇, 焦杨, 席家宁等. 言语康复构音障碍评定医生助手软件设计与实现. 智慧医院建设与实践, 2021, 16(9): 56-60.

心理功能障碍康复评定现状研究

石河子大学第一附属医院

张桂青

一、研究目的

通过对国内外心理功能障碍康复评定技术相比较,发现优势、找准短板,以便对我国物理医学与康复学的心理功能障碍康复评定技术的全球竞争力作出判断,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。

二、研究内容

(一) 心理功能障碍康复评定的重大科学问题是什么(限列三项)?

当前我国正处在社会转型期,随着生活和工作节奏加快,社会竞争急速加剧,国民心理压力大大增加,群众心理健康问题凸显。其中,作为全社会的关注重点——学生群体,面临着学业、就业等压力的增大,心理健康问题日益突出,且呈低龄趋势。另外,孕产妇、老人的心理健康问题同样不容忽视。孕产期不同阶段可疑抑郁或抑郁的总体阳性率为 20.17%~27.57%; 19.05%的老年人处于轻度抑郁状态, 12.17%存在中高程度的抑郁情绪。

目前我国精神心理疾病临床诊疗面临着患病率高、患病人群庞大的巨大挑战,但目前国内抑郁症的就诊率仅 9.5%,仅 50%的精神分裂症患者获得专科治疗。由于精神疾病慢性、长期、致残等特性,给家庭、社会带来沉重的经济负担及巨大的破坏力。41%的抑郁症学生曾因疾病而休学,全球每年有 70 多万人因抑郁症而自杀身亡^[1]。

心理功能障碍康复评定三大科学问题:第一,评定的原则与规范?目前临床所用量表是否与时代发展的需求相符?第二,如何对个性化患者精准评估?第三,如何使用先进技术进行心理功能障碍康复评估?是否值得推广?

(二) 心理功能障碍康复评定的关键技术问题是什么(限列三项)?

心理功能障碍康复评估的关键技术在于功能训练、全面康复与回归社会。心理功能障碍康复评定方法众多，有传统医学检查方法，也有心理测量学技术，还有社会学及其他学科检测手段，多种方法结合使用，收集的资料更为全面，评估结果更具科学性，从而在心理功能障碍康复评定工作中更具有价值。

1. 心理量表评估

心理测量学 (Psychometrics) 上，评定量表 (rating scales) 是用来量化观察中所得印象的一种测量工具，为心理评估中收集资料的重要手段之一。

在心理卫生理论研究和临床实践中，常常需要对群体或个体的心理和社会现象进行观察，并对观察结果以数量化方式进行评价和解释。这一过程称为评定 (rating)。而评定决非漫无目的，需要按照标准化程序来进行，这样的程序便是量表 (scales)，例如 90 项症状清单 (Symptom Checklist 90, SCL-90)、汉密顿焦虑量表 (Hamilton Anxiety Scale, HAMA)、老年认知功能量表 (Scale of Elderly Cognitive Function, SECF) 等等。

心理功能障碍康复评定通常会使用量表来进行康复评估。

汉密尔顿抑郁量表 (Hamilton Depression Scale, HAMD) 是目前使用最为广泛的抑郁量表。HAMD 属于他评量表，其原始量表包括 21 条题目，只按前 17 条题目计算总分。HAMD 的大部分项目采用 5 级评分 (从 0 到 4)，少数项目采用 0~2 分的 3 级评分法。像 HAMD 这样的观察量表较自评量表有某些优点，最突出的是能够测量像迟滞这样的症状。另一个明显的优点是文盲和症状严重的患者也可以用此量表评定。

汉密尔顿抑郁量表由汉密尔顿 (Hamilton) 于 1960 年编制，是临床上评定抑郁状态时应用最为普遍的量表。本量表有 17 项、21 项和 24 项等 3 种版本，这里介绍的是 24 项版本。这些项目包括抑郁所涉及的各种症状，并可归纳为 7 类因子结构。

总分能较好地反映病情的严重程度，即症状越轻，总分越低；症状越重，总分越高。通过总分在心理康复或药物治疗前后的变化来衡量各种心理、药物干预的效果。按照 Dayris JM 的划分，对于 24 项版本，总分超过 35 分可能为严重抑郁；超过 20 分，可能是轻或中度的抑郁；如小于 8 分，则没有抑郁症状。在 17 项版本则分别为 24 分、17 分和 7 分。

因子分可以反映来访者或病人的抑郁症状的特点,同时也可反映心理康复或药物干预前后靶症状的变化特点。通常使用量表来评估抑郁障碍的治疗效果。①临床治疗有效(response):指抑郁症状减轻,汉密尔顿抑郁量表-24项(Hamilton Depression scale 24, HAMD-24)减分率至少达30%;②临床治愈(remission):指抑郁症状完全消失时间>2周,HAMD-24<8分或者MARDS<10分,并且社会功能恢复良好。

汉密尔顿焦虑量表(Hamilton Anxiety Scale, HAMA)包括14个项目,由Hamilton于1959年编制,它是精神科中应用较为广泛的由医生评定的量表之一,临床上常将其用于焦虑症的诊断及程度划分的依据。应由经过训练的两名评定员进行联合检查,采用交谈与观察的方式,检查结束后,两名评定员各自独立评分。若需比较治疗前后的症状和病情的变化,则于入组时,评定当时或入组前一周的情况进行评定,于治疗后2-6周,再次评定,以资比较。

2. 功能性核磁共振(Functional Magnetic Resonance imaging, fMRI)

分子生物学与医学影像学相互交叉融合形成了分子影像学(Molecular imaging)。分子影像学从广义上可定义为在细胞和分子水平上对活体生物过程应用影像学技术进行定性和定量研究。分子影像学技术或分子显像技术主要包括磁共振分子显像、光学分子显像和核医学分子显像技术。核医学分子显像技术包括单光子发射计算机断层显像和正电子发射断层显像,具有灵敏度高、可定量等优点,是当前比较有前途的分子显像技术,目前,核医学分子显像技术在肿瘤学、神经精神病学和心脏病学中的价值已得到人们认可并显示出巨大应用前景。

功能性磁共振成像(Functional Magnetic Resonance imaging, fMRI)是一种新兴的神经影像学方式,其原理是利用磁振造影来测量神经元活动所引发之血液动力的改变。目前主要是运用在研究人及动物的脑或脊髓。

自从1890年代开始,人们就知道血流与血氧的改变(两者合称为血液动力学)与神经元的活化有着密不可分的关系。神经细胞活化时会消耗氧气,而氧气要借由神经细胞附近的微血管以红血球中的血红素运送过来。因此,当脑神经活化时,其附近的血流会增加来补充消耗掉的氧气。从神经活化到引发血液动力学的改变,通常会有1~5秒的延迟,然后在4~5秒达到的高峰,再回到基线(通常伴随着些微的下冲)。这使得不仅神经活化区域的脑血流会改变,局部血液中

的去氧与带氧血红蛋白的浓度，以及脑血容积都会随之改变。血氧浓度相依对比（Blood Oxygen-Level Dependent, BOLD）首先由小川诚二等人于 1990 年所提出，接着由邝健民等人于 1992 年发表在人身上的应用。由于神经元本身并没有储存能量所需的葡萄糖与氧气，神经活化所消耗的能量必须快速地补充。经由血液动力反应的过程，血液带来比神经所需更多的氧气，由于带氧血红蛋白与去氧血红蛋白之间磁导率不同，含氧血跟缺氧血量的变化使磁场产生扰动而能被磁振造影侦测出来。借由重复进行某种思考、动作或经历，可以用统计方法判断哪些脑区在这个过程中有信号的变化，因而可以找出是哪些脑区在执行这些思考、动作或经历。

几乎大部分的功能性磁共振成像都是用 BOLD 的方法来侦测脑中的反应区域，但因为这个方法得到的信号是相对且非定量的，使得人们质疑它的可靠性。因此，还有其他能更直接侦测神经活化的方法（像氧抽取率（Oxygen Extraction Fraction, OEF）这种估算多少带氧血红蛋白被转变成去氧血红蛋白的方法）被提出来，但由于神经活化所造成的电磁场变化非常微弱，过低的信杂比使得至今仍无法可靠地统计定量。

功能性磁共振成像的应用分为三种情况

（1）扩散成像：人体内的水分子存在布朗运动形式的随机扩散。这种扩散信息与弛豫时间 T1、T2 是无关的，它能在分子水平上提供功能性的信息。

（2）灌注成像：在显微毛细血管层次上的血液动力学成像，传统上是用同位素成像的方法来解决的。在磁共振成像中的平面回波成像方法不仅能同样提供有关的区域脑血流及脑血流量的信息，而且比传统方法具有更高的空间分辨率。

（3）任务激活的图像：人体在做某项活动时，大脑皮层特殊的区域中会有相应的反映。用 fMRI 测定大脑血液的氧合水平就能直接进行脑功能的研究。

3. 多导睡眠记录

多导睡眠记录仪是诊断睡眠障碍的重要监测手段，可以同时采集患者睡眠状态下的许多生理信号，如口鼻气流、胸腹运动、血氧饱和度、脉搏、心电、脑电、眼动、肌电等等，经过信号放大器放大后，再将信号图描记在记录纸上以备分析，即多导睡眠图。目前使用的多导睡眠记录仪均为电脑化设备，计算机自动分析处理，自动存储。

多导睡眠记录仪于 20 世纪 80 年代开始应用于临床,目前已经得到广泛应用,它的监测结果被称为诊断睡眠呼吸疾病的“金标准”。多导睡眠记录仪的优点是无创伤,对患者无任何副作用,不必担心对患者的健康造成伤害;监测指标全面,操作简便,分析快速准确;可以同步记录患者的睡眠结构、呼吸、血氧以及心电图紊乱,并了解它们发生的因果关系。通过睡眠监测仪,在患者安静入睡的状态下,连续记录睡眠时 6~8 小时的脑电图、心电图、肌电图、血氧饱和度、鼾声、呼吸动度等十多项指标的改变,用于诊断睡眠呼吸暂停综合症、确定其病因、分型、判定预后、提供治疗方案,特别是各种睡眠障碍性疾病(慢性失眠、白日过度嗜睡、遗尿症、多梦、睡惊症、多发性睡病、周期性腿动、不宁腿综合症、帕金森氏病、精神障碍,心身疾病等)。对其确定病因,确定诊断,制定行之有效的治疗方法提供可靠依据。

(1) 检查内容:

1) 睡眠情况:通过记录脑电图,眼电图,肌电图准确反映睡眠状况和分期;

脑电图:区分睡眠与醒觉,睡眠各个分期及其各期所占比例;

眼电图:根据眼球是否运动,区分快动眼睡眠及非快动眼睡眠;肌电图:记录下颌部位的肌肉活动产生的电活动,辅助区分快动

眼睡眠及非快动眼睡眠。

2) 呼吸情况:多用对温度敏感的热敏电阻感知呼出气及吸入气的温差变化,以了解气流的有或无,判断是否发生了睡眠呼吸暂停;胸部及腹部运动:通过胸腹带中的电阻或其他导电物质感受胸腹部活动的存在或消失,来区分中枢或阻塞性睡眠呼吸暂停;血氧测定:通过夹在手指上的传感器持续不断地采集血氧饱和度可以了解整个睡眠过程中缺氧的时间和程度,对判断睡眠呼吸暂停综合征病情的轻重、估计治疗效果很有帮助。

3) 心脏情况:通过心电图了解整个睡眠过程中心率及心电图波形的改变,分析各种心律失常及其它异常波形和呼吸暂停的关系,评估治疗效果。

4) 其它:以上三方面已足够诊断睡眠呼吸暂停综合症,但有的多导仪也记录鼾声,以了解鼾声的性质和睡眠呼吸暂停的关系及其频率谱;还有的带有体位传感器,可以记录患者睡眠过程中体位的变化,详细了解呼吸暂停与睡觉姿势的关系,以免漏诊一些只在仰卧位才出现的呼吸暂停。

(2) 用途

1) 记录和分析睡眠, 正确评估和诊断失眠: 多导睡眠监测仪是可以客观地、科学地、量化地记录和分析睡眠的仪器, 可以了解入睡潜伏期、觉醒次数和时间、两种睡眠时相和各期睡眠比例、醒起时间和睡眠总时间等, 国际上均有统一量化标准。因此可以正确评估失眠真相, 并发现某些失眠的病因, 如脑部病变、抑郁征、睡眠呼吸障碍、肢体异常活动等。

2) 发现睡眠呼吸障碍: 包括阻塞性和中枢性睡眠呼吸暂停综合征、良性鼾征、睡眠窒息感、睡眠呼吸急促等。临床上以习惯性响鼾伴频繁呼吸中断的阻塞性睡眠呼吸暂停综合征最为多见, 可引起包括心脑血管病变在内的一系列疾病。

3) 确诊某些神经系统病变: 包括发作性睡病、周期性肢动征、不宁腿综合征以及各种睡眠期行为障碍疾病, 如夜游征、夜惊征、夜间惊恐发作、伴随梦境的粗暴动作等。

(三) 心理功能障碍康复评定的目前研究水平 (国际领先或国际先进):

袁勇贵教授团队曾简述了虚拟现实 (Virtual Reality, VR) 在精神障碍的评估等方面的进展, 总结了抑郁症 (Major Depression Disorder, MDD)、创伤后应激障碍 (Post-traumatic Stress Disorder, PTSD) 及精神分裂症 (Schizophrenia, SCZ) 患者的信息处理、记忆、学习和情感加工能力可以通过患者在 VR 任务上的表现异于健康对照 (Healthy Control, HC) 来评估。

也发表了关于卒中后抑郁诊断及量表的使用的文献, 文中详细阐述心理测量量表的相关内容。此外也进行了心身症状量表 (Psychosomatic Symptom Scale, PSSS) 的编制及其在中国普通医院患者中的信效度评估、中文版心境量表的临床性质、中国人群脑卒中后抑郁量表的信效度、不同类型脑卒中后抑郁患者脑卒中后抑郁量表的信效度、乌尔都语版心身症状量表在巴基斯坦患者中的信度和效度、中文版健康焦虑简量表的信效度研究——基于大学生的调查、WHO-5 幸福指数和心境正常量表的跨文化效度: 气候分析、中国版创伤后痛苦障碍自评量表 (21-item Post-traumatic Embitterment Disorder Self-Rating Scale (PTED-21) 在综合医院住院患者中的信效度等相关量表的研究。

其团队近年心理量表评估相关 Q1 区 SCI 文章:

1. Li L, Peng T, Liu R, Jiang R, Liang D, Li X, Ni A, Ma H, Wei X, Liu

- H, Zhang J, Li H, Pang J, Ji Y, Zhang L, Cao Y, Chen Y, Zhou B, Wang J, Mao X, Yang L, Fang J, Shi H, Wu A, Yuan Y. Development of the psychosomatic symptom scale (PSSS) and assessment of its reliability and validity in general hospital patients in China. *Gen Hosp Psychiatry*. 2020 May-Jun;64:1-8. doi: 10.1016/j.genhosppsych.2020.01.008. Epub 2020 Feb 1. PMID: 32070913.
2. Yue Y, Liu R, Lu J, Wang X, Zhang S, Wu A, Wang Q, Yuan Y. Reliability and validity of a new post-stroke depression scale in Chinese population. *J Affect Disord*. 2015 Mar 15;174:317-23. doi: 10.1016/j.jad.2014.11.031. Epub 2014 Nov 26. PMID: 25528001.
 3. Shah SM, Jahangir M, Xu W, Yuan Y. Reliability and Validity of the Urdu Version of Psychosomatic Symptoms Scale in Pakistani Patients. *Front Psychol*. 2022 Apr 11;13:861859. doi: 10.3389/fpsyg.2022.861859. PMID: 35478754; PMCID: PMC9037750.
 4. Li L, Zhang Y, Feng S, Cao Y, Li H, Li X, Ji Y, Sun H, Mao X, Zhou B, Ni A, Zhang J, Zhao Z, Li X, Wei X, Wu A, Yuan Y. Reliability and validity of the brief psychosomatic symptom scale (BPSS) in patients from general hospitals. *Gen Hosp Psychiatry*. 2023 Jul-Aug;83:1-7. doi: 10.1016/j.genhosppsych.2023.03.014. Epub 2023 Mar 29. PMID: 37028094.

李凌江教授团队曾开展了中文版双相谱系诊断量表效度与信度研究、中国青少年情感不稳定量表简称的因子结构和心理测量特性、中文版心境障碍问卷(MDQ)的有效性及其双相情感障碍最佳临界筛查、心境障碍患者心境障碍问卷 (MDQ) 评估：一项在中国的多中心试验、中文版自我报告问卷 20 (Self-Reporting Questionnaire 20, SRQ-20) 在社区环境中的心理测量特性等研究。

其团队近年心理量表评估相关 Q1 区 SCI 文章：

1. Yang HC, Yuan CM, Liu TB, Li LJ, Peng HJ, Rong H, Liao CP, Shen QJ, Fang YR. Validity of the Chinese version Mood Disorder Questionnaire

- (MDQ) and the optimal cutoff screening bipolar disorders. *Psychiatry Res.* 2011 Oct 30;189(3):446-50. doi: 10.1016/j.psychres.2011.02.007. Epub 2011 Mar 12. PMID: 21402414.
2. Chen S, Zhao G, Li L, Wang Y, Chiu H, Caine E. Psychometric properties of the Chinese version of the Self-Reporting Questionnaire 20 (SRQ-20) in community settings. *Int J Soc Psychiatry.* 2009 Nov;55(6):538-47. doi: 10.1177/0020764008095116. Epub 2009 Jul 10. PMID: 19592444.

王小平教授团队曾发表应用于青少年精神障碍患者的非自杀性自伤行为量表修订、《精神病人刑事责任能力评定量表》在精神障碍者责任能力等级评定中的应用、暴力历史、临床、风险评估量表中文版信效度研究、限定刑事责任能力评定量表在情感性精神障碍案例中的运用相关测量量表的文献。

其团队近年心理量表评估相关的 SCI 文章：

1. Chen H, Pan B, Zhang C, Guo Y, Zhou J, Wang X. Revision of the non-suicidal self-injury behavior scale for adolescents with mental disorder. *Zhong Nan Da Xue Xue Bao Yi Xue Ban.* 2022 Mar 28;47(3):301-308. English, Chinese. doi: 10.11817/j.issn.1672-7347.2022.210549. PMID: 35545322.

心理功能障碍康复评定在康复专业团队的高水平研究成果较少，这与学科研究起步较晚、学科范围不明确有一定的相关性。

(四) 心理功能障碍康复评定的国际前沿/发展趋势是什么？

随着神经影像学的研究增多，功能影像学研究深入为心理功能障碍康复评定，开辟了一条新的道路。基于心理测量量表的方式，联合神经影像学，如功能性磁共振、正电子发射计算机断层显像（Positron Emission Tomography PET 等）和电生理学（脑电图、经颅磁刺激）等辅助手段对心理功能障碍康复进行多方位评定。

当前国外有研究进行虚拟现实（Virtual Reality, VR）在创伤后应激障碍、物质相关障碍、进食障碍、精神病和自闭症谱系障碍相关疾病的评估^[2]。采用眼

动追踪仪器、生理仪等设备进行辅助评估。

（五）心理功能障碍康复评定的专家在国际学术组织中的任职情况

袁勇贵，东南大学青年特聘教授、医学博士、博士生导师，东南大学附属中大医院心身医学科主任、主任医师；是江苏省优秀重点医学人才、江苏省第五期“333 工程”第二层次培养对象、江苏省“科教强卫”精神病学创新团队负责人、国际心身医学会（International College of Psychosomatic Medicine, ICPM）会员、国际 ICPM 心身医学专家、美国佛罗里达大学精神医学系访问学者、《Journal of Clinical and Basic Psychosomatics, JCBP》主编；现任中华医学会心身医学分会主任委员，江苏省医学会精神医学分会候任主任委员，江苏省医师协会心身医学专业委员会主任委员，江苏省医学会心身与行为医学分会前任主任委员，江苏省医师协会精神病学分会副会长；2019 年被中华医学会心身医学分会评为“心身医学突出贡献专家”称号，被江苏省医学会评为“优秀主任委员”称号，2021 年获得“十大医学影响力专家”称号，并被江苏省卫生健康委授予江苏省第六届“百名医德之星”荣誉，2022、2023 年连续两年荣登全球顶尖心理学家排行榜。

李凌江，医学博士，教授，一级主任医师，研究员，湘雅名医，博士生导师，中南大学湘雅二医院精神病学学科主任医师，精神病学专家，中华医学会精神医学分会第八届主任委员，国家精神心理疾病临床医学研究中心主任，国家卫生部有突出贡献中青年专家，中国杰出精神科医师，享受国务院政府津贴专家，2020 年被授予“国之名医”称号。兼任国家自然科学基金医学科学部第一、二届专家委员会委员；中国神经科学学会精神疾病基础与临床分会第三届委员会主任委员，中华医学会精神医学分会副主任委员，中国精神创伤研究协作组、中国抑郁症研究协作组组长；《中国创伤后应激障碍防治指南》、《中国抑郁障碍防治指南》主编；湖南省精神病学会主任委员；《中华精神科杂志》副主编。

王小平，博士，教授，主任医师，博士生导师。国家精神心理疾病临床医学研究中心主任，中南大学湘雅二医院精神病学科主任，中南大学精神卫生研究所所长，中南大学精神医学系主任。中华医学会精神医学分会副主任委员、中华医学会精神医学分会司法精神医学组组长、国家卫生计生委能力建设和继续教育精神卫生学专家委员会司法与伦理学组组长、中华医学会精神医学分会司法精神病

学组组长、中华医学会精神医学分会综合医院精神心理研究协作组组长(湖南);中国神经科学学会精神病学基础与临床分会副主任委员、中国医师协会精神科医师分会常委;中国医疗保健国际交流促进会精神卫生分会委员、湖南省法医学技术咨询委员会副主任委员、湖南省神经科学学会委员会常务理事。

(六) 心理功能障碍康复评定的重大科学基础设施

应用于心理功能障碍康复评定的重大科学基础设施分为三类:一类是数字化量表评估设备;一类是神经影像学设施,大型设备包括 PET、磁共振、脑磁图等仪器;小型设备包括近红外脑功能成像仪器;第三类是神经电生理设备:脑电图、肌电图、(Transcranial magnetic stimulation - motor evoked potential, TMS-EEG) 一体机等设备。

(七) 心理功能障碍康复评定专家在国际合作交流情况简介

心理功能障碍康复评定的国际合作交流主要以学术交流方式进行,例如:

学术交流会议:

中国康复医学会康复心理学专业委员会成立于 1994 年,成立 29 年来一直致力于康复心理学事业的推动和发展。自 2022 年 5 月 13 日中国康复医学会第六届康复心理学专业委员会成立后,在主任委员肖涛带领下,在专委会全体委员共同努力下,传承创新,砥砺前行,在组织建设,学术交流,科学普及,会员发展,公益服务等各个方面都取得了明显成绩,有力推动了我国康复心理学专业发展。

2023 年 4 月 7 日至 4 月 9 日,由中南大学湘雅二医院桂林医院承办的“2023 康复心理学国际学术研讨会暨 2023 年中国康复医学会康复心理学专业委员会学术年会”在桂林圆满落幕。国内外康复心理学专家、专委会委员代表、全国各大医疗机构康复、心理、临床、护理同仁 300 余人齐聚桂林,共享学术盛宴,贡献学术智慧,为促进中国康复心理学事业高质量发展共商大计,大会请李凌江教授作了学术报告,有力推动了我国心理功能障碍康复评定的发展。

(八) 心理功能障碍康复评定的国际比较

随着国外康复医疗发展不断影响,我国对康复医疗的不断重视,康复医疗的新模式、新技术如春笋般涌现出来。康复医疗产业的市场价值和空间也在不断增长。

发达国家康复医疗服务体系的特点:有着清晰和明确的康复医疗服务体系,

有据可依、高效运转的康复医疗服务流程,紧靠标准、关注功能的医保支付体系,一切以康复医师为核心的康复医疗服务组织,将社区和非政府组织的联合协作视为重点。总结来说,国外发达的康复医疗建立了一套完善而协同的体系,其心理功能障碍康复评定体系也相对成熟和应用更多更广,在发达国家中,美国医保政策对其康复医疗发展影响值得我们借鉴,我们在关注患者身心共同康复的同时也需要对患者进行相关心理功能障碍的康复评定。

1. 比较结果：优势是什么？

1) 由于我国患者人群数量大的优势,故心理康复相关专业发展空间广阔,其心理功能障碍的康复评定也会被越来越多地应用到临床康复工作中;

2) 近年来,无论是神经影像学还是电生理技术及设备国产化加速,新的自主研发设备及其对应的软件、算法等在中国开始进入发展快通道,有望产生更多更好的心理康复评估工具。

2. 比较结果：短板是什么？

1) 心理康复评估具有差异性

首先心理康复评估会使用到心理测量量表,但量表的内容能否全面、清晰地反映所要评定的内容特征,真实性又如何?

有的量表可评定多个方面特质,而另一些量表则只限评定一到两种特质,前者量表项目覆盖面大,但有时难深入,且看来评定者差异上后者要小于前者。有的量表适用于所有年龄和各种类型的人群,而另一些量表可能只限于某一年龄阶段或某一特殊人群,如某一种疾病患者。此外自评量表会受到患者的主观性的影响从而影响医生的判断,而他评量表会受到客观性的影响。

2) 量表评估系统、设备各有差异

目前市场上所销售的量表评估系统各有优势,且未进行统一规范标准,进而心理功能障碍评估会受到客观影响,此外有些设备是有上传云端服务器的选项,因而会有患者隐私泄露的风险。

3) 心理功能障碍康复评定技术规范不统一

目前我国从事心理康复的人员,无论是在总体数量还是整体的素质上,都存在一定问题。我国精神卫生专业医疗服务资源不足,到2018年底,有执照的心理医生仅40435人。从心理治疗的人员构成来看,我国现有的心理治疗服务队

伍中，人员构成比较复杂，有精神科医生、临床心理医生、护士和心理治疗师。由于各专业培养计划不同导致临床专业知识存在差异，心理治疗技术培训时间较短并且培训质量各有差异，而且考试门槛相对较低，使得心理康复人员的专业水平得不到保障。

九) 心理功能障碍康复评定的举措

1. 对亚专业的短板/问题拟采取的举措。

1) 政府提高对康复心理学在患者康复过程中重要作用的认识

通过制定法律法规、条例等的形式来维护行业规范与保护行业从业人员以及患者权益，通过提高医疗投入等方式来推进康复心理学的职业化进程。随着社会的发展，心理服务行业也在不断向前发展，心理康复治疗的高度发展离不开政府的大力支持，只有政府重视，相关部门参与到心理康复的规划当中去，我国的心理康复发展前景才会可观。

2) 医护人员转变自身观念抓住康复心理学的发展机遇，实现康复心理学的大发展

目前心身医学观点的提出给临床医护人员提供了一个诊疗思路，所以要求医护人员要从意识上改变对康复心理学的认识，转变过去的对心理学的认识，进而达到生物—心理—社会模式的转变，树立起既要挽救患者生命又要促进患者的心理康复、恢复社会功能的意识，此外医护人员应该加大对康复心理学的宣传力度，加强医护人员对康复心理的医疗作用以及意义的认识，增强其责任感。

3) 医疗体要不断引进相关专业人才，提高从业人员的专业水平

加强对医疗队伍的管理，不断完善相关心理咨询、心理治疗以及心理康复资格认证制度、职业道德标准以及相关监督体系，保证医疗队伍的从业意识严肃性，促使心理康复从业人员的的服务状况逐渐向规范化以及专业化方向发展^[3]。通过定期培训学习、实操演练、外出学习或行业交流等形式加强对从业人员的继续教育，通过其的专业化水平。要发挥学会组织的作用，加强与发达地区康复心理机构的联系交流，不断借鉴其先进经验，丰富完善我国康复心理的相关理论以及心理康复技术。

4) 社会支持

康复心理学在临床治疗过程中要注意利用积极心理因素实现病人的康复，利

用积极的心理因素主要是指要培养患者的积极情绪,通过心理上以及社会的支持,加上医护人员提供的指导措施,在病患康复过程中不断鼓励病患培养乐观、自信以及顽强的心理状态,通过引导患者的积极心理因素,促进患者机体的抗病能力以及充分发挥患者肢体的器官代偿功能。

此外要积极开展健康和卫生知识的宣教如心身疾病、身心疾病的发病因素、疾病的临床表现、药物治疗的必要性、维持治疗的重要性、正确对待药物的副作用等,引导家属及患者科学客观地对待相关疾病,提高治疗的依从性。也要大力调整和改善周围环境和社会条件,积极采用心理社会干预措施,最大限度地提高患者的物质生活质量、社会功能质量、身心健康质量,使其顺利适应并且回归社会。

5) 加强专业队伍的建设

随着我国高等教育的不断发展,高校师资队伍建设也越来越受到人们的重视。对康复心理学的师资队伍,要“走得出去,引得进来。”“走得出去”指的是在现有专业人才的基础上,要进一步扩大专业的重视程度,加强学术科研的力度,营造良好的师德师风,深化改革师资队伍体制。“引得进来”就是聘请行业专家举行讲座、引入高级人才等方式,提高专业师资力量。

也要通过高等学校教学来培养康复心理人才,采用内容合适的康复医学领域教材,优化专业课程内容,从理论和实践相结合的角度,注重课程实践性和应用性。通过校内技能训练和教学医院实操的结合,培养学生的实践能力;此外也要拓宽学生就业渠道。

当前,我国康复心理研究和学科建设进入了较为全面、高速发展的时期,正面临着前所未有的发展机遇。但同时,康复心理的发展也在满足国内经济社会发展的需求、迎接国际同行的激烈竞争等方面面临巨大的挑战。

参考文献

1. 《2023 年度中国精神心理健康》蓝皮书
2. Emmelkamp PMG, Meyerbröker K. Virtual Reality Therapy in Mental Health. *Annu Rev Clin Psychol*. 2021 May 7;17:495-519. doi: 10.1146/annurev-clinpsy-081219-115923. Epub 2021 Feb 19. PMID: 33606946.
3. Li HY, Yang LQ. Occupational health psychology in a cross-culture perspective [J]. *心理与行为研究*, 2007, 5(3):235-240.

运动功能障碍康复评定现状研究

广西医科大学第一附属医院

许建文

一、研究目的

通过对国内外运动障碍评定技术的比较，可以发现其优势并找准其短板。旨在明确我国物理医学与康复学专业在运动障碍评定技术方面的全球竞争力，并及时了解我国和世界物理医学与康复学的发展动态，以提供科学支持来推动我国康复医学学科的建设 and 高质量发展的决策。

二、研究内容

一) 运动障碍评定的重大科学问题是什么（限列三项）？

康复医学中最为常见的疾病是神经及肌肉骨骼系统疾病，如脊髓损伤、脑卒中、骨折、关节疾病等。此类疾病发病后多遗留运动功能障碍。为了使患者得以重返家庭与社会，运动康复显得尤为重要。

当前，临床常用的运动障碍评定主要是主观评估。方法是通过评估者发出相应的指令后，患者执行运动指令，从而获得患者的运动信息，对患者进行运动功能评分，所以评定结果存在差异。因此，需要新方法客观定量地评估患者运动功能障碍。

随着机械工程学、人工智能、神经影像学、神经电生理的发展，它们与康复医学的结合日益紧密。运动障碍评定逐渐向着客观化、可视化、弱化干扰因素等方向进步。同时，它们更是运动功能障碍评估的未来发展方向。但值得注意的是，机械工程学、人工智能、神经影像学、神经电生理与运动障碍评定的结合仍处于初级阶段，还需要更进一步研究完善。

因此，在运动障碍评定领域的重大科学问题**第一**是如何对运动障碍患者进行**个体化精准评估**，以量化运动障碍水平，可视化评估结果，弱化干扰因素。**第**

二是机械工程学、人工智能、神经影像学、神经电生理与运动障碍评估的应用正处初级阶段，如何优化与升级设备及程序以得到更精准客观的数据、具有较大的普适性。

二) **运动障碍评定的关键技术问题是什么** (限列三项) ?

目前关于要运动障碍评估的技术主要包括下面三大类:

1. 主观评估

运动功能量表评估

临床上,目前最常用的运动障碍评估方法仍是量表评估法,其是通过评估患者在进行指定行为或动作时,医者判断患者的运动功能水平,具有实用、简易、成本低等优势。常用的量表包括:徒手肌力测试(Manual Muscle Testing, MMT)、关节活动度测量(Joint Range of Motion Assessment, ROM)、改良 Ashworth 分级、Berg 平衡量表、步态分析,国际脊髓损伤神经学分类标准(International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury, ISNCSCI)、基于国际功能分类系统(International Classification of Functioning, Disability and Health, ICF)框架下的评估工具、Fugl-Meyer 运动功能评定(Fugl-Meyer Assessment of Physical Performance)量表、Brunnstrom 分期法等,此类量表分别为评价脊髓损伤、脑卒中、运动损伤所引发运动障碍常用工具。尽管此类量表及工具是前人智慧的结晶,但与机械工程学、人工智能、神经影像学、神经电生理等先进技术相比,传统量表仍存在较大的主观性及其他的混杂因素。因此,传统量表法与当前先进技术相结合及优化,才更有望对患者的运动障碍做出更精准化、客观化的评估。

(1) 基础评估量表

MMT 是康复医学中常用的肌肉力量评估方法,评估者通过指令让患者屈曲或伸展关节以评估肌肉的功能状态。评估结果分为 6 级,肌肉力量从 0-5 级依次由小到大。MMT 常独立应用或与其他评估量表结合应用于康复常见疾病的运动功能评估,并已被证明是有效评估肌肉力量的评估工具。

改良 Ashworth 分级是康复医疗中常用的一种评定肌肉痉挛程度的方法。它通过观察和评估患者在运动中的肌张力变化来评价肌张力。测试过程中用手轻揉患者肌肉并将关节逐渐伸展,同时观察患者肌肉阻抗程度。该方法将肌张力分为

不同的等级，共有 0-4 级（1-2 级之间存在 1+级）共 6 个等级，肌张力随着等级的增加而增加。该方法使医者能够更准确地了解和记录痉挛的严重程度，适用于评估多种病症引起的肌肉痉挛，如中风后痉挛、脊髓损伤以及脑性瘫痪等。

ROM 测量也是康复工作者常使用的一种运动功能测试方法，用于测量患者的关节舒展度和柔韧性。该测试方法可以用于测量各种关节的舒展度，例如手腕、肘、肩、髋、膝和踝关节。测试过程中，医者会通过一系列特定的动作和拉伸来测量关节的活动范围，并将结果与常规活动范围进行比较。这个测试有助于医者评估患者在康复过程中的进展情况，并制定个性化的治疗计划。

Berg 平衡量表（Berg Balance Scale）常用于老年人以及存在平衡功能障碍疾病患者的评定，量表由 14 个不同的任务组成，这些任务涉及日常生活中常见的平衡活动，如坐立转移、站立平衡、转身和行走等。医者根据患者在执行这些任务时的表现，给予相应的分数。每个项目的分数从 0 到 4，总分范围是 0 到 56，分数越高表示平衡能力越好。同时，已有研究表明 Berg 平衡量表可靠性较强。

步态分析是一项常用的评定工具，用于评定患者的步行功能和康复进展。步态分析是通过观察和记录一个人行走时的动作和姿势来评估其步行能力。这个过程通常结合使用各种技术和工具，例如摄影、传感器和运动分析系统。在步态分析中，医者会观察被评估者的步行过程，并记录相关数据。这些数据包括步态的周期、步幅、步速、双腿间的协调性、身体的姿势以及肌肉的活动模式等。通过分析，医者可以评估一个人的步行质量和功能性，了解其康复进展和治疗效果。步态分析还可以检测和识别一些潜在的步行问题和异常，例如不稳定、不对称、疼痛或其他肌肉骨骼问题等。

（2）脊髓损伤的量表评估

由美国脊髓损伤协会和国际脊髓学会（International Spinal Cord Society, ISCoS）国际标准委员会持续倡导的 ISNCSCI 将脊髓损伤的评定分为运动与感觉功能，其中的运动功能是通过关键肌的肌力进行评价获取的。通过运动和感觉功能的情况分析来确定患者的损伤分级以及损伤的节段。

ISNCSCI 是一种广泛使用的康复评估工具，用于描述和分类脊髓损伤的严重程度和神经功能损害的程度。它是目前评估脊髓损伤水平和严重程度的金标准。

ISNCSCI 标准主要基于对 SCI 患者的神经学评估，包括感觉功能和运动功能的测量。其中运动功能评估则包括对各个肢体的主要肌肉群的肌力测试。ISNCSCI 标准通过对 SCI 患者进行神经学分类，将患者的严重程度分为完全性脊髓损伤和不完全性脊髓损伤，以及进一步分为五种不同的分类（A、B、C、D、E），以描述患者的感觉和运动功能损害的程度。通过评估脊髓损伤的水平和损伤程度，ISNCSCI 可以提供有关脊髓损伤患者的详细信息，包括脊髓受损的神经节段、脊髓损伤的程度以及肢体功能障碍的程度。以利医者为患者制定合理的康复计划¹。

ICF 是由世界卫生组织（World Health Organization, WHO）于 2001 年发布的一个综合性的分类系统，其核心思想是将个体的功能和健康视为一个动态的交互过程。与传统的疾病模型不同，它强调个体功能水平、环境因素和个人参与度之间的相互影响。其分为两个主要部分：功能和活动（Body Functions and Structures, Activities）以及参与度（Participation），并考虑到环境因素（Environmental Factors）和个体特征（Personal Factors）²。

ICF 可用于监督评估脊髓损伤的功能状态和康复进展。具体可分为如下四种。

- 1) 功能评估：包括感觉、运动和自主神经系统的功能，如肌肉控制、协调、平衡、呼吸、循环等。
- 2) 活动评估：患者能够完成的任务，如进食、穿衣、洗澡、上下床、使用厕所等。
- 3) 参与评估：包括教育、就业、家庭和社交活动等方面。
- 4) 环境评估：包括物理环境、社会环境和人际关系，以及早期康复的环境条件和照护质量。

ICF 在脊髓损伤评估中的应用逐步受到重视。它为脊髓损伤患者的功能评估提供了一个综合性的框架，能够帮助医者进行客观的评估并制定个体化的康复干预和目标设定。此外，ICF 的应用还促进了跨学科合作和统一的共享语言，以促进不同领域专业人员之间的交流和合作，从而提高脊髓损伤患者的康复效果。

（3）脑卒中的量表评估

Fugl-Meyer 运动功能评定量表是脑卒中后运动功能障碍及患者康复进展常用的评估工具。该方法旨在评估患者的肌肉控制、协调性和运动范围，包括针对上肢和下肢的一系列任务和动作，例如抓握物体、屈伸关节、转动手腕、站立和行走等。医者可通过观察患者在执行这些任务时的能力给予相应分数。评估的总分根据任务数目的不同而有所变化。每个任务的分数从 0 到 2 或从 0 到 3，具体

根据患者的表现和能力水平来评定。目前，该方法常作为对照组在 AI、大数据与脑卒中运动评估相结合的研究中出现。是公认有效、可靠的脑卒中运动功能障碍评估工具³。

Brunnstrom 分期法是另一种评估偏瘫患者运动功能恢复程度的工具，它根据患者运动功能的恢复情况分为六个阶段。每个阶段都有特定的特征和意义，分别为联合反应、共同运动、协同运动模式减少、分离运动增多、分离运动完善、完全恢复，这有助于医者了解患者的康复进程并制定相应的治疗计划⁴。Brunnstrom 分期法与 Fugl-Meyer 同为临床及科研常用于评估脑卒中患者肢体功能障碍的工具。

ICF 结合脑卒中的运动功能疾病评估作为一种常用的方法，可帮助医者评估脑卒中患者的运动功能状况和康复需求。在运用过程中，医者首先需要了解患者的身体结构、功能和活动限制等问题，再选择合适的评估工具来评估患者的运动功能，包括 Berg 平衡量表、Fugl-Meyer 运动评估、MMT 等。之后运用 ICF 模型进行评估，利用 ICF 模型，可以通过对身体功能、身体结构和活动限制等方面的评估，来确定患者需要的康复治疗方​​案。这个过程同时需要评估与环境有关的因素，如社会支持、交通、住房等，以全面评估患者的社会参与能力²。

量表评估目前已经发展成为一个比较完整的体系，并且在临床中仍然是常用的评估方法。然而，量表评估也存在较大的局限性。这些评估结果是通过医者对患者的观察、测量所得出，因此存在较大的主观性和差异性。不同的评估者对于量表的使用和患者的运动模式理解程度不尽相同。为了更准确地反映患者的运动功能缺陷，我们需要使用客观化和可视化的评估方法，如康复评估机器人等。目前，多学科结合在运动障碍评估领域已经备受瞩目，包括三维运动捕捉技术、脑-机接口技术、功能性近红外光谱技术以及多模态联合评估等。

2. 客观评估

(1) 运动捕捉技术

运动捕捉技术是一种无创评估技术，它利用传感器、智能相机和其他设备来捕捉和分析人体运动，再通过计算机系统分析。它可以跟踪人体的姿势、动作和运动轨迹，并广泛应用于运动训练、人机交互和虚拟现实等多个领域。

在运动障碍评估方面，它通过精准的评估患者运动的幅度与模式，可实时监

测和分析患者情况，使医者更好地了解患者的运动情况，并制定个性化的康复计划。此外，该技术还可以促进康复过程中的自我监测和自我管理，使患者在康复期间能够更好地控制和调整自己的运动。

在运动障碍评估中，**传感器**的应用可以提供客观的运动数据，这些传感器可以是加速度计、陀螺仪、磁力计、压力传感器等。它们能够精准测量和记录人体的运动状态、力量和方向等。通常，传感器放置在人体的关键部位或穿戴于身体周围的装置中，通过收集运动数据来跟踪人体的姿势、动作和运动轨迹。这些数据可以通过无线连接或有线连接传输到计算机或移动设备进行分析和处理。利用传感器的运动追踪技术使得运动障碍评估更客观、更可量化和具有可重复性。

另一种综合性评估方法是利用**传感器、智能手机等可穿戴设备结合互联网技术**对患者进行远程无监督的实时监测评估。由于在医者监视下并不同于患者实际生活环境的运动状态，监视状态下患者或多或少会存在生理及心理上的负担。同时，此情况下无法捕捉到偶然事件，从而导致评估结果出现偏差。远程及无监督评估系统则能很好的解决如上问题。其是利用了可穿戴传感器并结合量表评估标准分析患者的运动情况，旨在最大程度地还原及评估患者真实的功能情况⁵⁻⁷。

另外，**虚拟现实技术 (Virtual reality, VR)**通过穿戴式头戴显示器和运动追踪传感器，将患者置身于虚拟环境中。虚拟现实技术可以模拟各种现实场景和情境，如行走、跑步、跳跃和操纵物体等。同时，传感器可以准确地捕捉和记录患者在虚拟环境中的运动数据。通过监测患者在虚拟环境中的姿势、步态、运动范围和协调性等运动指标，以获得客观、量化的评估数据。此外，传感器可以实时监测和记录患者的运动数据，并在虚拟现实系统中提供实时反馈和指导，帮助患者纠正错误动作和掌握运动技巧⁸⁻¹³

红外热成像技术 (Infrared Thermal Mapping)用于运动障碍评估近年倍受追捧，其可通过监测患者的身体热量分布，评估患者的运动能力和障碍。该成像技术通过记录患者体表的红外辐射，将患者的身体热量分布转换为数字图像，用于评估患者的运动能力、运动模式以及身体姿态等。红外热成像技术可监测患者的运动模式，并检测是否存在运动障碍或不良运动习惯¹⁴。例如，可以使用红外热成像技术对患者进行行走测试，分析患者步态及其身体姿态指标，用于评估患者是否存在异常运动模式、行走失衡等问题。

脑-机接口 (Brain-Machine Interface, BMI) 和机器人外骨骼系统 (Robot Exoskeletons, REX) 是近年来迅速发展的新技术, 已越来越多地应用于运动功能评估和康复治疗。这两种技术利用人类大脑和周围神经系统的信号与机器人之间的交互, 实现了人机交互的深度整合^{11, 15-18}。

在运动功能评估方面, BMI 和 REX 技术可明显改善现有的评估工具和方法。例如, 在评估行走和坐起等功能方面, 可以利用 BMI 技术捕捉脑电信号, 并将其与机器人外骨骼系统相结合, 以模拟真实的运动情景。患者可以通过控制外骨骼的运动来与环境进行交互, 并记录其运动能力和不足。另外, BMI 和 REX 技术还可以提供实时反馈和可视化呈现。在康复训练期间, 经过培训的评估者可以使用 BMI 和 REX 技术监测患者的运动进程, 并根据实时反馈来调整康复计划, 以帮助患者更好地恢复运动能力。

(2) 神经影像学

功能性近红外光谱 (Functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS) 是一种非侵入性的神经影像学技术, 其通过测量大脑皮层血氧水平与神经代谢活动相关的血红蛋白和氧合血红蛋白的变化来探测脑活动。该技术在运动障碍评定中逐步得以应用。

fNIRS 在运动功能障碍评定中的应用主要集中在两个方面。首先, 它可用于评估运动控制系统的活动。通过监测特定脑区的血氧水平和代谢活动变化, fNIRS 可以提供关于运动功能障碍患者大脑运动控制系统活动的信息, 揭示障碍的根源。其次, fNIRS 还可以用于评估运动功能的执行情况。通过监测患者在进行特定运动任务时大脑活动的变化, 可以了解其动作执行的有效性和协调性, 为制定个性化康复计划提供重要依据¹⁹⁻²²。

与传统评估方法相比, fNIRS 技术具有非侵入性、安全可靠、简易等优势。它可以在现实生活中模拟各种运动场景, 使评估结果更具代表性和可靠性。同时, fNIRS 设备的携带便利性, 使其可以广泛应用于康复治疗工作室、医疗机构乃至家庭等环境。

肌骨超声 (Musculoskeletal Ultrasound, MU) 是一种非侵入性的医学影像技术, 通过利用超声波来评估肌肉和骨骼的结构与功能。它利用超声波技术来产生实时的图像和动态视频, 可以提供有关肌肉和骨骼的详细信息, 包括肌肉形

态、肌肉强度和合作性，以及骨骼结构和骨密度等方面。还可通过实时观察肌肉收缩、骨骼变形和关节运动等来评估患者的运动功能障碍²³。

肌骨超声技术可以用于运动障碍的多个方面。首先，它可以评估肌肉功能的损伤程度。通过观察受损肌肉的结构和特征，可以确定肌肉是否存在炎症、纤维化或萎缩等情况，并监测其功能恢复情况。其次，肌骨超声技术还可以评估骨骼结构的变化。例如，在关节炎患者中，可以通过观察关节周围软骨和骨骼的变化来评估关节功能的损伤程度。最后，肌骨超声技术还可以用来评估肌肉和骨骼的适应性变化。通过长期监测，可以观察训练干预对肌肉和骨骼的改变效果，评估康复训练的有效性。

(3) 神经电生理

表面肌电图 (Surface Electromyography, sEMG) 也是一种非侵入性的生物电信号记录技术，其通过测量肌肉表面的电活动来评估肌肉的功能和活动。sEMG 技术可以提供有关肌肉收缩的详细信息，如肌肉活动的幅度、持续时间、时间延迟和协调性等。并可以通过肌电信号的变化来评估肌肉功能的障碍和缺陷²⁴。

该技术可以应用于评估肌肉的激活模式。通过分析肌电图形的形状和幅度，可以判断肌肉的激活模式是否正常。其次，sEMG 技术还可以评估肌肉协调性。通过同时监测多个相关肌肉的肌电活动，可以评估肌肉之间的协调性和时序性。最后，sEMG 技术还可以评估运动控制系统的调节能力。通过对肌电信号的实时监测和分析来评估患者在进行特定运动任务时的肌肉反应和适应能力。

sEMG 技术具有非侵入性、实时性、准确性等优势。它可以提供直观的肌电信号图形和定量的肌电参数，有助于评估肌肉功能的特征和变化。此外，sEMG 技术设备小巧便携，操作简便，可以在康复训练场地和临床环境中使用。

脑电图 (Electroencephalogram, EEG) 也是一种非侵入性的生物电信号记录技术，可用于测量和记录大脑神经元活动的电信号。其通过将电极放置在头皮上的特定位置，记录下脑部神经元的电活动产生的细微电信号，提供有关大脑神经元活动的详细信息，如脑电波形的频率、振幅和相互关系等。它可以通过监测大脑电活动来评估运动功能障碍的病理生理情况²⁵。

通过分析脑电频谱的变化，可以确定大脑神经元活动的异常模式，进而评估

运动控制中枢的功能状态。其次，脑电图技术还可以评估运动执行的协调性。通过监测脑电信号与肌电信号之间的关系，可以评估运动执行时大脑与肌肉之间的协调性和时序性。最后，脑电图技术还可以评估运动执行的调节能力。通过对脑电图信号的实时监测和分析，可以评估患者在进行特定运动任务时的大脑反应和适应能力²⁶。

经颅磁刺激 (Transcranial Magnetic Stimulation, TMS) 是一种非侵入性的神经调控技术，通过在头皮上施加磁场来影响大脑神经元的活动，并可以通过改变大脑神经元的兴奋性和抑制性来评估和调节运动功能。通过施加瞬时的磁场脉冲，经颅磁刺激技术可以引发或抑制特定脑区的神经活动，从而对运动功能障碍进行评定和干预²⁷⁻³⁰。

TMS 技术可以评估大脑运动控制中枢的功能状态。通过刺激特定脑区，如运动皮层，可以观察和记录相应肌肉的运动反应，进而评估运动控制中枢的功能和潜在异常。其次，TMS 技术还可以评估运动执行的可塑性和调节能力。通过调控刺激参数和刺激时机，可以观察和干预大脑神经元的可塑性，从而促进运动执行的调节和适应能力。然而，需要注意的是，TMS 技术在运动功能障碍评定方面的运用仍处于研究阶段，并且对于具体的运动障碍情况和疗效仍需进一步研究和验证。

肌肉电阻抗 (Muscle electrical impedance, MEI) 是一种常用的非侵入性且可靠的技术，可以用于评估运动功能障碍的程度、康复需求和康复治疗效果。该技术通过测量电流在人体组织中的传导情况来评估肌肉功能和神经控制。它可以帮助医者评估运动功能障碍的程度、康复需求以及康复治疗的效果^{31,32}。

在 MEI 评估中，评估者会使用电极将微弱的电流传递到患者的肌肉组织中，并测量电流通过组织时所遇到的阻力。这些测量结果提供了有关肌肉状态和组织健康状况的信息，例如肌肉质量、肌肉强度、运动控制等。MEI 可以帮助评估肌肉质量和强度。通过分析电阻抗结果，评估者可以了解肌肉在运动功能方面的潜在问题。同时，通过定期进行 MEI 评估，可以跟踪康复进展和治疗效果。需要注意的是，MEI 评估是一种辅助性的评估方法，通常与其他评估工具和技术结合使用，以获得更全面的运动功能障碍评估结果。

皮层-肌肉耦合 (Cortical-muscle coupling) 分析法 可以通过分析大脑

皮层区域与肌肉运动的协调性来检测和评估运动功能障碍的程度。其是通过运用磁共振成像（MRI）和肌电图（EMG）等多种技术手段，对大脑皮层区域与肌肉运动的神经元活动进行同步记录和分析，在此基础上探究这两个系统之间的连结和关系³³。通过这种方法，可以深入了解神经元和肌肉之间的耦合机制，还可以进行病理学分析，例如查看神经元和肌肉之间是否存在异常连接，是否存在运动功能障碍等^{34,35}。

3. 多模态、多学科结合的评估方法：

在运动功能障碍领域，多学科与多模态融合评估方法是一种综合利用多种学科知识和多种评估技术的方法，以全面了解患者的运动功能障碍情况。这一方法旨在整合来自不同学科领域的专业知识和技术手段，从而提供更全面、准确的评估，为个性化的干预和治疗方案提供科学依据。

在多学科与多模态融合评估方法中，不同学科的专家团队分工协作、共同参与，例如包括神经科医生、康复医师、运动生理学家、影像学专家等，以确保在评估过程中涵盖多个方面的知识和技术。这样的综合评估方法通常会结合运动学分析、神经电生理学、神经影像学和运动数据采集等多种技术，以全面了解患者的生理和神经状态。通过多学科与多模态融合评估方法，可以从不同层面和角度对患者进行全面评估。例如，可以从肌肉活动、关节功能、神经传导、大脑激活模式等多个方面收集数据，并在整合分析这些数据时，更全面地了解患者的运动功能障碍状况。这一综合评估方法通常结合运动学分析系统、sEMG、神经肌肉传导速度测试、fNIRS 和 TMS 等技术，对患者的运动控制、神经肌肉系统功能进行系统评估，为康复治疗提供定量和客观的数据支持^{26,36-38}。

总之，多学科与多模态融合评估方法在于通过整合不同学科领域的专业知识和多种评估技术，全面、客观地评估患者的运动功能障碍，为个性化的康复治疗提供科学依据和支持。

小结：

综上所述，随着医学和技术的发展，运动障碍的评估由主观量表评估逐渐发展成为一个集成了先进的神经影像和电生理技术的多模态评估框架。

目前临床所用运动障碍评估技术各有优势和局限性：运动追踪技术可实时提供客观可量化的运动数据，但目前该技术的测量范围有限，可能无法涵盖所有

运动细节，其还存在生成的数据量大导致分析复杂化、设备精确性与定量误差等问题。虚拟现实技术可创造逼真的运动环境，以提高评估的准确性，但技术成本高，模拟逼真度还存在较大提升空间。其次，脑-机接口可以直接测量大脑即时活动，并可以和外部设备（如假肢、轮椅）进行交互，但脑-机接口与外部设备进行联动的成本较高，同时脑-机接口的信号分析和解读较为复杂，需要进行高级的信号处理和算法分析。fNIRS 无需物理接触，对被测者不会产生不适感，并可以提供即时的血氧水平和代谢活动信息，以评估大脑的氧合状态，从而反映大脑神经活动，但 fNIRS 只能测量大脑皮层活动，限制了对深部结构的观测。同时，光源和探测器的位置对数据质量影响较大，需要较高的实验环境控制。肌骨超声可以提供实时的肌肉活动图像，用于评估肌肉功能和运动执行情况，具备图像直观、可实时监测肌肉活动等特点。但肌骨超声的检测范围较浅表，只能测量肌肉表层的结构和活动状态，无法观测深部肌肉的活动。

EEG、sEMG、TMS、MEI 等均为非侵入性的评估方法，具有检测成本低、操作简便等特点。但 EEG 容易受环境电磁干扰，并只能反应皮层电活动，无法观测深部大脑功能状态。sEMG 可能出现假阳性误差，需要同时考虑个体特征和检测环境等因素。TMS 应用于运动功能障碍评定的研究仍处于初级阶段，目前应用范围有限，需进一步研究和探索其功能。MEI 通常仅能评估特定区域或肌肉群，无法提供全身或整体肌肉功能的完整信息。目前，皮层-肌肉耦合分析是基于 EEG 和 EMG 进行计算，将更多的神经信息如脑氧、肌氧用于皮层-肌肉耦合分析，相比于传统单一范式的评估方法，皮层-肌肉耦合可以从神经和肌肉两个维度进行融合分析，提供更精准的评估结果。多模态、多学科结合的评估方法则是通过多学科与运动功能障碍评定的结合，为患者的运动障碍进行了更精确的评估，从而进一步促进康复治疗计划的精准性与有效性。

三）亚专业主要病种康复的目前研究水平（国际领先或国际先进）：

运动障碍评估涉及神经内科、神经外科、骨科、康复科、运动医学等多学科的专业领域，近年来运动医学、神经医学、康复医学等研究团队就运动障碍评估方面做了不少研究工作。

我国运动障碍评估领域高水平研究成果并不多，但也做出了一些可喜的研究成果，在国际运动障碍领域踏出中国印记，例如：

公维军教授团队致力于脑出血康复、脑梗塞康复、脑外伤康复、脊髓损伤康复、脑瘫康复、格林巴利康复、多发性硬化康复、帕金森氏病康复，以及神经科其他疾病康复和重度骨关节病康复、颈椎病、腰椎间盘突出症康复、骨质疏松康复等。公维军教授带领其团队获得“首都医学发展专项基金”、“国家自然科学基金”、“国家科技支撑计划”等科研项目。并获国家发明专利 1 项，发表 30 余篇核心期刊文章和多篇 SCI 期刊收录文章。近年来，公教授团队总结了虚拟现实应用于运动评估的研究进展以及虚拟情景互动平衡游戏对平衡功能的影响。在认知与运动功能联动的研究中也取得了新进展，并在国内外期刊发表了相关论文³⁹⁻⁴¹。

王玉龙教授团队奠定了我国康复评定学的基础。以王教授为第一发明人的“功能障碍者生活自理能力评定方法”列入了国家标准。王玉龙教授是国家卫生部“十一·五”、“十二·五”、“十三·五”规划教材、全国高等学校康复治疗专业本科教材《康复功能评定学》主编、康复医学培训教材《神经康复学评定方法》主编和卫生部规划教材、高职高专教材《康复评定技术》主编

其团队开发了龙氏评估量表，经研究验证该量表可以有效地区分神经系统疾病患者日常生活活动的的能力。同时，其团队基于本体感觉的肌肉骨骼仿真框架对机器人外骨骼系统的实用性进行了评估。

其团队近年运动障碍评估相关 Q1/Q2 区 SCI 论文如下。

1. A novel Longshi Scale measured activity of daily living disability in elderly patients affected by neurological diseases: a multi-center cross-sectional study in China. Zhao J, et al. Among authors: Yl W. BMC geriatrics. 2021. (Q1)
2. Disability assessment in stroke: Relationship among the pictorial-based Longshi Scale, the Barthel Index, and the modified Rankin Scale. Gai Y, et al. Among authors: YlW. ClinRehabil. 2021. (Q1)
3. A simulation-based framework with a proprioceptive musculoskeletal model for evaluating the rehabilitation exoskeleton system. Mo F, et al. Among authors: Yl W. Comput Methods and Programs in Biomed. 2021.

- (Q1)
4. Validation of the Longshi scale in assessment of function in patients from different economic, educational and regional backgrounds in China. Xiong F, et al. Among authors: Y1W. ClinRehabil. 2023 (Q1)
 5. Functional Independence and Disability Evaluation in Stroke Patients: Optimal Cutoff Scores for a Pictorial-Based Longshi Scale, Barthel Index, and Modified Rankin Scale. Liu S, et al. Among authors: Y1 W. Front Neurol. 2022 (Q2)
 6. Stroke outcome assessment: Optimizing cutoff scores for the Longshi Scale, modified Rankin Scale and Barthel Index. Zhou M, et al. Among authors: Y1 W. PLoS One. 2021 (Q2)
 7. Reliability of pictorial Longshi Scale for informal caregivers to evaluate the functional independence and disability. Liu X, et al. Among authors: Y1 W. Nurs Open. 2023 (Q2)
 8. User testing of the psychometric properties of pictorial-based disability assessment Longshi Scale by healthcare professionals and non-professionals: a Chinese study in Shenzhen. Y1 W, et al. Clin Rehabil. 2019. (Q1)

岳寿伟教授团队擅长颈腰椎等骨关节病和脑血管病、脊髓损伤等神经疾病康复。该团队利用科研成果指导临床，制定了腰椎快速牵引的治疗参数，得到同行认可。岳寿伟教授主编的《腰椎间盘突出症的非手术治疗》已三版 10 次印刷。另外，岳寿伟教授还主编了《颈椎病非手术治疗》和《康复医学临床手册》。岳寿伟教授团队现已承担国家自然科学基金 3 项，其中 1 项同时获省科技厅基金资助，山东省自然科学基金项目 1 项，获山东省科学技术二等奖 1 项，三等奖 2 项，在 SCI 收录及国内核心期刊上发表论文近百篇。

其团队近年运动障碍评估相关 Q1/Q2 区 SCI 论文如下。

1. Quality of clinical practice guidelines relevant to rehabilitation of knee osteoarthritis: A systematic review. Zhang L, et al. Among authors: Sw Y. Clin Rehabil. 2023; (Q1)

2. Deep learning for the rapid automatic segmentation of forearm muscle boundaries from ultrasound datasets. Xin C, et al. Among authors: Sw Y. Front Physiol. 2023;
3. EEG decoding method based on multi-feature information fusion for spinal cord injury. Xu F, et al. Among authors: Sw Y. Neural Netw. 2022; (Q1)
4. Comorbid depressive symptoms can aggravate the functional changes of the pain matrix in patients with chronic back pain: A resting-state fMRI study. Zhang G, et al. Among authors: Sw Y. Front Aging Neurosci. 2022; (Q2)

潘钰教授团队擅长神经康复、慢性肌骨疼痛康复、肿瘤康复，开展康复机器人、脑-机接口、PRP、肉毒毒素、干细胞治疗、神经调控等新技术。在人工智能框架下进行多学科融合的研究中，潘钰教授团队在下肢和足踝康复机器人、手功能康复机器人评估及训练中都有深入研究。

该团队近年运动障碍评估相关 Q1/Q2 区 SCI 论文如下。

1. CNN-Based Prognosis of BCI Rehabilitation Using EEG From First Session BCI Training. Lin PJ et al. Among authors: P Y. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2021 (Q1)
2. Robot-Assisted Bimanual Training Improves Hand Function in Patients With Subacute Stroke: A Randomized Controlled Pilot Study. Ma D et al. Among authors: P Y. Front Neurol. 2022 (Q2)
3. CAMBA framework: Unveiling the brain asymmetry alterations and longitudinal changes after stroke using resting-state EEG. Hao Z et al. Among authors: P Y. Neuroimage. 2023 (Q1)
4. Tailoring brain-machine interface rehabilitation training based on neural reorganization: towards personalized treatment for stroke patients. Jia T et al. Among authors: P Y. Cereb Cortex. 2023 (Q2)

许建文教授团队擅长脊柱脊髓损伤、骨与关节及退变性疾病的康复，还涉及儿童骨科康复、老年康复及肿瘤康复等多个领域。该团队深入研究 ICF

在脊髓损伤功能评估中的应用研究，构建脊髓损伤 ICF 简要核心组合和康复组合的功能地形图，并将该功能地形图应用于临床患者运动功能等方面的评估，形成基于 ICF 框架的脊髓损伤患者整体康复治疗方案。另外，许建文教授还主编了《骨折家庭康复》、《骨质疏松性椎体骨折社区及居家康复指导》、《简明康复医学词汇速查手册》等。许建文教授团队现已承担国家自然科学基金项目 4 项，获广西科学技术进步三等奖 1 项，在 SCI 收录及国内核心期刊上发表论文百余篇，许建文教授团队撰写的 ICF 框架运用于运动障碍评估方面的简明版 ICF 核心组合在脊髓损伤患者的 Rasch 分析等基于 ICF 框架的脊髓损伤所致运动功能障碍评估方面的研究成果多次在国家级康复学术会议及在国内举办的康复国际会议上交流，相关 SCI 论文处于投稿或已接收待发表阶段。

四) 亚专业主要病种康复的国际前沿/发展趋势是什么？

计算机科学、人工智能、神经影像学 and 神经电生理学的发展，为运动障碍评估发展拓宽了视野。国际上运动功能障碍的研究趋势大多以评定与先进技术结合：由于主观评估存在较大的主观性，基于疾病或基础评估量表的可穿戴式评估系统、神经电生理技术、神经影像学 and 脑-机接口与运动功能评估相结合对运动功能障碍进行定量评估及细化评估正吸引越来越多的学者参与研究。

五) 亚专业的专家在国际学术组织任职情况

运动障碍评估领域专家分布在神经内科、神经外科、康复医学、骨科学、计算机科学等等，典型代表简介如下：

公维军，主任医师、教授、博士研究生导师，康复医学与理疗学博士，美国北德克萨斯大学访问学者，首都医科大学附属北京康复医院、康复医学院副院长。现任中国抗衰老促进会康复分会会长、中国康复医学会副秘书长，兼任科技管理与评估委员会主任委员、重症康复专业委员会、康复机构管理专业委员会、标准专业委员会副主任委员、中华医学会物理医学与康复学分会常务委员兼任康复评定学组组长、北京康复医学会副会长，兼任康复医疗机构管理专业委员会副主任委员、中西医结合专业委员会主任委员、中国医师协会康复医师分会中西医结合康复专业委员会副主任委员，整合医学医师分会整合康复治疗专业委员会副主任

委员、中国老年医学学会分级诊疗学术委员会副主任委员、中国微循环学会神经变性专业委员会康复学组副主任委员、中国医药信息学会康复信息学专业委员会副主任委员、全国医药技术市场协会康复技术及健康养老专业委员会副主任委员、中国卒中学会脑卒中康复分会常务委员、北京医院协会康复机构专业委员会副主任委员、北京中西医结合学会康复医学分会常务委员、北京医学会物理医学与康复学分会常务委员、中国残疾人康复协会神经伤残康复专业委员会常务委员、白求恩医学专家委员会康复专业委员会副主任委员兼秘书长、中国医疗保健国际交流促进会康复医学分会委员，神经康复学组副组长。北京市景贤领军人才，省部级教学成果一等奖、华夏医学科技奖，国家自然科学基金、科技部重大项目评审专家，主要研究方向：神经康复。承担或参与包括国家自然科学基金在内省部级以上科研课题 20 余项，目前主持在研项目：国家自然科学基金：认知-运动双重任务训练改善慢性脑缺血认知功能障碍作用及机制研究；国家重点研发计划“政府间国际科技创新合作/港澳台科技创新合作”重点专项：面向脊髓损伤运动康复的动态脊柱支撑机器人关键技术研究及临床应用；北京市自然科学基金：重复经颅磁刺激改善帕金森病吞咽功能障碍表观调控机制研究；北京市重点攻关项目：认知-运动双重任务训练改善衰老相关认知功能障碍的研究。总计科研经费 300 余万。发表论文 100 余篇，其中 SCI 论文近 30 篇。《中国康复医学杂志》等杂志编审，主编或参编《运动治疗技术》等专著 10 部，主编“十四五”本科生规范化教材《康复医学》《临床康复医学》。

王玉龙，教授、主任医师（二级），博士生导师，博士后导师，深圳市第二人民医院（深圳大学第一附属医院）康复中心主任、深圳大学康复医学教研室主任、深圳市康复医疗质量控制中心主任、深圳市残疾人康复培训基地主任，曾作为访问学者留学日本，1995 年 7 月-2002 年 6 月担任“十年千人”合作项目中方主管（卫生部、民政部、中残联与世界卫生组织康复协作中心合作项目），多次获得深圳市卫生系统“优秀共产党员”、2007 年被深圳市人民政府评为“残疾人工作先进个人”，2009 年获得广东省政府颁发的“广东康复救治工作先进个人”荣誉证书，2010 年被广东省人民政府授予“广东省扶残助残先进个人”，2018 年获得“深圳市五一劳动奖章”、“中国优秀康复医师”、“深圳市卫生健康十大杰出贡献者”。现为中国医师协会老年康复专业委员会主任委员、中国

康复医学会老年康复专业委员会主任委员、中华康复治疗师协会会长、中国康复医学会标准委员会副主任委员、中国非公立医疗机构协会康复医学专业委员会副主任委员、中华县域康复联盟主席、大湾区康复医学会会长、广东省康复医学会副会长、广东省医学会物理医学与康复专业委员会副主任委员、深圳市康复医学会会长、深圳市医学会康复医学专业委员会主任委员，是国家卫健委“十一·五”、“十二·五”、“十三·五”规划教材、全国高等学校康复治疗专业本科教材《康复功能评定学》主编、康复医学培训教材《神经康复学评定方法》主编和国家卫健委规划教材、高职高专教材《康复评定技术》主编，是国家卫计委康复医学专家委员会委员、教育部行业教育教学指导委员会委员，担任《中华物理医学与康复杂志》《中国康复医学杂志》《针灸推拿医学》（英文版）《NMR 神经康复与神经修复》《康复学报》编委。发表专业学术论文 300 余篇，其中 SCI 收录论文 61 篇（1 区 9 篇）；担任主编、副主编出版专著 26 部、参编 20 余部，承担国家和省部级科研项目 26 项、市级 4 项，参与 4 部临床疾病专家共识的制订工作，作为第二负责人参与制定了《基于 ICF 理念应用〈功能障碍者生活自理评定方法〉量表实践指南》，是国家标准“功能障碍者生活自理能力评定方法”的第 1 发明人，参与研发的踝关节康复机器人在第十八届高科技成果交易会上获得优秀产品奖、优秀展示奖，拥有省级科技成果奖 3 项，实用新型专利 38 项、发明专利 11 项、作品登记保护 2 项。

岳寿伟，山东大学护理与康复学院副院长，主任医师/二级教授，博士生导师。中国康复医学会副会长，中华医学会物理医学与康复学分会前任主任委员，《中华物理医学与康复杂志》副总编辑，《中国康复医学杂志》副主编，英文版《老年与康复杂志（Journal of Aging and Rehabilitation）》主编。已承担国家自然科学基金项目 8 项，山东省重大技术攻关课题 2 项。获山东省科技进步二等奖 2 项，三等奖 3 项，发表 SCI 收录论文 40 余篇。主编规划教材：《肌肉骨骼康复学》（第 3 版），研究生教材《康复医学》（第 2 版），住院医师规范化培训教材《康复医学》（第 2 版）。2012 年获中国科协“全国优秀科技工作者”称号。

潘钰，主任医师，教授，博士生导师，北京清华长庚医院康复医学科主任，国家重点研发计划项目负责人，康复医学国家级重点专科建设项目负责人。业务专长：神经康复、慢性肌骨疼痛康复、肿瘤康复，开展康复机器人、脑机接口、

PRP、肉毒毒素、干细胞治疗、神经调控等新技术，承担多项国家级、省部级课题，发表高水平论文 40 余篇，获 7 项国家专利授权，主持参编著作 10 部；获中国康复医学会科技进步一等奖和二等奖、中国设备管理协会技术类一等奖。担任中华医学会物理医学与康复学分会常委和神经康复学组组长、中国康复医学会理事和科普专委会及运动疗法副主任委员、中残联神经康复专委会和康复评定专委会副主任委员、北京康复医学会副会长和疼痛康复专委会主任委员、北京医学会物理医学与康复学分会副主任委员、《中华物理医学与康复学杂志》编委等。

许建文，主任医师，广西医科大学二级教授，博士生导师、博士后导师，广西医科大学康复医学系主任、广西医科大学第一附属医院康复医学科主任，国家重点住院医师规范化培训(康复医学)基地主任，广西医疗卫生重点学科负责人，广西自治区级一流本科康复治疗学专业负责人，广西自治区级一流本科课程《康复医学》课程负责人。美国哈佛大学 Massachusetts General Hospital 及华盛顿大学 (WUSTL) Barnes-Jewish Hospital 访问学者 (获资深科学家职位)；国家科技部公派日本研修生。主编、副主编或参编国家规划本科及研究生教材、专著 10 多部，如主编国家“十三·五”康复治疗专业本科规划教材《物理治疗学》的融合教材、主编《简明康复医学词汇速查手册》(英汉汉英)、《骨折家庭康复》、《骨质疏松性椎体骨折社区及居家康复指导》及《骨科中西医结合诊疗手册》，副主编《物理治疗学》(第 3 版，人民卫生出版社)、《0~100 岁家庭康复百科》等专著，参编《康复治疗指南》、《基于新型冠状病毒肺炎的呼吸道感染性疾病疫情期间康复诊疗专家共识》及《创伤性脊柱脊髓损伤的系统管理及常见并发症处理专家共识》等。主持 4 项国家级科研项目、8 项省部级科研课题 (含 2 项自治区教学改革工程项目)、10 项厅局级科研课题，获批国内外专利 10 多项，荣获广西科技进步奖、广西医药卫生适宜技术推广奖等科技成果奖多项。第一作者或通讯作者发表专业论文 100 多篇 (含 SCI 收录论文)。

六) 亚专业主要病种康复研究的重大科学基础设施

应用于运动障碍评估的重大科学基础设施分为三类：一类是神经影像学设施，包括功能性近红外光谱仪等。第二类是神经电生理设备：如脑电图、肌电图、TMS-EEG 一体机等设备。第三类是运动追踪设备：包括运动传感器、虚拟现实系

统等。

七) 亚专业专家在国际合作交流情况简介

国际会议和研讨会: 我国的医学专家和研究人员经常参加国际上举办的运动功能障碍评估相关的学术会议和研讨会, 如国际物理医学与康复学会 (International Society of Physical Medicine and Rehabilitation) 以及国际神经科学联盟 (International Brain Research Organization) 等。

学术交流与合作: 我国的医学研究机构和大学与国际上的相关机构和学校之间进行学术交流与合作, 共同研究运动功能障碍评估的最新技术和方法。这些合作通常涉及实地交流、共同发表论文和开展联合研究项目等。

八) 亚专业主要病种康复的国际比较/(比较对象: 全球主要经济体美、日、德、法、英、俄、印度, 关键创新国家瑞士、瑞典、芬兰、韩国、新加坡、以色列等):

国际上运动障碍研究的顶级权威是 Jeffrey M. Hausdorff 教授团队。Hausdorff 教授获得了康奈尔大学、麻省理工学院和波士顿大学的生物力学和生物医学工程的本科和研究生学位。在哈佛医学院获得老年病学博士学位。他一直在特拉维夫索拉斯基医疗中心指导研究步态、认知和行动能力等方面。其团队发表了 340 多篇同行评审的论文, H 指数为 95。其团队之研究得到了美国国立卫生研究院、以色列科学基金会、欧洲委员会和私人机构的资助, 并得到了广泛认可。他获得了美国老年病学协会颁发的“老年人康复优秀奖”, 并被该协会任命为会士。Hausdorff 教授及其领导的研究团队目标是更好地理解、评估和治疗步态、平衡、认知功能以及它们随着老化和疾病的变化。该团队研究步态、运动控制和脑功能, 特别关注运动-认知相互作用、步态变异性、“分形”生理学、老年人跌倒和步态冻结。该团队日常活动中依赖特定认知能力的研究成果为跌倒风险评估新见解奠定了基础, 为新的治疗方法如虚拟现实干预和非侵入性脑刺激的应用铺平了道路。通过量化现实世界的行动能力的创新研究为评估步态和跌倒风险开辟了新的道路。

1、比较结果: 优势是什么?

人口规模: 我国是世界上人口最多的国家之一, 因此在研究运动功能障碍

时，有大量的患者和参与者，可以提供更多的样本和研究数据。同时，我国面临着多样性的运动功能障碍，包括脑卒中、帕金森病、骨折、脊髓损伤等。这种多样性可为多中心、临床大数据研究提供有利条件，从而得出更可靠的运动障碍评估方法。

科技创新：我国在运动功能障碍评定的研究方法及设备方面取得了显著的成就，包括人工智能（运动捕捉系统）如虚拟现实、脑-机接口、大数据分析，医学影像如 fNIRS、EEG，神经电生理如 sEMG、皮层-肌肉耦合分析方法等领域。这些创新技术可以应用于运动功能障碍的评定、康复和治疗，为疾病管理和患者照护提供新的可能性。

2、比较结果：短板是什么？

相比于欧美发达国家，**我国基础科学研究相对落后**。许多核心底层技术仍掌握在欧美手中。精准运动信号的有效采集仍有待突破，这其中包括了评估环境与评估技术的开发。例如，运动信号采集器识别运动过程的精准度，信号处理、信息传输、数据处理过程的保真性、准确性等等。同时，多学科融合的运动障碍评估方法仍是我国目前客观评估的技术壁垒。多角度联合运动障碍评估需要结合多学科专家共同研发。但目前我国跨学科人才的培养仍处于初级阶段，仍需联合国内外知名高校培养跨医学、工学等复合型人才。

九) 亚专业针对短板/问题，优势/机遇拟采取的举措。

为应对不断增强的临床和社会需求，我国运动障碍评估领域的研究越来越深入。运动障碍评定技术涉及神经内科、神经外科、骨科、康复医学科等。同时还涉及解剖学、脑科学、运动医学等相关学科，也需要人工智能、计算机、机械工程等相关产业技术的支持。因此，要在运动功能障碍领域研究及应用更进一步，最重要的是把多学科交互融合应用于运动功能障碍评定中。同时，开展多学科、多中心临床研究，以获得更完善的评估方法。

因此，我国需要有计算机科学、机械工程学和临床医学的专业人士加入推动评估的精准化、客观化。在运动信息的采集、传输、分析、解释以及运动变异等研究方面加强合作。通过多学科客观、精准的评估技术结合，检测出更多的“偶然事件”及“运动变异”，以达到更明确、更完整的评估结果。同时，要深入讨论运动障碍评定的研究进展和新技术的整合，这有助于加速科研成果向临床应用

的转化。我们还需要创建多中心、跨学科的合作框架，让临床研究人才、基础医学研究人才和工程科技人才等不同领域的专家相互合作，共同开展多中心临床试验。也可考虑建立高水平的数据库来分享专业技巧，从而使产学研的高效转化成为可能。

参考文献

1. Grassner L, Garcia-Ovejero D, Mach O, et al. A New Score Based on the International Standards for Neurological Classification of Spinal Cord Injury for Integrative Evaluation of Changes in Sensorimotor Functions. *J Neurotrauma*. 2022;39(9-10):613-626. doi:10.1089/neu.2021.0368
2. Hernández-Lázaro H, Mingo-Gómez MT, Jiménez-Del-Barrio S, et al. Researcher's Perspective on Musculoskeletal Conditions in Primary Care Physiotherapy Units through the International Classification of Functioning, Disability, and Health (ICF): A Scoping Review. *Biomedicines*. 2023;11(2):290. doi:10.3390/biomedicines11020290
3. Singer B, Garcia-Vega J. The Fugl-Meyer Upper Extremity Scale. *J Physiother*. 2017;63(1):53. doi:10.1016/j.jphys.2016.08.010
4. Meng L, Jiang X, Qin H, et al. Automatic Upper-Limb Brunnstrom Recovery Stage Evaluation via Daily Activity Monitoring. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc*. 2022;30:2589-2599. doi:10.1109/TNSRE.2022.3204781
5. Yu L, Xiong D, Guo L, Wang J. A remote quantitative Fugl-Meyer assessment framework for stroke patients based on wearable sensor networks. *Comput Methods Programs Biomed*. 2016;128:100-110. doi:10.1016/j.cmpb.2016.02.012
6. Ghoraani B, Hssayeni MD, Bruack MM, Jimenez-Shahed J. Multilevel Features for Sensor-Based Assessment of Motor Fluctuation in Parkinson's Disease Subjects. *IEEE J Biomed Health Inform*. 2020;24(5):1284-1295. doi:10.1109/JBHI.2019.2943866
7. Otten P, Kim J, Son SH. A Framework to Automate Assessment of Upper-Limb Motor Function Impairment: A Feasibility Study. *Sensors*. 2015;15(8):20097-20114. doi:10.3390/s150820097
8. Laver KE, Lange B, George S, Deutsch JE, Saposnik G, Crotty M. Virtual

- reality for stroke rehabilitation. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;11(11):CD008349. doi:10.1002/14651858.CD008349.pub4
9. Saldana D, Neureither M, Schmiesing A, et al. Applications of Head-Mounted Displays for Virtual Reality in Adult Physical Rehabilitation: A Scoping Review. *Am J Occup Ther Off Publ Am Occup Ther Assoc.* 2020;74(5):7405205060p1-7405205060p15. doi:10.5014/ajot.2020.041442
 10. Chung CR, Su MC, Lee SH, Wu EHK, Tang LH, Yeh SC. An Intelligent Motor Assessment Method Utilizing a Bi-Lateral Virtual-Reality Task for Stroke Rehabilitation on Upper Extremity. *IEEE J Transl Eng Health Med.* 2022;10:2100811. doi:10.1109/JTEHM.2022.3213348
 11. Su XJ, Hou CL, Shen BD, et al. Clinical Application of a New Assessment Tool for Myelopathy Hand Using Virtual Reality. *Spine.* 2020;45(24):E1645-E1652. doi:10.1097/BRS.0000000000003696
 12. Chen J, Or CK, Chen T. Effectiveness of Using Virtual Reality-Supported Exercise Therapy for Upper Extremity Motor Rehabilitation in Patients With Stroke: Systematic Review and Meta-analysis of Randomized Controlled Trials. *J Med Internet Res.* 2022;24(6):e24111. doi:10.2196/24111
 13. Park M, Ko MH, Oh SW, et al. Effects of virtual reality-based planar motion exercises on upper extremity function, range of motion, and health-related quality of life: a multicenter, single-blinded, randomized, controlled pilot study. *J Neuroengineering Rehabil.* 2019;16(1):122. doi:10.1186/s12984-019-0595-8
 14. Zhu Y, Lu W, Zhang R, Wang R, Robbins D. Dual-channel cascade pose estimation network trained on infrared thermal image and groundtruth annotation for real-time gait measurement. *Med Image Anal.* 2022;79:102435. doi:10.1016/j.media.2022.102435
 15. Simeral JD, Hosman T, Saab J, et al. Home Use of a Percutaneous

- Wireless Intracortical Brain-Computer Interface by Individuals With Tetraplegia. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2021;68(7):2313-2325. doi:10.1109/TBME.2021.3069119
16. Rajasekaran V, López-Larraz E, Trincado-Alonso F, et al. Volition-adaptive control for gait training using wearable exoskeleton: preliminary tests with incomplete spinal cord injury individuals. *J Neuroengineering Rehabil.* 2018;15(1):4. doi:10.1186/s12984-017-0345-8
17. Do AH, Wang PT, King CE, Chun SN, Nenadic Z. Brain-computer interface controlled robotic gait orthosis. *J Neuroengineering Rehabil.* 2013;10:111. doi:10.1186/1743-0003-10-111
18. G P, U N, M CB. Comparison of a row-column speller vs. a novel lateral single-character speller: assessment of BCI for severe motor disabled patients. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* 2012;123(6). doi:10.1016/j.clinph.2011.10.040
19. Ningbo Y, Siqun L, Jiewei L, et al. Quantified assessment of deep brain stimulation on Parkinson's patients with task fNIRS measurements and functional connectivity analysis\ : a pilot study. *中华神经外科杂志 (英文)* . 2021;07(03):171-181. doi:10.1186/s41016-021-00251-3
20. Ma D, Izzetoglu M, Holtzer R, Jiao X. Deep Learning Based Walking Tasks Classification in Older Adults Using fNIRS. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc.* 2023;31:3437-3447. doi:10.1109/TNSRE.2023.3306365
21. Y Z, C G. A hand motion capture method based on infrared thermography for measuring fine motor skills in biomedicine. *Artif Intell Med.* 2023;135. doi:10.1016/j.artmed.2022.102474
22. N L, F M, A B, et al. Motor Cortical Activation Assessment in Progressive Multiple Sclerosis Patients Enrolled in Gait

- Rehabilitation: A Secondary Analysis of the RAGTIME Trial Assisted by Functional Near-Infrared Spectroscopy. *Diagn Basel Switz.* 2021;11(6). doi:10.3390/diagnostics11061068
23. Sui M, Jiang N, Yan L, et al. Effect of Electroacupuncture on Shoulder Subluxation in Poststroke Patients with Hemiplegic Shoulder Pain: A Sham-Controlled Study Using Multidimensional Musculoskeletal Ultrasound Assessment. *Pain Res Manag.* 2021;2021:5329881. doi:10.1155/2021/5329881
24. 何龙龙, 黄国志, 曾庆, 路鹏程, 梁嘉欣. 脑卒中偏瘫患者手功能的表面肌电图评价. *中国康复理论与实践.* 2018;24(12):1388-1392.
25. Zhang X, D'Arcy R, Chen L, Xu M, Ming D, Menon C. The Feasibility of Longitudinal Upper Extremity Motor Function Assessment Using EEG. *Sensors.* 2020;20(19):5487. doi:10.3390/s20195487
26. Maura RM, Rueda Parra S, Stevens RE, Weeks DL, Wolbrecht ET, Perry JC. Literature review of stroke assessment for upper-extremity physical function via EEG, EMG, kinematic, and kinetic measurements and their reliability. *J Neuroengineering Rehabil.* 2023;20(1):21. doi:10.1186/s12984-023-01142-7
27. McDonnell MN, Stinear CM. TMS measures of motor cortex function after stroke: A meta-analysis. *Brain Stimulat.* 2017;10(4):721-734. doi:10.1016/j.brs.2017.03.008
28. 周静, 洪昌林, 郝晓霞, 刘雅丽. Theta 爆发式经颅磁刺激对脑卒中后运动功能的影响. *中华物理医学与康复杂志.* 2018;40(12):952-956. doi:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2018.12.021
29. He Y, Li K, Chen Q, Yin J, Bai D. Repetitive Transcranial Magnetic Stimulation on Motor Recovery for Patients With Stroke: A PRISMA Compliant Systematic Review and Meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2020;99(2):99-108. doi:10.1097/PHM.0000000000001277
30. Bai Z, Zhang J, Fong KNK. Effects of transcranial magnetic stimulation

- in modulating cortical excitability in patients with stroke: a systematic review and meta-analysis. *J Neuroengineering Rehabil.* 2022;19(1):24. doi:10.1186/s12984-022-00999-4
31. Li X, Li L, Shin H, Li S, Zhou P. Electrical Impedance Myography for Evaluating Paretic Muscle Changes After Stroke. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc.* 2017;25(11):2113-2121. doi:10.1109/TNSRE.2017.2707403
32. Sanchez B, Martinsen OG, Freeborn TJ, Furse CM. Electrical impedance myography: A critical review and outlook. *Clin Neurophysiol Off J Int Fed Clin Neurophysiol.* 2021;132(2):338-344. doi:10.1016/j.clinph.2020.11.014
33. Hua X, Li J, Wang T, et al. Evaluation of movement functional rehabilitation after stroke: A study via graph theory and corticomuscular coupling as potential biomarker. *Math Biosci Eng MBE.* 2023;20(6):10530-10551. doi:10.3934/mbe.2023465
34. Bao SC, Leung KW, Tong KY. Cortico-muscular interaction to monitor the effects of neuromuscular electrical stimulation pedaling training in chronic stroke. *Comput Biol Med.* 2021;137:104801. doi:10.1016/j.combiomed.2021.104801
35. Liu J, Wang J, Tan G, et al. Correlation Evaluation of Functional Corticomuscular Coupling With Abnormal Muscle Synergy After Stroke. *IEEE Trans Biomed Eng.* 2021;68(11):3261-3272. doi:10.1109/TBME.2021.3068997
36. Cui C, Bian GB, Hou ZG, et al. Simultaneous Recognition and Assessment of Post-Stroke Hemiparetic Gait by Fusing Kinematic, Kinetic, and Electrophysiological Data. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc.* 2018;26(4):856-864. doi:10.1109/TNSRE.2018.2811415
37. Li C, Yang H, Cheng L, et al. Quantitative Assessment of Hand Motor

- Function for Post-Stroke Rehabilitation Based on HAGCN and Multimodality Fusion. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc.* 2022;30:2032-2041. doi:10.1109/TNSRE.2022.3192479
38. Wang C, Peng L, Hou ZG, Li J, Zhang T, Zhao J. Quantitative Assessment of Upper-Limb Motor Function for Post-Stroke Rehabilitation Based on Motor Synergy Analysis and Multi-Modality Fusion. *IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng Publ IEEE Eng Med Biol Soc.* 2020;28(4):943-952. doi:10.1109/TNSRE.2020.2978273
39. Sun R, Li X, Zhu Z, et al. Effects of dual-task training in patients with post-stroke cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Front Neurol.* 2022;13:1027104. doi:10.3389/fneur.2022.1027104
40. 王瑞丹, 黄佩玲, 公维军, 方伯言. 虚拟现实技术在帕金森病冻结步态康复中的应用进展. *中国康复理论与实践.* 2018;24(7):791-794.
41. 朱爽, 郗淑燕, 郑广昊, 姜军, 公维军. 虚拟情景互动平衡游戏对脑卒中患者平衡功能及跌倒风险的影响. *中国临床研究.* 2020;33(11):1498-1501+1506. doi:10.13429/j.cnki.cjcr.2020.11.012

感觉功能障碍康复评定现状研究

南方医科大学珠江医院

吴文

一、研究目的

感觉功能障碍涉及躯体和内脏，本次调研主要聚焦于一般性躯体感觉功能障碍的康复评定现状，包括浅感觉（疼痛、温度、触压）、深感觉（运动、位置、振动）和复合感觉（皮肤定位、两点辨别、大小、形状和其他皮层感觉）。

通过对感觉功能障碍康复评定技术国内外发展现状的调研和比较，及时掌握我国以及世界物理医学与康复学的发展动态，以便对我国物理医学与康复学专业感觉功能障碍康复评定的全球竞争力作出判断，发现优势、找准短板，为我国康复医学学科高质量建设与发展决策提供科学支撑。

二、研究内容

一）感觉功能障碍康复评定的重大科学问题

感觉功能障碍的康复评定主要依靠病人的主观感受和表达，缺乏客观的控制和评估手段，并且评定过程常受语言交流、认知功能、意识状态、情绪及精神心理等多种因素的影响，表现为不同个体对同等程序的刺激，个体感受的差异较大。早在 2013 年，来自美国科罗拉多大学的 Wagar 课题组就在《The New England Journal of Medicine》发表了躯体性疼痛-神经解码的相关研究论文，他们发现使用健康人任务态 fMRI 中与躯体疼痛编码有关的脑区激活模式（如背侧前扣带回、岛叶、次级躯体感觉皮层等）能以高达 94% 以上的敏感性和特异性区分被试的躯体性疼痛与温度觉、疼痛预期、疼痛回忆等（见下图 1）。此外，这些特异性的脑区激活模式强度随着躯体刺激温度和刺激强度的增加而增强，且在区分躯体性疼痛和社交孤立或接纳导致的心理疼痛方面也有良好的分类表现¹。近期，

中华医学会物理医学与康复学分会第 12 届委员会

Wager 课题组与合作者在《Nature Medicine》发表了一项关于疼痛神经影像学生物标记物的研究，他们发现了一种基于功能磁共振成像的全脑功能连接模式，该模式可以预测实验诱导的持续性疼痛强度，并在六项研究（n = 334）中重复验证了该模式对临床疼痛的敏感性、特异性和适用性²。鉴于有望通过神经影像扫描及算法等解析感觉信息在人脑皮层中的编码情况并客观评价个体的感觉功能。因此，该领域的第一个重大科学问题是：急需基于脑成像及前沿分析算法等技术手段建立感觉功能障碍客观化、标准化和精准化的康复评价体系。

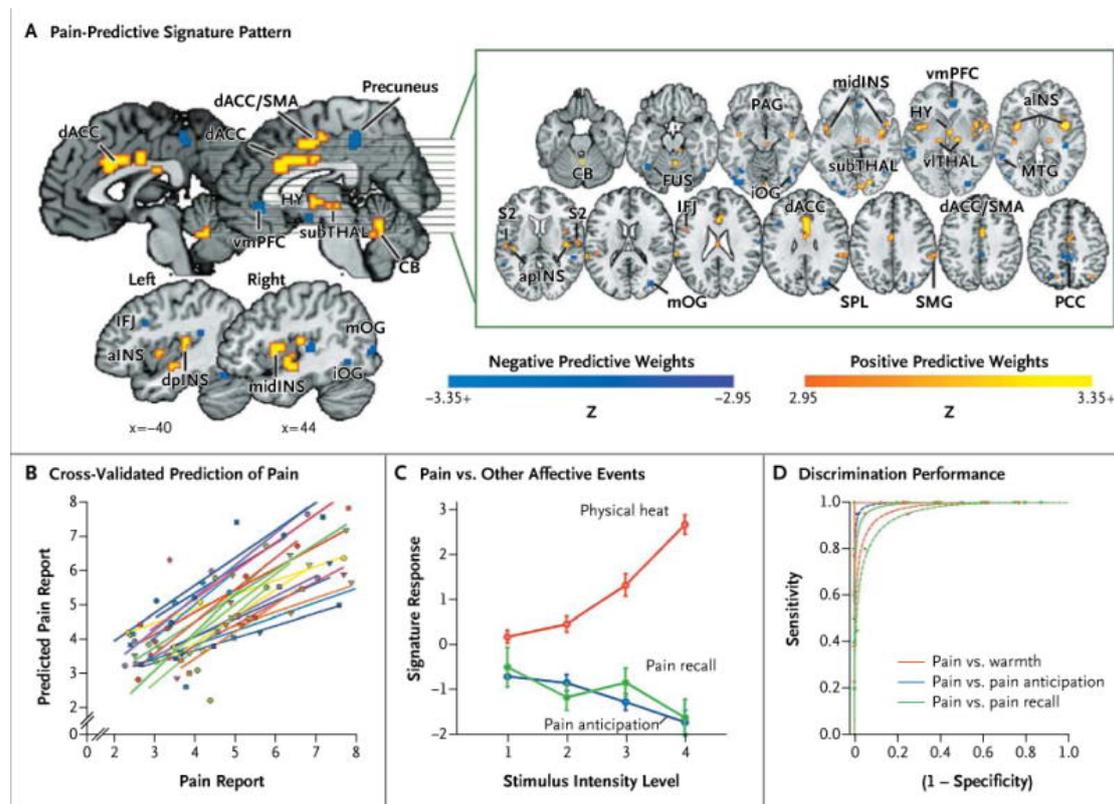


图 1 基于健康人任务态 fMRI 的脑激活模式可以预测和分类躯体性疼痛（引自 Wagar et al., 2013 N Engl J Med）

最近一项发表于国际顶级权威期刊 Nature Neuroscience 的研究工作发现，使用扣带回前部和内侧前额叶皮层位置颅内电极记录到的脑电活动模式，可以预测患者的难治性慢性疼痛程度³。因此，该领域的第二个重大科学问题是：如何基于个体感觉功能障碍康复评定的结果（比如神经电生理信号特点）预测患者相应临床结局的预后和转归。

二）感觉功能障碍康复评定的关键技术

鉴于体格检查已成为临床感觉功能障碍康复评定工作中必查的常规内容，下

面这部分的调研主要聚焦于行为学量表评估、定量感觉测试、神经电生理检查和脑功能成像等评估技术的应用进展。

1. 传统量表的康复评定

诺丁汉感觉功能评价量表 (Nottingham sensory assessment, NSA) 于 1991 年设计, 其评估项目包括: 温度觉、轻触觉、触觉定位、压觉、针刺觉、两点辨别觉、本体感觉和实体觉等。评估部位有肩、肘、腕、手、髌、膝、踝和足部, 身体两侧相应的部位均需评估。后续有研究者对 NSA 进一步修订, 删除了温度觉测试, 增加了锐-钝辨别评估痛觉, 并确定了触觉和锐-钝辨别检查的具体部位及本体感觉检查的起始位置, 提高了量表大多数评估项目的信度, 评估时间缩短到 10-15 min, 使其便于在临床筛查中应用。

Rivermead 躯体感觉评定量表 (Rivermead assessment of somatosensory performance, RASP) 适用于各种神经系统疾病导致的感觉功能障碍评定, 分为 5 个主要测试 (针刺觉、定位觉、温度觉、触压觉、关节运动觉) 和 2 个次要测试 (精细触觉和两点辨别觉)。在 10 个身体部位分别进行 6 次测试, 其中 2 次为“假”测试。与其他评估量表相比, RASP 有规范的评估流程和配套设计的评估设备, 因此信度较高, 但我国目前尚未对该量表汉化, 亦无相关研究。

Fugl-Meyer 量表感觉功能评定部分只包含了轻触觉和本体感觉这两类评估内容, 临床和科研工作中应用较少。研究发现, Fugl-Meyer 量表感觉功能评定部分存在天花板效应, 信度和效度表现一般, 仅适合用于临床工作中对患者进行初步筛查。要想全面了解患者的感觉功能障碍状况, 还需在此基础上结合其他的评估方法。

2. 感觉功能定量评估测验

2.1 浅感觉评估

触觉评估: Semmes-Weinstein 单丝检查法是国际上公认的触觉检查金标准。用不同粗细的单丝触碰患者的皮肤, 并使单丝弯曲约 1.5s, 患者闭眼回答有无触感, 记录患者能感受到的最细单丝纤维编号。痛温觉评估: 可以使用定量感觉功能测定法来评价, 评估方法有水平法和极限法两种, 由于这种评价方法操作简单, 患者易于理解, 因此具有很高的可重复性。定量感觉功能测定法是一种对感觉进行定量评估的心理物理学技术, 采用冷、热、振动、压力等物理方法刺激皮

肤感受器，经 A β 、A δ 和 C 类纤维传导到中枢，通过测定引起某种特定感觉所需要的刺激强度，可以对感觉障碍的程度进行较为精准的定量评价。定量感觉功能测试主要包括温度觉、触觉、痛觉等，可独立使用，也可合并使用。

2.2 深感觉评估

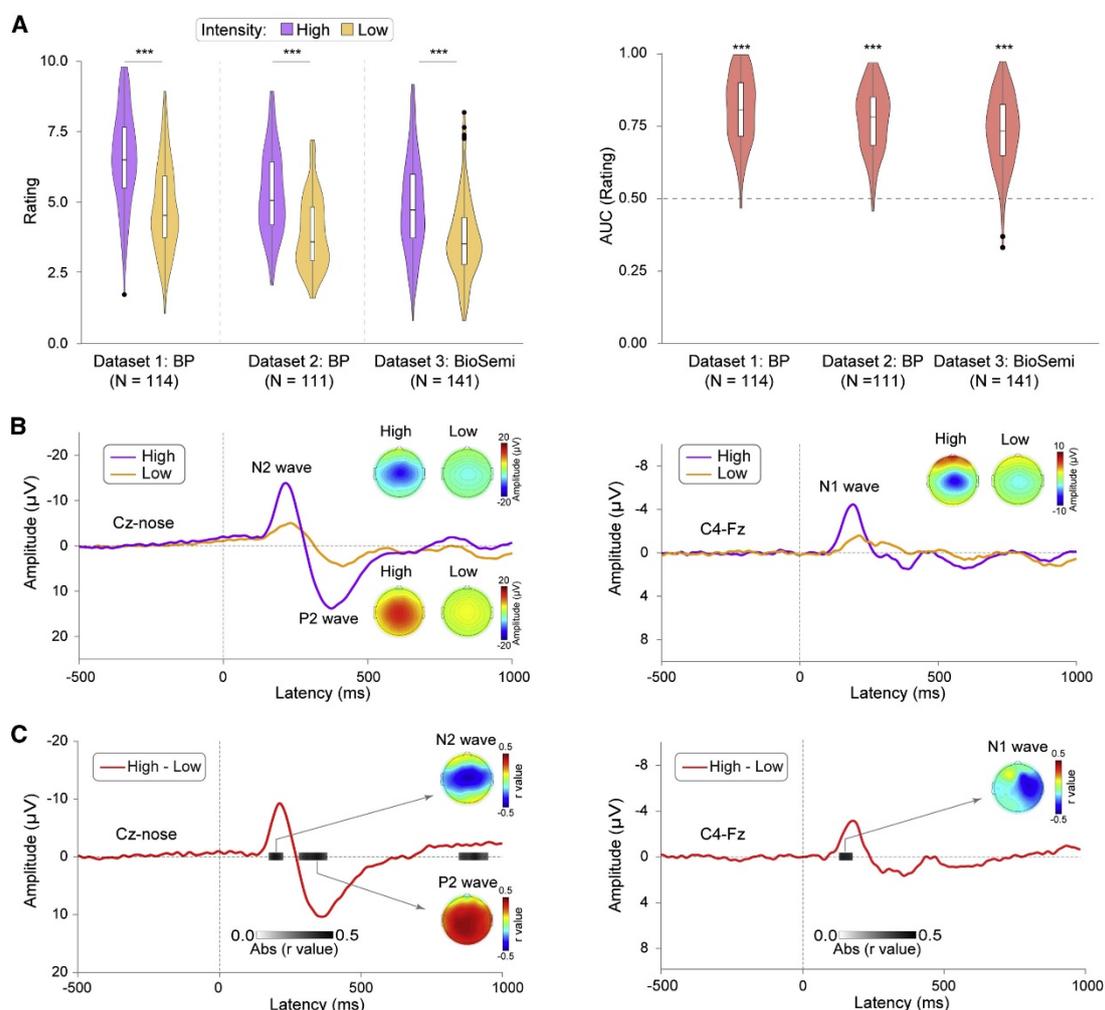
腕关节位置感觉测验：主要利用简单的设备定量评估腕关节位置觉，具有较高的重测信度且操作简便，所需要评估时间也较短。**平板任务测试：**由一个放置手的倾斜板和平板电脑组成，用于评估患者感知食指位置觉的能力。该方法能更为敏感地辨别出患者轻微的本体感觉障碍，但被动运动方向辨别存在天花板效应。**智能化器械评估：**近年来，许多研究者设计了可以定量评估本体感觉的设备，大致分为三类。第一类是重复测试，将患肢固定在设备上，被动移动到预先设定的目标位置，回到起点后再以相同的速度移向先前的目标位置，当患者感知移动到目标位置时告诉评估者以停止移动，根据结果的变异性判定有无本体感觉功能障碍。第二类是比较测试，在每次试验中，患肢关节被移动到两个不同的角度，患者比较两次关节移动角度的大小。第三类是微小变动测试，设备以逐级递增或递减的力移动肢体，每次变化后都询问患者是否感觉到运动，以患者刚好能感受到移动的阈值来评估患者本体感觉功能是否正常。由于设备价格昂贵且目前的研究尚处于探索阶段，尚不适用于临床实践中。

2.3 复合感觉评估

形状/纹理辨别测验：可用于评估患者的形状觉和纹理觉。由于测验中触摸的物体直径和点之间的距离较小，起始难度较大，因此功能障碍较为严重的患者不适合使用此方法评定。**手部主动感觉测验：**可用于评估重量觉和质地觉，具有较高的敏感性、特异性和重测信度。该测验需要患者具备一定的运动能力，能够主动抓握和拿起物体。一次评估包含 18 次测验，每次测验流程相似，因此患者容易出现疲劳效应。**AsTex 板及 SITAR 系统：**AsTex 是一种用来评定患者对纹理辨别能力的凹凸槽塑料板。评估时，患者将食指放在板子粗糙表面的最远端，以轻到中度的力在板子上缓慢滑动，直至感觉到表面为“光滑”时停止。SITAR 系统将 AsTex 板与交互式桌面相结合，利用交互式桌面感应触摸的位置和力度，在评估过程中自动记录患者食指施加在板子上的力和感觉到表面为“光滑”的位置信息，使得评估结果更加准确、可靠。

3. 神经电生理检查

神经电生理技术中的躯体感觉诱发电位可用于感觉功能的评定，其原理是通过电刺激或机械刺激躯体感觉神经末梢，在其特定感觉传导通路上检测生物电反应。相比脑功能成像，该方法是一种相对便宜且易于使用的技术。在上肢主要刺激正中神经，可检测到从外周到大脑中枢的感觉传导通路完整性，帮助定位传导通路的病变部位或病理变化，是一种客观、精确、敏感的检查。最近，国内胡理课题组利用脑电技术揭示了疼痛分辨力稳定且特异的神经指标（见下图 2），相关研究发现为经典疼痛诱发脑响应的功能意义提供了新的解释，加深了人们对疼痛感知及其内在机制的理解，并且该研究发现的疼痛分辨力神经指标也将对临床实践中慢性疼痛的诊治和个体化疼痛评估提供重要启示⁴。



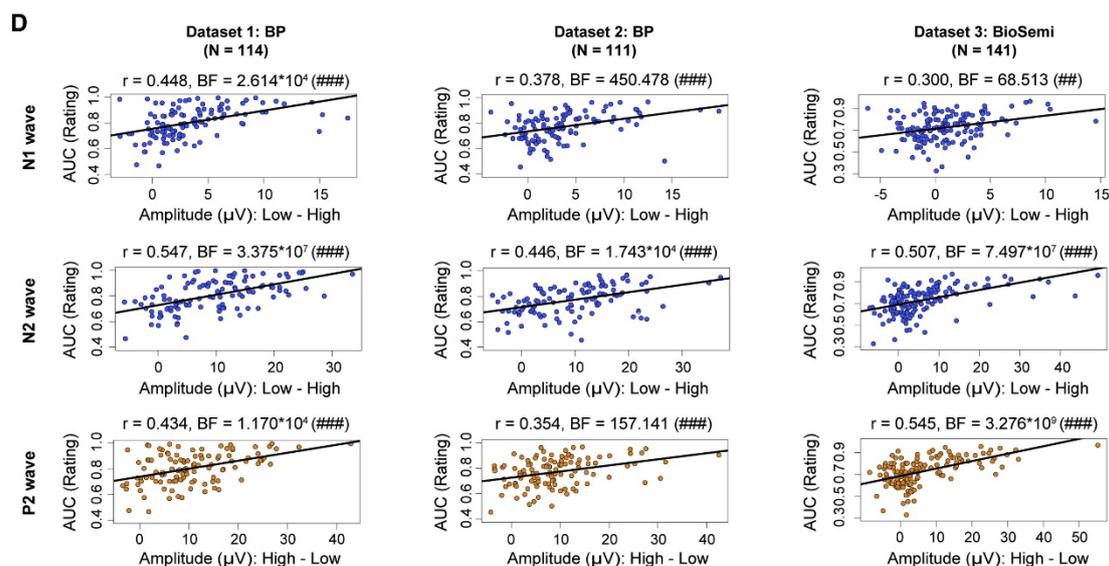


图 2 疼痛诱发脑电响应与分辨力稳定相关

4. 脑功能成像

功能磁共振成像识别与血流相关的神经元活动，以高空间分辨率揭示激活模式如何变化。便携式脑电可以方便地让临床医生以高时间分辨率跟踪自发的脑电活动。功能近红外光谱将功能磁共振成像的空间定位与脑电信号的便携性和高时间分辨率相结合，构成了一种理想的测量工具。正电子发射断层扫描，则为研究活体人脑的葡萄糖代谢、神经递质浓度变化和受体分布等提供了一站式解决方案。单独或联合使用这些脑成像技术，可以评价感觉功能障碍相关的神经系统活动改变，并有望识别和提取特定的生物标记物。有研究报道，初级和次级躯体感觉皮层的激活程度与疼痛刺激强度呈显著正相关，而初级躯体感觉皮层的激活与不同程度的疼痛强度有关，刺激躯体感觉皮层的激活则与疼痛的感觉辨别有关，同时次级躯体感觉皮层还会引起对疼痛刺激的关注⁵。

要实现感觉功能障碍客观化、标准化康复评定体系的构建，需要从解决以下关键技术着手：1) 完善和升级现有感觉功能障碍康复评定的设备，并融合心理学实验范式，强化对实验对象和实验条件的可控制性；2) 与神经影像、心理学等领域开展交叉合作，平行迁移或研发新的神经解码算法，精准解析感觉功能在人脑皮层中的编码模式。

三) 感觉功能障碍康复评定目前的研究水平（国际领先或国际先进）

1. 检索策略及研究内容概述

以‘感觉’、‘康复评定’作为检索关键词，在 CNKI 仅有 5 条发表记录、在 Pubmed 也仅有 19 条发表记录。其中来自台湾长庚大学的研究者关注了改良诺丁汉感觉评定量表在脑卒中康复应用中的有效性和响应度⁶，来自英属哥伦比亚大学的研究者关注了手外伤后 10 点辨别觉测试应用的可靠性⁷，来自墨尔本大学的研究者关注了 AsTex 工具在评估脑卒中后偏瘫手感觉功能障碍方面的临床易用性。此外，来自西安大略大学的研究者关注了被试自评的尺神经问卷与手部握力、捏力和感觉功能的关系⁸，来自南加州大学的研究者则关注了偏瘫手的触觉功能障碍与患肢日常活动能力之间的关系⁹。以上研究都比较零散，尚没有形成系统性的研究方向。仅有复旦大学附属华山医院康复医学科贾杰团队对脑卒中后上肢和手的感觉功能障碍进行了系统性初步研究，主要涉及偏瘫肢体感觉功能障碍的临床特征及其与运动功能障碍表现的相关关系¹⁰⁻¹³。相比之下，疼痛困扰作为患者临床最常见的共性主诉，在国内外得到了较为系统深入的研究。

2. 疼痛康复评定检索策略及研究内容概述

以‘疼痛’、‘康复评定’作为 Pubmed 检索关键词，共计 2361 条检索记录。我们重点对该领域中科院 Q1 区高质量论文所涉及的研究方向简略综述。经过初步筛查，该领域整体呈现出重治疗、轻评估的现状，高质量论文基本都是有关于疼痛康复治疗的内容，仅有三篇高质量论文分别关注了 WHO 残疾评定量表 2.0 对下背痛的应用价值¹⁴、上肢神经动态测试对检查外周神经病理性疼痛的有效性¹⁵以及癌症侵入性疼痛中评估相关基本概念和基本术语的定义问题¹⁶。以‘疼痛’、‘康复评定’作为 Web of Science 检索关键词，共计 16 条 ESI 高被引论文检索记录。经过初步筛查，我们发现这些高被引论文主要是有关疼痛管理和治疗的临床指南、meta 分析或系统性综述等，仅有两篇论文分别关注了定量感觉测试在疼痛障碍中的应用价值¹⁷以及视觉模拟评分对比数字评分量表在测量下背痛中的效能及其预测价值¹⁸。

3. 疼痛康复评定领域代表性的国内外研究团队

我国在疼痛康复评定领域分别在康复医学学科（岳寿伟团队、吴文团队、王雪强团队）和心理学学科（胡理团队）都涌现了代表性的研究团队，研究水平整体处于国内领先、接轨国际的态势。下面就相关团队的研究方向、研究内容及其成果产出进行详细介绍：

山东大学齐鲁医院康复医学科的岳寿伟教授研究团队对被根神经节压迫所致的神经病理性疼痛以及肌筋膜触发点相关的疼痛机制进行了系统、深入的研究,发表了 13 篇相关 SCI 论文并获得 7 项国家自然科学基金项目的资助。

SCI 论文:

1. Zhang Y, Wang YH, Zhang XH, et al. Proteomic analysis of differential proteins related to the neuropathic pain and neuroprotection in the dorsal root ganglion following its chronic compression in rats. *Exp Brain Res.* 2008;189(2):199-209.
2. Ding XL, Wang YH, Ning LP, et al. Involvement of TRPV4-NO-cGMP-PKG pathways in the development of thermal hyperalgesia following chronic compression of the dorsal root ganglion in rats. *Behav Brain Res.* 2010;208(1):194-201.
3. Wang YH, Ding XL, Zhang Y, et al. Ischemic compression block attenuates mechanical hyperalgesia evoked from latent myofascial trigger points. *Exp Brain Res.* 2010;202(2):265-270.
4. Ge HY, Fernández-de-Las-Peñas C, Yue SW. Myofascial trigger points: spontaneous electrical activity and its consequences for pain induction and propagation. *Chin Med.* 2011;6:13.
5. Wang C, Ning LP, Wang YH, et al. Nuclear factor-kappa B mediates TRPV4-NO pathway involved in thermal hyperalgesia following chronic compression of the dorsal root ganglion in rats. *Behav Brain Res.* 2011;221(1):19-24.
6. Ning L, Wang C, Fan X, et al. Role of colchicine-induced microtubule depolymerization in hyperalgesia via TRPV4 in rats with chronic compression of the dorsal root ganglion. *Neurol Res.* 2014;36(1):70-78.
7. Meng F, Ge HY, Wang YH, Yue SW. Afferent fibers are involved in the pathology of central changes in the spinal dorsal horn associated with myofascial trigger spots in rats. *Exp Brain Res.*

- 2015;233(11):3133-3143.
8. Meng XG, Yue SW. Efficacy of aerobic exercise for treatment of chronic low back pain: a meta-analysis. *Am J Phys Med Rehabil.* 2015;94(5):358-365.
 9. Wang J, Wang XW, Zhang Y, Yin CP, Yue SW. Ca(2+) influx mediates the TRPV4-NO pathway in neuropathic hyperalgesia following chronic compression of the dorsal root ganglion. *Neurosci Lett.* 2015;588:159-165.
 10. Jia L, Zhang Y, Qu YJ, Huai J, Wei H, Yue SW. Gene therapy by lentivirus-mediated RNA interference targeting extracellular-regulated kinase alleviates neuropathic pain in vivo. *J Cell Biochem.* 2019;120(5):8110-8119.
 11. Gao WS, Qu YJ, Huai J, Wei H, Zhang Y, Yue SW. DOK3 is involved in microglial cell activation in neuropathic pain by interacting with GPR84. *Aging (Albany NY).* 2020;13(1):389-410.
 12. He N, Qu YJ, Li DY, Yue SW. RIP3 Inhibition ameliorates chronic constriction injury-induced neuropathic pain by suppressing JNK signaling. *Aging (Albany NY).* 2021;13(21):24417-24431.
 13. Song S, Wang Q, Qu Y, et al. Pregabalin inhibits purinergic P2Y(2) receptor and TRPV4 to suppress astrocyte activation and to relieve neuropathic pain. *Eur J Pharmacol.* 2023;960:176140.

国家级课题:

1. 国家自然科学基金委员会, 青年项目, 大鼠被根神经节机械敏感性离子通道的分布及相关膜蛋白的性质, 2005-01 至 2007-12。
2. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, 大细胞骨架对大鼠被根神经节 TRPV4 表达的调控机制, 2009-01 至 2011-12。
3. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, TRPV4 在大鼠被根神经节受损后异常放电的作用及痛觉过敏传导通路的研究, 2011-01 至 2013-12。
4. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, TRPV4-MAPK 途径在大鼠被根神经节持

续压迫痛觉过敏及异常放电中的调控机制，2014-01 至 2017-12。

5. 国家自然科学基金委员会，面上项目，oGPCRs 对大鼠被根神经节持续受压所致神经病理性疼痛的调控机制研究，2018-01 至 2021-12。
6. 国家自然科学基金委员会，面上项目，TRPV4 在光遗传学所致神经病理性疼痛大鼠的调控机制研究，2022-01 至 2025-12。
7. 国家自然科学基金委员会，面上项目，高能量激光治疗通过调控 RIPK3 改善神经病理性疼痛的机制研究，2024-01 至 2027-12。

南方医科大学珠江医院康复医学科的吴文教授研究团队对感觉功能障碍中的疼痛康复进行了较为系统深入的研究。在动物基础研究方面¹⁹⁻²⁴：该研究团队阐明了与神经病理性疼痛相关的信号转导通路及其作用机制。在人体应用基础研究方面²⁵⁻³⁴：该研究团队使用脑电和功能磁共振成像分析技术，系统地研究了疼痛相关的神经环路及其与人格、性别、恐惧、安慰效应、抑郁共病等的交互作用机制。最近，吴文教授研究团队还在国际顶级权威期刊 BMC Medicine 发表综述，系统阐述了疼痛的脑功能结构基础、可能的神经作用机制及其非药物疗法干预的研究进展³⁵。刚刚发布的中国康复医学会关于 2023 年度科学技术奖获奖项目的通报显示，吴文教授研究团队的“疼痛评估与神经调控镇痛的关键技术”研究项目获得一等奖。

吴文教授研究团队近年在疼痛机制及其康复评定研究方面的相关中科院 Q1 区 SCI 论文和国家级课题：

SCI 论文：

1. Zhang S. S., **Wu W[#]**, Liu Z. P., Huang G. Z., Guo S. G., Yang J. M., 2014. Altered regional homogeneity in experimentally induced low back pain: a resting-state fMRI study. *Journal of neuroengineering and rehabilitation*, 11: 115.
2. Wang Y. P., Shi Y., Huang Y. Q., Liu W., Cai G. Y., Huang S. M., Zeng Y. Y., Ren S. Q., Zhan H. R., **Wu W[#]**, 2020. Resveratrol mediates mechanical allodynia through modulating inflammatory response via the TREM2-autophagy axis in SNI rat model. *Journal of neuroinflammation*, 17(1): 311.

3. Shi Y, Wu W*, 2023. Multimodal non-invasive non-pharmacological therapies for chronic pain: mechanisms and progress. *BMC medicine*, 21(1):372.

国家级课题:

1. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, 痛觉超敏疼痛矩阵失衡及其针刺镇痛的再平衡机制研究, 2015-01 至 2018-12。
2. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, 基于人格特质分层的“预期因素”在镇痛与致痛作用中的脑网络机制研究, 2018-01 至 2021-12。
3. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, sTREM2 介导小胶质细胞-神经元“对话”在脉冲射频改善神经病理性疼痛中的机制研究, 2022-01 至 2025-12。
4. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, PVN 小胶质细胞-催产素神经元-脊髓背角轴在神经病理性疼痛中的作用机制及 iTBS 镇痛机制研究, 2024-01 至 2027-12。

上海体育学院附属伤骨科医院康复医学科的王雪强教授研究团队围绕下背痛或神经病理性疼痛的文献计量学分析、meta 分析、康复干预、分子机制等进行了系统、深入的研究, 发表了 58 篇相关 SCI 论文并获得 3 项国家自然科学基金项目的资助。

SCI 论文:

1. Wang XQ, Zheng JJ, Yu ZW, et al. A meta-analysis of core stability exercise versus general exercise for chronic low back pain. *PLoS One*. 2012;7(12):e52082.
2. Zhang Y, Wan L, Wang X. The effect of health education in patients with chronic low back pain. *J Int Med Res*. 2014;42(3):815-820.
3. Guo JB, Zhu Y, Chen BL, et al. Network and pathway-based analysis of microRNA role in neuropathic pain in rat models. *J Cell Mol Med*. 2019;23(7):4534-4544.
4. Wang XQ, Gu W, Chen BL, et al. Effects of whole-body vibration exercise for non-specific chronic low back pain: an assessor-blind, randomized controlled trial. *Clin Rehabil*. 2019;33(9):1445-1457.

5. Zheng K, Wang X. Publications on the Association Between Cognitive Function and Pain from 2000 to 2018: A Bibliometric Analysis Using CiteSpace. *Med Sci Monit.* 2019;25:8940–8951.
6. Zheng YL, Wang XF, Chen BL, et al. Effect of 12-Week Whole-Body Vibration Exercise on Lumbopelvic Proprioception and Pain Control in Young Adults with Nonspecific Low Back Pain. *Med Sci Monit.* 2019;25:443–452.
7. Zou L, Zhang Y, Liu Y, et al. The Effects of Tai Chi Chuan Versus Core Stability Training on Lower-Limb Neuromuscular Function in Aging Individuals with Non-Specific Chronic Lower Back Pain. *Medicina (Kaunas).* 2019;55(3).
8. Chen YM, Wang XQ. Bibliometric Analysis of Exercise and Neuropathic Pain Research. *J Pain Res.* 2020;13:1533–1545.
9. Dong Y, Wang H, Zhu Y, et al. Effects of whole body vibration exercise on lumbar-abdominal muscles activation for patients with chronic low back pain. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2020;12(1):78.
10. Song G, Yang Z, Guo J, Zheng Y, Su X, Wang X. Interactions Among lncRNAs/circRNAs, miRNAs, and mRNAs in Neuropathic Pain. *Neurotherapeutics : the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics.* 2020;17(3):917–931.
11. Wang R, Weng LM, Peng MS, Wang XQ. Exercise for low back pain: A bibliometric analysis of global research from 1980 to 2018. *Journal of rehabilitation medicine.* 2020;52(4):jrm00052.
12. Weng LM, Zheng YL, Peng MS, Chang TT, Wu B, Wang XQ. A Bibliometric Analysis of Nonspecific Low Back Pain Research. *Pain Res Manag.* 2020;2020:5396734.
13. Chang TT, Li Z, Zhu YC, Wang XQ, Zhang ZJ. Effects of Self-Myofascial Release Using a Foam Roller on the Stiffness of the Gastrocnemius-Achilles Tendon Complex and Ankle Dorsiflexion Range

- of Motion. *Front Physiol.* 2021;12:718827.
14. Guo JB, Chen BL, Song G, et al. Comparative Transcriptome Profiling Reveals Changes of microRNAs Response to Exercise in Rats with Neuropathic Pain. *Neural Plast.* 2021;2021:5597139.
 15. Li KL, Chen YM, Wang XQ, Hu HY. Bibliometric Analysis of Studies on Neuropathic Pain Associated With Depression or Anxiety Published From 2000 to 2020. *Front Hum Neurosci.* 2021;15:729587.
 16. Wang YZ, Wu CC, Wang XQ. Bibliometric Study of Pain after Spinal Cord Injury. *Neural Plast.* 2021;2021:6634644.
 17. Weng LM, Su X, Wang XQ. Pain Symptoms in Patients with Coronavirus Disease (COVID-19): A Literature Review. *J Pain Res.* 2021;14:147-159.
 18. Wu B, Chen CC, Wang J, Wang XQ. Incidence and Risk Factors of Low Back Pain in Marathon Runners. *Pain Res Manag.* 2021;2021:6660304.
 19. Wu CC, Wang YZ, Hu HY, Wang XQ. Bibliometric Analysis of Research on the Comorbidity of Cancer and Pain. *J Pain Res.* 2021;14:213-228.
 20. Xie YH, Liao MX, Wang MY, et al. Traditional Chinese Mind and Body Exercises for Neck Pain: A Meta-Analysis of Randomized Controlled Trials. *Pain Res Manag.* 2021;2021:5426595.
 21. Xiong HY, Liu H, Wang XQ. Top 100 Most-Cited Papers in Neuropathic Pain From 2000 to 2020: A Bibliometric Study. *Front Neurol.* 2021;12:765193.
 22. Xiong HY, Zhang ZJ, Wang XQ. Bibliometric Analysis of Research on the Comorbidity of Pain and Inflammation. *Pain Res Manag.* 2021;2021:6655211.
 23. Xu C, Fu Z, Wang X. Effect of Transversus abdominis muscle training on pressure-pain threshold in patients with chronic low Back pain. *BMC Sports Sci Med Rehabil.* 2021;13(1):35.
 24. Zhang YH, Hu HY, Xiong YC, et al. Exercise for Neuropathic Pain: A Systematic Review and Expert Consensus. *Front Med (Lausanne).*

- 2021;8:756940.
25. Zhang YH, Wang YC, Hu GW, et al. The Effects of Gender, Functional Condition, and ADL on Pressure Pain Threshold in Stroke Patients. *Front Neurosci.* 2021;15:705516.
 26. Zhao Y, Zhang Z, Guo S, et al. Bibliometric Analysis of Research Articles on Pain in the Elderly Published from 2000 to 2019. *J Pain Res.* 2021;14:1007–1025.
 27. Zheng K, Chen C, Yang S, Wang X. Aerobic Exercise Attenuates Pain Sensitivity: An Event-Related Potential Study. *Front Neurosci.* 2021;15:735470.
 28. Zheng YL, Hu HY, Liu XC, Su X, Chen PJ, Wang XQ. The Effects of Whole-Body Vibration Exercise on Anticipatory Delay of Core Muscles in Patients with Nonspecific Low Back Pain. *Pain Res Manag.* 2021;2021:9274964.
 29. Zheng YL, Su X, Chen YM, et al. microRNA-Based Network and Pathway Analysis for Neuropathic Pain in Rodent Models. *Front Mol Biosci.* 2021;8:780730.
 30. Chang TT, Chang YH, Du SH, Chen PJ, Wang XQ. Non-invasive brain neuromodulation techniques for chronic low back pain. *Front Mol Neurosci.* 2022;15:1032617.
 31. Du SH, Zheng YL, Zhang YH, Wang MW, Wang XQ. The Last Decade Publications on Diabetic Peripheral Neuropathic Pain: A Bibliometric Analysis. *Front Mol Neurosci.* 2022;15:854000.
 32. Jiang X, Yan W, Wan R, et al. Effects of repetitive transcranial magnetic stimulation on neuropathic pain: A systematic review and meta-analysis. *NeurosciBiobehav Rev.* 2022;132:130–141.
 33. Jiang Y, Wang Y, Wang R, Zhang X, Wang X. Differences in pain, disability, and psychological function in low back pain patients with and without anxiety. *Front Physiol.* 2022;13:906461.

34. Li Y, Yu J, Zhang J, Zhang Z, Wang X. Quantifying the stiffness of lumbar erector spinae during different positions among participants with chronic low back pain. *PLoS One*. 2022;17(6):e0270286.
35. Luo J, Zhu HQ, Gou B, Wang XQ. Neuroimaging Assessment of Pain. *Neurotherapeutics : the journal of the American Society for Experimental NeuroTherapeutics*. 2022;19(5):1467-1488.
36. Ma Y, Luo J, Wang XQ. The effect and mechanism of exercise for post-stroke pain. *Front Mol Neurosci*. 2022;15:1074205.
37. Pan LJ, Zhu HQ, Zhang XA, Wang XQ. The mechanism and effect of repetitive transcranial magnetic stimulation for post-stroke pain. *Front Mol Neurosci*. 2022;15:1091402.
38. Peng MS, Wang R, Wang YZ, et al. Efficacy of Therapeutic Aquatic Exercise vs Physical Therapy Modalities for Patients With Chronic Low Back Pain: A Randomized Clinical Trial. *JAMA Netw Open*. 2022;5(1):e2142069.
39. Song G, Zhang WM, Wang YZ, et al. Long Non-coding RNA and mRNA Expression Change in Spinal Dorsal Horn After Exercise in Neuropathic Pain Rats. *Front Mol Neurosci*. 2022;15:865310.
40. Wang J, Zheng K, Wu J, Wang R, Zhuang X, Wang X. Correlations between Age, Pain Intensity, Disability, and Tactile Acuity in Patients with Chronic Low Back Pain. *Pain Res Manag*. 2022;2022:2907009.
41. Wang R, Chang XL, Kiartivich S, Wang XQ. Effect of Tai Chi Quan on the Pressure Pain Thresholds of Lower Back Muscles in Healthy Women. *J Pain Res*. 2022;15:403-412.
42. Wang XQ, Xiong HY, Du SH, Yang QH, Hu L. The effect and mechanism of traditional Chinese exercise for chronic low back pain in middle-aged and elderly patients: A systematic review. *Front Aging Neurosci*. 2022;14:935925.
43. Wen YR, Shi J, Hu ZY, et al. Is transcranial direct current stimulation

- beneficial for treating pain, depression, and anxiety symptoms in patients with chronic pain? A systematic review and meta-analysis. *Front Mol Neurosci.* 2022;15:1056966.
44. Weng LM, Wang R, Yang QH, et al. Effect of exercise intervention on social distance in middle-aged and elderly patients with chronic low back pain. *Front Aging Neurosci.* 2022;14:976164.
45. Wu B, Zhou L, Chen C, Wang J, Hu LI, Wang X. Effects of Exercise-induced Hypoalgesia and Its Neural Mechanisms. *Med Sci Sports Exerc.* 2022;54(2):220-231.
46. Xiong HY, Zheng JJ, Wang XQ. Non-invasive Brain Stimulation for Chronic Pain: State of the Art and Future Directions. *Front Mol Neurosci.* 2022;15:888716.
47. Xu C, Fu Z, Wang J, Wu B, Wang XQ. Differences and Correlations of Anxiety, Sleep Quality, and Pressure-Pain Threshold between Patients with Chronic Low Back Pain and Asymptomatic People. *Pain Res Manag.* 2022;2022:8648584.
48. Yang QH, Zhang YH, Du SH, Wang YC, Fang Y, Wang XQ. Non-invasive Brain Stimulation for Central Neuropathic Pain. *Front Mol Neurosci.* 2022;15:879909.
49. Yu WY, Yang QH, Wang XQ. The mechanism of exercise for pain management in Parkinson's disease. *Front Mol Neurosci.* 2022;15:1039302.
50. Zhang YH, Wang YC, Hu GW, et al. Intra-rater and inter-rater reliability of pressure pain threshold assessment in stroke patients. *Eur J Phys Rehabil Med.* 2022;58(4):549-557.
51. Zhang YH, Xu HR, Wang YC, et al. Pressure pain threshold and somatosensory abnormalities in different ages and functional conditions of post-stroke elderly. *BMC Geriatr.* 2022;22(1):830.
52. Zheng YL, Guo JB, Song G, et al. The role of circular RNAs in neuropathic pain. *NeurosciBiobehav Rev.* 2022;132:968-975.

53. Bai YW, Yang QH, Chen PJ, Wang XQ. Repetitive transcranial magnetic stimulation regulates neuroinflammation in neuropathic pain. *Front Immunol.* 2023;14:1172293.
54. Du SH, Zhang YH, Yang QH, Wang YC, Fang Y, Wang XQ. Spinal posture assessment and low back pain. *EFORT Open Rev.* 2023;8(9):708-718.
55. Li TS, Wang R, Su X, Wang XQ. Effect and mechanisms of exercise for complex regional pain syndrome. *Front Mol Neurosci.* 2023;16:1167166.
56. Xiong HY, Cao YQ, Du SH, Yang QH, He SY, Wang XQ. Effects of High-Definition Transcranial Direct Current Stimulation Targeting the Anterior Cingulate Cortex on the Pain Thresholds: A Randomized Controlled Trial. *Pain Med.* 2023;24(1):89-98.
57. Yang QH, Wang XQ. Lumbar joint position sense measurement of patients with low back pain. *EFORT Open Rev.* 2023;8(8):639-650.
58. Yang QH, Zhang YH, Du SH, Wang YC, Wang XQ. Association Between Smoking and Pain, Functional Disability, Anxiety and Depression in Patients With Chronic Low Back Pain. *Int J Public Health.* 2023;68:1605583.

国家级课题:

1. 国家自然科学基金委员会, 青年项目, 全身振动训练对非特异性腰痛患者核心肌群延迟激活的作用及机制研究, 2016-01 至 2018-12。
2. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, miR-183 家族在运动训练改善坐骨神经慢性压迫所致神经病理性痛的作用机制, 2019-01 至 2022-12。
3. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, 感觉运动训练对慢性非特异性腰痛的疗效及脑网络机制, 2024-01 至 2027-12。

虽然康复医学学科暂时还没有从事疼痛研究相关的国家级高层次人才,但在心理学学科, 中国科学院心理研究所疼痛神经影像与转化研究中心的创始人胡理研究员是国家自然科学基金委优秀青年科学基金获得者。胡理课题组主要利用电生理和神经影像技术研究疼痛信息编码与调节的认知神经机制,探索客观准确的疼痛评估方法,开发基于心理物理法的镇痛策略。相关研究成果发表在 Trends in Neurosciences、PNAS、Nature Communications、Journal of

Neuroscience 和 PAIN 等国际顶级权威期刊。

胡理课题组近年来在疼痛机制研究方面的相关中科院 Q1 区 SCI 论文和国家级课题:

SCI 论文:

1. Li Z. J., Zhang L. B., Zeng Y. X., Zhao Q., **Hu L. #**, 2023. Gamma-band oscillations of pain and nociception: A systematic review and meta-analysis of human and rodent studies. *Neuroscience and behavioral reviews*, 146: 105062.
2. Liu J. X., Quan S. L., Zhao L., Yuan K., Wang Y. N., Zhang Y. T., Wang Z. W., Sun M. S., **Hu L. #**, 2023. Evaluation of a Clustering Approach to Define Distinct Subgroups of Patients With Migraine to Select Electroacupuncture Treatments. *Neurology*, 101(7): e699-e709.
3. Zhu C. C., Bi Y. Z., Wei K., Tao K. M., **Hu L. #**, Lu Z. J., 2023. Effect of perioperative high-dose transdermal nicotine patch on pain sensitivity among male abstinent tobacco smokers undergoing abdominal surgery: A randomized controlled pilot study. *Addiction*, 118(8): 1579-1585.
4. Tu Y. H., Li Z. J., Zhang L. B., Zhang H. J., Bi Y. Z., Yue L. P., **Hu L. #**, 2023. Pain-preferential thalamocortical neural dynamics across species. *Nature human behavior*, doi: 10.1038/s41562-023-01714-6.
5. Zhang L. B., **Hu L. #**, 2022. Reward learning in the development and maintenance of chronic back pain. *cell reports. Medicine*, 3(7): 100688.
6. Zhang H. J., Bi Y. Z., Hou X., Lu X. J., Tu Y. H., **Hu L. #**, 2021. The role of negative emotions in sex differences in pain sensitivity. *Neuroimage*, 245: 118685.
7. Tu Y. H., Cao J., Bi Y. Z., **Hu L. #**, 2021. Magnetic resonance imaging for chronic pain: diagnosis, manipulation, and biomarkers. *Science China. Life Science*, 64(6): 879-896.

8. Li H., Li X.Y., Feng Y., Gao F., Kong Y.Z., **Hu L.**[#], 2020. Deficits in ascending and descending pain modulation pathways in patients with postherpetic neuralgia. *Neuroimage*, 221: 117186.
9. Tu Y.H., Bi Y.Z., Zhang L.B., Wei H., **Hu L.**[#], 2020. Mesocorticolimbic Pathways Encode Cue-Based Expectancy Effects on Pain. *The Journal of Neuroscience*, 40(2): 382-394.
10. Yue L.P., Iannetti G.D., **Hu L.**[#], 2020. The Neural Origin of Nociceptive-Induced Gamma-Band Oscillations. *The Journal of Neuroscience*, 40(17): 3478-3490.
11. **Hu, L.**[#], Iannetti, G.D., 2019. Neural indicators of perceptual variability of pain across species. *PNAS*, doi.org/10.1073/pnas.1812499116.
12. Jin, Q.Q., Wu, G.Q., Peng, W.W., Xia, X.L., **Hu, L.**[#], Iannetti, G.D., 2018. Somatotopic representation of second pain in the primary somatosensory cortex of humans and rodents. *The Journal of Neuroscience*, 38(24): 5538-5550.
13. Peng, W.W., Xia, X.L., Yi, M., Zhang, Z.G., Huang, G., Iannetti, G.D., **Hu, L.**[#], 2018. Brain oscillations reflecting pain-related behavior in freely-moving rats. *Pain*, 159(1): 106-118.
14. **Hu, L.**[#], Iannetti, G.D., 2016. Painful issues in pain prediction. *Trends in Neurosciences*, 39(4): 212-220.
15. **Hu, L.**[#], Iannetti, G.D., 2016. Issues in pain prediction - beyond pain and gain. *Trends in Neurosciences*, 39(10): 640-642.
16. Xia, X.L., Peng, W.W., Iannetti, G.D., **Hu, L.**[#], 2016. Laser-evoked cortical responses in freely-moving rodents reflect the activation of C-fibre afferent pathways. *NeuroImage*, 128: 209-217.
17. **Hu, L.**[#], Xia, X.L., Peng, W.W., Su, W.X., Luo, F., Yuan, H., Chen, A.T., Liang, M., Iannetti, G.D., 2015. Was It a Pain or a Sound?

- Across-species Variability in Sensory Sensitivity. *Pain*, 156 (12), 2449-2457.
18. Hu, L.^{*}, Cai, M.M., Xiao, P., Luo, F., Iannetti, G.D., 2014. Human Brain Responses to Concomitant Stimulation of A δ and C Nociceptors. *The Journal of Neuroscience*, 34 (34): 11439-11451.
19. Hu, L.^{*}, Valentini, E., Zhang, Z.G., Liang, M., Iannetti, G.D., 2014. The primary somatosensory cortex contributes to the latest part of the cortical response elicited by nociceptive somatosensory stimuli in humans. *NeuroImage*, 84: 383 - 393.
20. Huang, G., Xiao, P., Iannetti, G.D., Zhang, Z.G., Hu, L.^{*}, 2013. A novel approach to predict subjective pain perception from single-trial laser-evoked potentials. *NeuroImage*, 81:283-293.
21. Zhang, Z.G.^{*}, Hu, L.^{*}, Hung, Y.S., Mouraux, A., Iannetti, G.D., 2012. Gamma-band oscillations in the primary somatosensory cortex - a direct and obligatory correlate of subjective pain intensity. *The Journal of Neuroscience*, 32(22):7429-7438.
22. Valentini, E.^{*}, Hu, L.^{*}, Chakrabarti, B., Aglioti, S.M., Hu, Y., Iannetti, G.D., 2012. The primary somatosensory cortex largely contributes to the early part of the cortical response elicited by nociceptive stimuli. *NeuroImage*, 59(2):1571-81.

国家级课题:

4. 国家自然科学基金委员会, 青年项目, 人体伤害性疼痛的特异性电生理指标提取与反馈, 2013-01 至 2015-12。
5. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, 基于功能响应和人格特质的疼痛知觉预测研究, 2015-01 至 2018-12。
6. 国家自然科学基金委员会, 面上项目, 疼痛慢性化的心理学机制及其临床监测, 2017-01 至 2020-12。
7. 国家自然科学基金委员会, 优秀青年科学基金项目, 疼痛的认知神经科学, 2019-01 至 2022-12。

8. 国家自然科学基金委员会，面上项目，基于外周和中枢神经调控技术的镇痛研究，2021-01 至 2023-12。

四) 感觉功能障碍康复评定的国际前沿/发展趋势

基于当前的进展，该领域最具前景和价值的研究方向包括：1) 结合基因、血生化、脑影像和行为指标等，从多个层面深入解析感觉功能障碍及其康复的底层关联机制³⁶；2) 基于不断累积的神经影像数据，使用荟萃分析定量评价与感觉功能障碍有关的脑功能重组模式³⁷；3) 采用神经影像定位结合 TMS 虚拟损伤的实验范式，解析异常活动位点或神经环路与感觉功能障碍之间的因果关系；4) 结合脑网络定位的前沿分析框架与非侵入性神经调控技术，开展个体化感觉功能障碍的精准康复³⁸；5) 基于人口学特征、临床评分和多模态神经影像等构建机器学习模型，实现感觉功能障碍及其康复的精准诊断、治疗和评估。

五) 亚专业的专家在国际学术组织任职情况

与康复医学学科的其他亚专业相比，截至目前本亚专业尚没有专家在国际物理医学与康复学会、世界神经康复联盟等任职，因此还需要加强与国际同行的联系及在世界舞台发挥中国专家的影响力，下面选取 3 位典型代表进行介绍：

韩济生院士：男，1928 年 7 月生，汉族，中共党员，浙江省萧山市人，生理学家，博士研究生导师。1993 年任卫生部神经科学重点实验室主任，神经科学研究所所长，并入选中国科学院院士。现为北京大学神经科学研究所名誉所长，北京大学医学部神经生物学系教授。

从 1965 年开始从事针灸原理研究，1972 年以来从中枢神经化学角度系统研究针刺镇痛原理，发现针刺可动员体内的镇痛系统，释放出阿片肽、单胺类神经递质等，发挥镇痛作用；不同频率的电针可释放出不同种类阿片肽；针效的优、劣取决于体内镇痛和抗镇痛两种力量的消长。研制出“韩氏穴位神经刺激仪（HANS）”，对镇痛和治疗海洛因成瘾有良效。1987-2000 连续 13 年获美国国立卫生研究院（NIH）R01 科研基金用以研究针刺镇痛原理。2004-2009 年获 NIH 重点科研基金与哈佛大学合作研究针刺戒毒原理，其间兼任哈佛大学精神病学科兼职教授。2007 年担任中国科技部《基于临床的针麻镇痛的基础研究（973）》首席科学家，2013 年担任中国卫健委行业专项《经皮穴位电刺激技术在生殖医学中的应用研究》首席科学家。在国内外杂志及专著上发表论文 900 余篇，编写

中文专著 9 册，英文教科书 1 册。

获国家自然科学基金二等奖和三等奖各 1 项，国家科技进步三等奖 1 项，卫生部甲级奖 3 项、乙级奖 2 项，国家教委一等奖 2 项，二等奖 1 项，国家民委一等奖 1 项，北京市科技进步一等奖 1 项，国家中医药局二等奖 1 项。1984 年被评为有突出贡献的中青年专家。1995 年获何梁何利科技进步奖，被评为北京市先进工作者。2012 年获国际疼痛研究学会（IASP）荣誉会员，2013 年获中国神经科学学会终身荣誉会员称号。2014 年获美国针刺研究学会首届针刺研究终身成就奖，第二届张安德中医药国际贡献奖以及中国抗癌协会临床肿瘤学协作专业委员会（CSCO）2014 年度中国癌痛医学终身成就奖。2017 年获世界针灸学会联合会世界针联科技特殊贡献奖。

1979 年以来应邀到 27 个国家和地区的 100 余所大学和研究机构演讲 206 次。多次担任国际学术会议主席和大会报告人，1990-2002 年任世界卫生组织科学（WHO）顾问，1991 至今任美国国立卫生研究院（NIH）顾问。获国际脑研究组织与美国神经科学基金会联合颁发的“杰出神经科学工作者奖学金”（1985），1987 年被选为瑞典隆德皇家学院国际院士，国际疼痛研究会（IASP）教育委员会委员（1991-1995）和中国分会会长（1989-），担任两届国际麻醉性药物研究学会（INRC）执委会委员。2007 年任国际神经肽协会中国分会主席。曾任国务院学位委员会学科评议组成员，中国博士后科学基金会理事会医学组长。中华医学会疼痛学会与中国医师学会疼痛专业委员会的名誉主委，《生理科学进展》杂志名誉主编，《中国疼痛医学杂志》主编。现任国际标准化机构（ISO）第 249 技术委员会（TC249）第 4 工作组（包括电针仪在内的中医医疗设备）项目领导人（Project leader），负责制定电针仪最新国际标准。

岳寿伟教授：主任医师，二级教授，博士生导师。山东大学齐鲁医院康复中心学科带头人，山东大学护理与康复学院副院长，山东省智能康复工程实验室主任。任中华医学会物理医学与康复学分会第十一届委员会主任委员，中国康复医学会副会长，山东省康复医学会常务副会长，《中华物理医学与康复杂志》副总编辑，《中国康复医学杂志》副主编，国家自然科学基金委员会医学科学部专家评审组成员。主编规划教材 3 部，主编译著作 8 部。主持国家自然科学基金项目 8 项，山东省重点研发计划（重大科技创新工程）项目 1 项，以第一或通讯作者

发表 SCI 收录论文 50 余篇，国内核心期刊论文近百篇。获山东省科技进步二等奖 2 项，三等奖 3 项。从事康复医学教学工作 40 余年，培养博士及硕士研究生 60 余名。2012 年获中国科协“全国优秀科技工作者”称号。

吴文教授：主任医师，教授，博士生导师，博士后合作导师，南方医科大学珠江医院康复医学科主任，南方医科大学康复医学院副院长。研究方向为疼痛与镇痛机制、脑功能成像与人工智能。国家自然科学基金与广东省自然科学基金项目评审专家，科技奖评审专家。主持国家自然科学基金及省部市各级科研项目 10 余项。获省部级科技进步二等奖 1 项，中国康复医学会科技进步一等奖 1 项，中华医学会教育技术成果二等奖 1 项，广东省康复医学会科技进步一等奖 1 项。发表国内外学术刊物论文 90 篇（SCI 收录 40 余篇，总 IF=200，总被引用 1000 余次），主编医学视听教材 3 套，参编著作 9 本。申请专利 8 项，授权专利 5 项。中华医学会物理医学与康复分会全国委员，中国医师协会康复医师分会常委，广东省医学会心身医学分会副主任委员，广东省健康管理学会疼痛多学科管理专业委员会副主任委员，广东省康复医学会脑功能检测与调控分会会长，广东省医学会物理医学与康复医学分会副主任委员。

王雪强教授：上海体育学院运动康复学系教授，博士生导师，上海上体伤骨科医院院长。研究领域为运动康复与疼痛，H 指数 23。主持国家自然科学基金 3 项。荣获上海市曙光学者计划、教育部霍英东教育基金会青年教师基金、上海市人才发展资金资助计划、上海市青年科技英才扬帆计划资助。担任 SCI 期刊 Trials 副主编，BMC Geriatrics（中科院 Top 期刊）编委，中国康复医学会足踝康复专业委员会副主任委员，上海市康复医学会体医融合专业委员会主任委员。以第一作者或通讯作者发表 SCI 论文 100 余篇，发表期刊为 JAMA Network Open(中科院 Top 期刊，IF=13.35)、J Sport Health Sci(中科院 Top 期刊，IF=13.07)、Age Ageing(中科院 Top 期刊，IF=12.78)、Ageing Research Reviews(中科院 Top 期刊，IF=11.78)等。2020 年，以第一完成人获首批国家级一流本科线上课程；2019 年，以第一完成人获得上海市科技进步奖三等奖；2019 年，荣获吴阶平医学基金会中国康复医疗机构联盟 2019 年度“突出贡献康复专家”；2021 年，获上海市临床康复优秀学科带头人。

胡理研究员：中国科学院心理研究所教授，博士生导师，国家自然科学基金

金委优秀青年科学基金获得者。主要采用脑电、功能磁共振和局部场电位等技术研究疼痛的心理生理学机制，探索客观准确的疼痛评估方法，开发有效的镇痛策略。目前，已获得国家自然科学基金、重庆市基础科学与前沿技术研究专项和世界疼痛研究协会（IASP）国际合作基金等 15 个项目的资助，并在 Trends in Neurosciences、Nature Communications、Journal of Neuroscience、NeuroImage (9 篇)、Human Brain Mapping、Pain 和科学通报等国际国内主流学术期刊上发表了 50 多篇学术论文（包括 24 篇 IF>5 的论文）。其中，第一作者和通讯作者发表了 30 多篇学术论文（包括 15 篇 IF>5 的论文）。研究成果得到了国际国内同行的认可：胡理研究员被 University College London (伦敦大学学院, UCL) 聘为 Honorary Senior Research Associate; 被中国生理学会聘为疼痛转化研究专业委员会委员。胡理研究员多次参加和组织国际国内学术会议：2015 年参加第十八届全国心理学学术会议，做题为“脑神经信号分析：在反思中进步”的特邀报告；2015 年，他与中国生理学会疼痛转化研究专业委员会联合举办“疼痛转化研究：从动物到人类，从基础到临床”的学术会议。

六) 亚专业研究的重大科学基础设施

以研究和临床应用最为成熟的疼痛功能障碍的康复评定为例，该领域迫切需要构建以下重大科学基础设施：一是与心理学等学科深度交叉融合，购置心理学学科开展科学研究需要用到的实验范式设计、评估和训练的成套软硬件设备，并具备独立设计高质量、可靠、国际通用实验范式的能力；二是购置磁共振成像系统、脑电图等大型仪器设备，为研究人脑感觉功能编码提供技术平台；三是购置超性能计算机，为创建神经影像大数据库、开展机器学习算法研发等提供存储和算力保障。

七) 亚专业专家在国际合作交流情况简介

1. 科研项目合作

不管是北京大学王韵的国际（地区）合作与交流项目‘初级感觉神经元兴奋性：周围神经损伤与脊髓背侧损伤后疼痛与修复的共同调控因素’，还是徐州医科大学曹君利的国际（地区）合作与交流项目‘中脑奖赏系统选择性调控疼痛感觉与负性情感的神经环路、细胞和分子机制’，均主要关注与疼痛相关的分子细胞通路，尚没有关于感觉评价的转化应用研究。通过检索，我们仅发

现在 2021 年国家自然科学基金委资助重庆医科大学郑显兰 50 万元，用于开展‘基于临床情景的新生儿疼痛智能评估系统的构建研究’。因此，本专业迫切需要加强与国外同行开展国际合作，加强以疼痛为代表的感觉功能障碍康复评定的应用转化研究。

2. 学术会议交流

尚没有与感觉功能评估等相关的国际知名且连续举办的会议，但是与疼痛有关的亚洲疼痛研讨会 (APS) 迄今已经分别在韩国首尔 (2004)、日本福冈 (2008)、中国上海 (2011)、日本冈崎 (2013)、中国苏州 (2015)、中国台北 (2017) 和韩国仁川 (2019)、中国苏州 (2023) 等成功举办了九届国际性的学术研讨会，极大地推动了亚洲从事疼痛诊疗相关专业人士的交流与合作。此外，本亚专业另外一个非常重要的国际会议为世界疼痛大会 (IASP)，每年有来自世界各地超 7000 名的疼痛相关临床和科研人员参会交流。

八) 亚专业的国际比较 (比较对象: 全球主要经济体美、日、德、法、英、俄、印度, 关键创新国家瑞士、瑞典、芬兰、韩国、新加坡、以色列等)

来自达特茅斯大学的杰出神经科学教授 Tor D Wager 为国际上使用脑成像、神经电生理等技术研究疼痛的顶级专家。Wager 教授创立的认知与情感神经科学实验室主要研究认知与社会因素对情感加工中的疼痛、情绪、压力和共情等的影响，并致力于研发更有效的功能神经影像分析算法、实验工具、共享公共数据集等推动该领域的发展。截至目前，Wager 课题组已在国际顶级权威期刊，如 N Engl J Med、Science、Nat Neurosci、Nat Med、PNAS、JAMA Psychiatry、Lancet Digit Health、PloS Biol、Neuroimage 和 Pain 等发表 160 余篇与疼痛神经机制或评估相关的研究论文。

劣势分析: 与发达国家相比，我们的主要劣势是从业人员的科学研究素养和相应技能培养的学科体系还不够完善、积淀还不够深厚，难以产出在国际上做出重要学术贡献和具有一定影响力的高水平研究者。

优势分析: 由于中国是个人口大国，临床样本资源非常丰富，且患者对医疗工作者的配合度整体较高，因此我们有望在临床转化应用研究方面弯道超车，或者与国内外从事基础研究的高水平课题组合作，用他们的技术解决我们面临的临床问题。

九) 亚专业针对短板/问题, 优势/机遇拟采取的举措

解决科研培养体系问题的关键出路在于, 将我们的青年一代科研人员送到国外顶级课题组接受至少 2 年以上的科研训练, 重塑科研思维、并掌握从事科学研究所需的扎实技能, 然后回国开展原创性的重要科学研究, 产出高质量研究成果。用好我国临床样本基数大、类型丰富等优势, 通过多学科交叉合作, 在构建感觉功能客观化、标准化评价体系及临床预测预后的转化应用研究方面做出中国贡献。

小结及展望

目前该领域的研究主要关注疼痛功能障碍的康复评定, 对浅感觉中的温度觉、触压觉等关注较少, 并且深感觉、复合感觉的研究报道也很少。这与临床工作中患者有大量疼痛困扰的诊疗需求有关。此外, 该领域呈现出重治疗、轻评估的特点, 尤其是在疼痛康复领域, 超 95% 的论文关注各种疼痛治疗和管理方案的疗效。基于当前的现状, 与心理学、神经影像等学科的深度交叉融合将有力地推动感觉功能障碍客观化、标注化康复评价体系的构建, 并有望结合非侵入性神经调控或脑刺激等前沿热门技术在感觉功能障碍康复的转化应用研究方面取得重要突破。

参考文献

1. Wager TD, Atlas LY, Lindquist MA, et al. An fMRI-based neurologic signature of physical pain. *N Engl J Med*, 2013, 368(15): 1388-1397.
2. Lee, JJ, Kim, HJ, Čeko, M, et al. A neuroimaging biomarker for sustained experimental and clinical pain. *Nature Med*, 2021, 27(1): 174 - 182.
3. Shirvalkar P, Prosky J, Chin G, et al. First-in-human prediction of chronic pain state using intracranial neural biomarkers. *Nature Neurosci*, 2023, 26(6): 1090-1099.
4. Zhang LB, Lu XJ, Huang G, et al. Selective and replicable neuroimaging-based indicators of pain discriminability. *Cell Rep Med*, 2022, 3(12): 100846.
5. Timmermann L, Ploner M, Haucke K, et al. Differential Coding of Pain Intensity in the Human Primary and Secondary Somatosensory Cortex. *J Neurophysiol*, 2001, 86(3): 1499-503.
6. Wu CY, Chuang IC, Ma HI, et al. Validity and Responsiveness of the Revised Nottingham Sensation Assessment for Outcome Evaluation in Stroke Rehabilitation. *Am J Occup Ther*, 2016, 70(2): 41-48.
7. Berger MJ, Regan WR, Seal A, et al. Reliability of the "Ten Test" for assessment of discriminative sensation in hand trauma. *J PlastReconstrAesthet Surg*, 2016, 69(10): 1411-1416.
8. Szekeres M, MacDermid JC, King GJ, et al. The relationship between the Patient-rated Ulnar Nerve Evaluation and the common impairment measures of grip strength, pinch strength, and sensation. *J Hand Ther*, 2015, 28(1): 39-44; quiz 45.
9. Hill VA, Fisher T, Schmid AA, et al. Relationship between touch sensation of the affected hand and performance of valued activities in individuals with chronic stroke. *Top Stroke Rehabil*, 2014, 21(4): 339-346.

10. 邵芑, 贾杰. 单侧脑卒中患者上肢感觉功能障碍临床特征分析. 康复学报, 2022, 32(06): 527-532.
11. 何洁莹, 贾杰. 脑卒中后上肢和手感觉功能评定的研究进展. 中国康复医学杂志, 2021, 36(11): 1450-1455.
12. 何洁莹, 李冲, 林佳丽等. 不同年龄卒中亚急性期患者上肢感觉与运动功能的关系研究. 中国卒中杂志, 2021, 16(03): 259-264.
13. 邵芑. 脑卒中上肢感觉功能障碍及其与常用评定的相关性[D]. 福建中医药大学, 2023.
14. Wong JJ, DeSouza A, Hogg-Johnson S, et al. Measurement Properties and Minimal Important Change of the World Health Organization Disability Assessment Schedule 2.0 in Persons With Low Back Pain: A Systematic Review. Arch Phys Med Rehabil, 2023, 104(2): 287-301
15. Nee RJ, Jull GA, Vicenzino B, et al. The validity of upper-limb neurodynamic tests for detecting peripheral neuropathic pain. J Orthop Sports Phys Ther, 2012, 42(5): 413-424.
16. Haugen DF, Hjerstad MJ, Hagen N, et al. Assessment and classification of cancer breakthrough pain: a systematic literature review. Pain, 2010, 149(3): 476-482.
17. Backonja MM, Attal N, Baron R, et al. Value of quantitative sensory testing in neurological and pain disorders: NeuPSIG consensus. Pain, 2013, 154(9): 1807-1819.
18. Shafshak TS, Elnemr R. The Visual Analogue Scale Versus Numerical Rating Scale in Measuring Pain Severity and Predicting Disability in Low Back Pain. J Clin Rheumatol, 2021, 27(7): 282-285.
19. Wang Y, Shi Y, Huang Y, et al. Resveratrol mediates mechanical allodynia through modulating inflammatory response via the TREM2-autophagy axis in SNI rat model. J Neuroinflammation. 2020, 17(1): 311.
20. Zeng Y, Shi Y, Zhan H, et al. Reduction of Silent Information

- Regulator 1 Activates Interleukin-33/ST2 Signaling and Contributes to Neuropathic Pain Induced by Spared Nerve Injury in Rats. *Front Mol Neurosci*, 2020, 13: 17.
21. Zhan H, Wang Y, Yu S, et al. Upregulation of Mlxipl induced by cJun in the spinal dorsal horn after peripheral nerve injury counteracts mechanical allodynia by inhibiting neuroinflammation. *Aging (Albany NY)*, 2020, 12(11): 11004-11024.
 22. Shi Y, Zhang X, Fang Q, et al. LANCL1 as the Key Immune Marker in Neuropathic Pain. *Neural Plast.* 2022, 2022: 9762244.
 23. Fang Q, Li J, Wang Y, et al. AdipoRon Engages Microglia to Antinociception through the AdipoR1/AMPK Pathway in SNI Mice. *Mediators Inflamm*, 2023, 2023: 7661791.
 24. Zeng Y, Fang Q, Chen J, et al. Melatonin Improves Mitochondrial Dysfunction and Attenuates Neuropathic Pain by Regulating SIRT1 in Dorsal Root Ganglions. *Neuroscience*, 2023.
 25. Xiong RC, Fu X, Wu LZ, et al. Brain pathways of pain empathy activated by pained facial expressions: a meta-analysis of fMRI using the activation likelihood estimation method. *Neural Regen Res*, 2019, 14(1): 172-178.
 26. Ma J, Wang X, Qiu Q, et al. Changes in Empathy in Patients With Chronic Low Back Pain: A Structural-Functional Magnetic Resonance Imaging Study. *Front Hum Neurosci*, 2020, 14: 326.
 27. Shi Y, Huang S, Zhan H, et al. Personality Differences of Brain Networks in Placebo Analgesia and Nocebo Hyperalgesia: A Psychophysiological Interaction (PPI) Approach in fMRI. *Neural Plast*, 2020, 2020: 8820443.
 28. Wang K, Cai G, Huang S, et al. Performance of healthy persons under pain in different cognitive load tasks: An event-related potential study on experimental pain individuals. *Brain and behavior*, 2020,

- 10(8): e01713.
29. Shi Y, Cui S, Zeng Y, et al. Brain Network to Placebo and Nocebo Responses in Acute Experimental Lower Back Pain: A Multivariate Granger Causality Analysis of fMRI Data. *Front BehavNeurosci*, 2021, 15: 696577.
 30. Shi Y, Zhan H, Zeng Y, et al. Sex Differences in the Blood Oxygen Level-Dependent Signal to Placebo Analgesia and Nocebo Hyperalgesia in Experimental Pain: A Functional MRI Study. *Front BehavNeurosci*, 2021, 15: 657517.
 31. Wang K, Chen Y, Huang S, et al. Attention Bias to Pain Words Comes Early and Cognitive Load Matters: Evidence from an ERP Study on Experimental Pain. *Neural Plast*, 2021, 2021: 9940889.
 32. Zhang G, Ma J, Lu W, et al. Comorbid depressive symptoms can aggravate the functional changes of the pain matrix in patients with chronic back pain: A resting-state fMRI study. *Front Aging Neurosci*, 2022, 14: 935242.
 33. Huang X, Chen J, Wang X, et al. The excessive generalization of fear affected by perceptual bias in experimental pain individuals: Evidence from an event-related potential study. *Brain and behavior*, 2023, 13(7): e3050.
 34. Huang X, Yin J, Liu X, et al. The overgeneralization of pain-related fear in individuals with higher pain sensitivity: A behavioral and event-related potential study. *Brain Res*, 2023, 1818: 148473.
 35. Shi Y, Wu W. Multimodal non-invasive non-pharmacological therapies for chronic pain: mechanisms and progress. *BMC Med*, 2023, 21(1):372.
 36. Felger J C, Li Z, Haroon E, et al. Inflammation is associated with decreased functional connectivity within corticostriatalreward circuitry in depression. *Mol Psychiatry*, 2016, 21(10): 1358-65.
 37. Xiong CR, Xin F, Wu LZ, et al. Brain pathways of pain empathy

activated by pained facial expressions: a meta-analysis of fMRI using the activation likelihood estimation method. *Neural Regen Res*, 2019, 14(1): 172-178.

38. Fox M D. Mapping Symptoms to Brain Networks with the Human Connectome. *N Engl J Med*, 2018, 379(23): 2237-2245.

盆底功能障碍康复评定现状研究

浙江大学医学院附属邵逸夫医院

李建华

一、研究目的

通过对盆底功能障碍性疾病康复亚专业的国内外技术水平比较，发现优势、找准短板，以便对我国物理医学与康复学专业的盆底功能障碍性疾病康复技术的全球竞争力作出判断，及时掌握我国及世界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。

二、研究内容

一) 盆底功能障碍性疾病康复重大科学问题

盆底功能障碍性疾病 (pelvic floor dysfunction, PFD) 是一类涉及泌尿、妇产、肛肠、消化、疼痛、心理等多个临床学科的综合性疾病。近年来，针对盆底功能障碍性疾病的客观定量评估手段不断涌现，在超声影像方面有盆底功能彩超、耻骨直肠肌/肛门括约肌彩超+弹性成像检查，在电生理方面有盆底阴部神经传导检测、皮肤交感检测、球/阴蒂-肛门反射检测、感觉传导通路检测等手段，在肛肠动力学方面有 3D 肛门测压检测。

然而，不同的评估手段虽然多具备客观定量的数据指标，但从不同方面反应疾病功能状态的这些检查结果与疾病的严重程度之间的关系缺乏研究，且不同评估手段之间的一致性也缺乏更加深入的研究。

目前，需要解决的重大科学问题为：不同客观评估手段与盆底功能障碍性疾病严重程度之间的关系尚不明确。

二) 盆底功能障碍性疾病康复关键技术问题

盆底功能障碍性疾病康复关键技术问题为：如何将多种客观评估结果对盆底功能障碍性疾病的临床症状与严重程度进行精准表征？

如何精准评估盆底功能障碍性疾病患者的病情严重程度，一直是临床医生面临的重要问题。现有的评估方法大多基于主观症状评分和客观检查指标，缺乏对病情严重程度的精准表征。

目前关于盆底功能障碍性疾病康复的主要评估技术主要包括下面几类：

1. 量表、试验与运动学评估

尿失禁评估包括压力诱发试验、膀胱颈抬举试验、棉签试验、尿垫试验、排尿日记、国际尿失禁咨询委员会尿失禁问卷表、膀胱过度活动症状评分等。针对慢性便秘，PAC-SYM 等症状和生活质量问卷，是国内外广泛应用的症状评估量表。慢性盆腔痛多采用 VAS 疼痛量表、慢性前列腺炎症状指数、国际前列腺症状评分量表、扳机点检查等。此外，还包括焦虑抑郁评分、生活质量评分等。运动学评估包涵直肠指检、手法检查、感觉检查、肌力检查、骨盆与脊柱评估、盆底肌筋膜评估等方面。

2. 影像学评估

盆底影像学评估包括超声、X 线与磁共振检查技术等。动物研究发现盆底肌肉僵硬程度增加可采用超声弹性成像进行盆底肌检查。国内学者采用 DTI 技术对盆底肌纤维进行磁共振成像参数研究时发现当最小各向异性分数 (FA) 设为 0.18 时纤维示踪显示最佳。功能磁共振成像技术是近年来盆底疾患的脑功能检测技术发展趋势之一。脑功能评定技术可以对大脑功能区活动强度、功能区活动一致性、不同脑区协同性、功能脑区之间的联系等进行综合评估，可对该疾病有进一步的认识。2019 年南加州大学对于慢性盆腔痛患者的研究证实，采用经颅磁刺激对 SMA 区进行高频刺激，可诱发相应脑区产生兴奋，从而降低盆底张力，而低频刺激可产生抑制作用，增加盆底张力。大脑形态学和静息状态神经影像学研究发现皮质的 S1 区域对应于投射到骨盆的躯干/臀部区域，刺激健康女性的阴蒂和阴道区域时，同一区域会被激活，对未来进行运动皮质神经兴奋性调节改善盆底肌功能提供了思路。

3. 生理学评估

盆底神经电生理检查尤其是针极肌电图检查在盆底疾患的诊断与评估应用也是近年来的发展趋势。

盆底针极肌电图是对盆底肌和括约肌的肌电图检查。耻骨直肠肌肌电图临床

应用主要是判定出口梗阻型便秘患者耻骨直肠肌是否存在肌肉反常收缩,尿道外括约肌肌电图主要用于尿失禁及尿潴留患者肌肉是否存在神经源性损害,肛门外括约肌肌电图可帮助临床定位骶段神经根病变以及原发性帕金森病与帕金森叠加综合症的早期鉴别等。

阴部诱发电位指神经冲动从阴茎/阴蒂刺激点到大脑皮质的时间、形态特征、峰潜伏期时间、周围、和中枢传导时间的测定。临床主要用于评估阴茎和阴蒂传入感觉是否存在障碍。不同刺激位置(耻骨联合与阴茎、阴蒂)可以帮助临床病变部位的定位。男性患者通过阴茎头躯体感觉诱发电位和阴茎背神经躯体感觉诱发电位检测可以帮助鉴别早泄类型,为临床对症治疗提供依据。

交感皮肤反应是一种因刺激而产生的皮肤电效应,其传出路径包括节前和节后交感汗腺纤维,传出的自主神经纤维的紊乱及异常的外围效应器异常均可导致 SSR 异常。阴茎交感皮肤反应是交感皮肤反应的一种, PSSR 可以反应出阴茎/阴蒂/肛门区域特异性交感神经活动的变化。临床可用于原发性早泄、前列腺癌术后尿失禁外周段小纤维神经的病损定位、便秘患者的盆底交感神经系统的评估等,帮助临床评估盆底外周神经及交感神经的状态。

球海绵体反射是临床神经系统定位诊断、定性诊断的一个重要补充。BCR 的产生是通过刺激阴茎背神经/阴蒂神经,冲动经骶髓引起球海绵体肌收缩,反映骶髓反射弧的传入和传出通路。可以客观反映骶髓反射弧的功能,临床应用于评价阳痿的可能病因,也常用于诊断马尾综合症骶髓通路的评价,脊髓损害、腰椎间盘突出和突出、糖尿病等引起的亚临床型神经源性阳痿,也适用于急性创伤性病变,如尿道、骨盆、骶部损害。

4. 动力学评估

肛门直肠压力测定是一项主要用于评估肛门直肠括约肌和盆底肌功能及其协调性的检查,是最常用的肛直肠生理检测方法之一,广泛应用于便秘、大便失禁、肛门疼痛等盆底疾病的诊断与评估,是目前客观评估肛直肠感觉和运动功能的最佳选择。肛门直肠压力测定通过动态测量肛门直肠腔内压力变化,获取数值,客观的评估肛直肠的功能,明确直肠节律、收缩和松弛情况、肛门直肠的协调性,以及相关反射活动和直肠感觉。此外,球囊排出试验可对便秘类型及程度进行辅助判断。

三) 盆底功能障碍性疾病康复目前研究水平

1. 国内研究团队与高质量成果

廖利民教授团队长期致力于不同类型疾病所致下尿路功能障碍患者的神经影像学、泌尿动力学、经皮胫神经电刺激研究。他们在神经源性膀胱分类诊断方面进行了中国模式的探索,并取得了国际公认的研究成果。这些研究不仅丰富了医学领域对下尿路功能障碍的认识,也为临床治疗提供了重要的指导。

代表性文章如下:

1. Zhou Z, Wang X, Li X, Liao L. Is ChatGPT an Evidence-based Doctor?. *Eur Urol.* 2023;84(3):355-356. doi:10.1016/j.eururo.2023.03.037 (Q1 区)
2. Pang D, Liao L, Chen G, Wang Y. Sacral Neuromodulation Improves Abnormal Prefrontal Brain Activity in Patients with Overactive Bladder: A Possible Central Mechanism. *J Urol.* 2022;207(6):1256-1267. doi:10.1097/JU.0000000000002445 (Q1 区)
3. Zhang F, Liao L. Tissue engineered cystoplasty augmentation for treatment of neurogenic bladder using small intestinal submucosa: an exploratory study. *J Urol.* 2014;192(2):544-550. doi:10.1016/j.juro.2014.01.116 (Q1 区)

朱兰教授是我国著名的妇产科学专家,创立了中国女性盆底专业,注重以临床问题为导向的基础科学研究。完善了盆底解剖重建要点及功能恢复理论体系,牵头制定全部中国盆底临床指南和共识,部分被纳入国际指南;倡导并主持首个中国产后盆底筛查和康复计划,建立质控标准和中国特色的三级防治体系,牵头制定盆底康复规范团体标准,在盆底领域全方位提升中国诊疗及预防水平。

代表性文章如下:

1. Zhao Z, Zhang D, Yang F, et al. Evolutionarily conservative and non-conservative regulatory networks during primate interneuron development revealed by single-cell RNA and ATAC sequencing [published correction appears in *Cell Res.* 2023 Jul;33(7):569-573]. *Cell Res.* 2022;32(5):425-436. doi:10.1038/s41422-022-00635-9 (Q1

区)

2. Zhao Z, Zhang D, Yang F, et al. Author Correction: Evolutionarily conservative and non-conservative regulatory networks during primate interneuron development revealed by single-cell RNA and ATAC sequencing. *Cell Res.* 2023;33(7):569-573. doi:10.1038/s41422-022-00757-0 (Q1 区)
3. Sun Y, Grimbizis GF, Zhu L. Perspectives on diagnosis and surgical treatment of congenital cervical malformations. *Sci Bull (Beijing)*. 2022;67(19):1935-1938. doi:10.1016/j.scib.2022.09.005 (Q1 区)
4. Liu Z, Peng Y, Li J, et al. Prediction of new organ onset in recurrent immunoglobulin G4-related disease during 10 years of follow-up. *J Intern Med.* 2022;292(1):91-102. doi:10.1111/joim.13477 (Q1 区)
5. Qiu L, Morse A, Di W, et al. Management of gynecology patients during the coronavirus disease 2019 pandemic: Chinese expert consensus. *Am J Obstet Gynecol.* 2020;223(1):3-8. doi:10.1016/j.ajog.2020.05.024 (Q1 区)

方秀才教授长期从事便秘诊疗工作，负责修订“中国慢性便秘的诊治指南(2007)”，主要参与修订中国“肠易激综合征诊断和治疗的共识意见(2007)”、“中国消化不良的诊治指南(2007)”，是《罗马 III：功能性胃肠病》主译。在慢性便秘的分型分类、评估手段的研究方面存在较多研究成果。

代表性文章：

1. Sperber AD, Bangdiwala SI, Drossman DA, et al. Worldwide Prevalence and Burden of Functional Gastrointestinal Disorders, Results of Rome Foundation Global Study. *Gastroenterology.* 2021;160(1):99-114. e3. doi:10.1053/j.gastro.2020.04.014 (Q1 区)
2. Sperber AD, Freud T, Aziz I, et al. Greater Overlap of Rome IV Disorders of Gut-Brain Interactions Leads to Increased Disease Severity and Poorer Quality of Life. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2022;20(5):e945-e956. doi:10.1016/j.cgh.2021.05.042 (Q1 区)

3. Bai T, Xu Z, Xia P, et al. The Short-Term Efficacy of Bifidobacterium Quadruple Viable Tablet in Patients With Diarrhea-Predominant Irritable Bowel Syndrome: Potentially Mediated by Metabolism Rather Than Diversity Regulation. *Am J Gastroenterol*. 2023;118(7):1256-1267. doi:10.14309/ajg.0000000000002147 (Q1 区)

2. 省部级及以上获奖情况

1) 2019 年国家科技进步奖二等奖——“女性盆底功能障碍性疾病防治体系的建立和推广”

主要完成单位：中国医学科学院北京协和医院、清华大学、中国人民解放军总医院第四医学中心、复旦大学附属妇产科医院、上海市同济医院、浙江大学医学院附属妇产科医院、广州医科大学附属第一医院

主要完成人：朱兰、郎景和、徐改、鲁永鲜、华克勤、童晓文、金杭美、张晓薇、孙智晶、陈娟

四) 盆底功能障碍性疾病康复国际前沿/发展趋势

(1) 表面肌电技术的发展

针对盆底肌表面肌电图检测，大部分的研究仍然采取较为经典的 Glazer 评估方案并在此基础上进行指标分析和研究设计。盆底肌表面肌电检查在尿失禁、慢性便秘、慢性盆腔痛等评估中均有临床应用，也用于脊髓损伤、脑卒中、性功能障碍等盆底功能检测。

盆底肌肉在跑步、咳嗽、弹跳等不同活动影响下可出现不同程度和时序的激活，进行相应的肌肉激活检测可进一步阐明尿失禁发生的病理生理机制，有系统回顾研究观察发现尿失禁患者的盆底肌群的激活程度相对正常人下降，且激活时间相对于躯干肌群的激活时间延迟。一项针对卒中后女性尿失禁患者的随机单盲研究采用盆底表面肌电与阴道压力检测进行对比，提示盆底肌表面肌电指标与阴道压力测试指标存在较好的相关。一项膀胱过度活跃症患者进行骶神经电刺激时的感觉和运动反应性的队列研究，采用了肛门置入表面肌电的方式进行运动功能评估和电刺激强度的反馈调节，结果提示进行骶神经电刺激的时表面肌电探头记录到的运动波幅和患者的电刺激感觉存在明显的相关性。

Glazer 等通过对盆底肌表面肌电 Glazer 方案临床应用的总结并结合尿失禁

生物反馈训练的研究进展分析,认为目前研究普遍缺乏肌电的标准化和生物反馈治疗的标准化,但 Glazer 评估方案作为早期的循证医学模型在经验和实际操作中对于尿失禁等疾病的评估可以让人们更好的理解尿失禁的病理生理变化情况而有助于疾病的诊断和治疗选择。

代表性文献:

1. Gimenez MM, Fitz FF, de Azevedo Ferreira L, Bortolini MAT, Lordêlo PVS, Castro RA. Pelvic floor muscle function differs between supine and standing positions in women with stress urinary incontinence: an experimental crossover study. *J Physiother.* 2022;68(1):51-60. doi:10.1016/j.jphys.2021.12.011 (Q1 区)
2. Weidner AC, Barber MD, Visco AG, Bump RC, Sanders DB. Pelvic muscle electromyography of levator ani and external anal sphincter in nulliparous women and women with pelvic floor dysfunction. *Am J Obstet Gynecol.* 2000;183(6):1390-1401. doi:10.1067/mob.2000.111073 (Q1 区)
3. Worman RS, Stafford RE, Cowley D, Prudencio CB, Hodges PW. Evidence for increased tone or overactivity of pelvic floor muscles in pelvic health conditions: a systematic review. *Am J Obstet Gynecol.* 2023;228(6):657-674. e91. doi:10.1016/j.ajog.2022.10.027 (Q1 区)

(2) 针肌电诊断技术的发展

盆底针极肌电检查也是盆底神经电生理检查的重要组成部分,对于疾病的诊断、手术方式选择等存在指导性的意义。正常排尿周期中,膀胱充盈时尿道外括约肌呈现持续性肌电活动,排尿时肌电活动突然停止,排尿完毕肌电活动重新恢复。逼尿肌收缩时,括约肌肌电活动同步增强,称为逼尿肌-括约肌协同失调;膀胱在充盈过程中,括约肌肌电活动突然停止,患者出现不自主漏尿。此外,还可进行骶反射(球海绵体反射和肛门括约肌反射)、阴部神经体感诱发电位检测和阴部神经传导速度检测、盆底运动诱发电位检测进行盆底肌肉和神经功能评估。尿潴留常见逼尿肌的无力或尿道括约肌的过度紧张,尿潴留的肌电图检查主要为针极肌电图检查,明确尿道括约肌是否存在过度的活跃。一篇关于女性尿潴留和骶神经调节的系统回顾,建议尿潴留患者可进行尿道括约肌的针级肌电图检查。

关于肉毒素注射改善括约肌松弛障碍型的尿潴留治疗研究也同样采取了针级肌电图进行括约肌收缩功能的评估。

随着肌电图的深入研究和发 展,以阵列肌电图和阵列压力测试为代表的新技术不断在临床上进行应用和发 展,对于盆底肌肉进行整体的力-电检测有助于疾病部位的找寻和针对性的治疗,多通道阵列式表面肌电评估的应用越加广泛。有学者采用多通道阵列式表面肌电的阴道探头进行膀胱过度活跃患者的肌电评估和肌电引导下的生物反馈训练,这项随机单盲对照研究结果提示训练组患者在静息状态和最大随意收缩状态下采集的盆底肌表面肌电指标在不同方向、深度上均较对照组患者明显改善,且肌电指标的改善与膀胱过度活跃症状的缓解呈正相关。

代表性文献:

1. Dias N, Zhang C, Spitznagle T, Lai HH, Zhang Y. High-Density Surface Electromyography Assessment of Pelvic Floor Dysfunction in Women with Interstitial Cystitis/Bladder Pain Syndrome. *J Urol*. 2020;204(6):1275-1283. doi:10.1097/JU.0000000000001237 (Q1 区)
2. Asavasopon S, Rana M, Kirages DJ, et al. Cortical activation associated with muscle synergies of the human male pelvic floor. *J Neurosci*. 2014;34(41):13811-13818. doi:10.1523/JNEUROSCI.2073-14.2014 (Q1 区)
3. Tankisi H, Pugdahl K, Rasmussen MM, et al. Pelvic floor electrophysiology in spinal cord injury. *Clin Neurophysiol*. 2016;127(5):2319-2324. doi:10.1016/j.clinph.2015.12.022
4. Percy JP, Neill ME, Swash M, Parks AG. Electrophysiological study of motor nerve supply of pelvic floor. *Lancet*. 1981;1(8210):16-17. doi:10.1016/s0140-6736(81)90117-3 (Q1 区)

(3) 肛门测压技术的发展

肛门直肠压力测定是最常用的肛门直肠生理检测方法之一。临床广泛应用于便秘、大便失禁等盆底疾病的诊断与评估,是目前客观评估肛门直肠感觉和运动功能的最佳选择。肛门测压主要用于评估肛门直肠协调性(模拟排便操作)和直肠感觉(尤其直肠低敏感),排除巨直肠或巨结肠。也用于识别肛门括约肌功能损伤

(高压或低压)和直肠粘膜感觉异常(高敏或低敏)。

肛门直肠压力测定发展最主要包括两个方面,导管的更新和分析软件的完善。肛压导管从最初实验室简陋的单独一个压力感应器的导管到通过注水感应压力的水灌注式中空导管,再到目前临床广泛应用的固态高分辨率肛门测压导管,以及逐渐开始普及的3D高清晰测压导管。分析软件则从原始的线形图到地形图、再到现在可以让我们一目了然的3D立体图。3D高清晰导管为刚性导管,放射状排列压力感应器,其长度为64 mm,直径10.75 mm,电极表面横向和纵向各分布16个、共256个传感器通道,分析时可以显示每一个压力点的压力数值,可通过时空图显示立体3D的肛管压力。电极使用时,表面安装一个ManoShield™一次性保护套膜,套膜前端有一长3.3 cm的球囊,容量最大为400 ml,球囊内具有一个气路,通过直肠挤压球囊内部气体到球囊压力传感器转换成压力数值。

通过3D HD-ARM获知肛门括约肌的压力是不对称的,该技术可以部分替代肛管B超的功能,了解肛门括约肌的缺损。3D测压可以清晰的鉴别耻骨直肠肌和肛门括约肌的压力变化、精确的测量会阴下降。固态高分辨率肛门测压检测时可以通过计算HR-ARM收缩积分把肛管弱收缩识别的敏感性从传统测压设备的32%,提高到55%。从HD-ARM时空图计算完全增压容积可以优化在慢性便秘患者中预测BET的异常结果,在无症状患者中甄别肛门直肠功能障碍的患者。新的参数还包括肛直肠不对称指数、HR-ARM静息积分(HR-ARM-RI)和HR-ARM收缩轮廓,HR-ARM-SP可以更好的检测肛门括约肌的低收缩力和识别大便失禁的患者。

代表性文献:

1. Carrington EV, Knowles CH, Grossi U, Scott SM. High-resolution Anorectal Manometry Measures Are More Accurate Than Conventional Measures in Detecting Anal Hypocontractility in Women With Fecal Incontinence. *Clin Gastroenterol Hepatol.* 2019;17(3):477-485. e9. doi:10.1016/j.cgh.2018.06.037 (Q1区)
2. Grossi U, Carrington EV, Bharucha AE, Horrocks EJ, Scott SM, Knowles CH. Diagnostic accuracy study of anorectal manometry for diagnosis of dyssynergic defecation. *Gut.* 2016;65(3):447-455. doi:10.1136/gutjnl-2014-308835. (Q1区)

五) 盆底功能障碍性疾病康复专家在国际学术组织任职情况

浙江大学医学院附属第一医院泌尿外科主任谢立平 任国际泌尿外科学会 (SIU) 主席

武汉大学中南医院泌尿外科主任李兵 任美国 William Beaumont 医院泌尿外科 FELLOW、美国泌尿外科学会 (AUA) 国际委员

四川大学华西医院消化内科唐承薇教授 任亚太消化协会常务理事

空军军医大学西京医院消化病吴开春教授 任世界消化病组织常务理事

中国工程院樊代明院士 任亚太消化病学会会长

首都医科大学附属北京友谊医院张澍田教授 任世界华人消化医师协会会长

上海仁济医院消化内科冉志华教授 任金砖国家炎症性肠病联盟主席

北京协和医院妇产科朱兰教授 任国际妇产科联盟 (FIGO) 妇科泌尿委员会委员、国际妇科泌尿组织 (IUGA) 学术标准化委员会委员

上海长海医院肛肠外科傅传刚教授 任美国外科学院荣誉院士

六) 亚专业主要病种康复研究的重大科学基础设施

盆底康复相关的科学基础设施如评估设备包括尿动力学检查设备、肛压测定 (2D 或 3D) 设备、盆底肌超声检查与引导设备、盆腔脏器 (排便造影) 核磁检查设备、盆底肌 (表面或针极) 电诊断设备、膀胱容量检查设备、骨盆 (脊柱) X 光摄片设备、经颅磁刺激设备等。

七) 亚专业专家在国际合作交流情况简介

2023 年 11 月 2 日至 3 日, “一带一路” 卫生健康交流合作项目—中国-伊朗盆底超声交流会在南京市第一医院成功举办。交流期间伊朗代表团参观了南京市第一医院女性盆底功能障碍性疾病多学科诊疗模式 (MDT), 包括门诊接诊、超声检查、泌尿及肛直肠专科会诊、盆腔疼痛管理等。

2014 年法国欧亚迪斯国际交流中心, 作为中国整形美容协会欧洲办事处, 与法国整形康复协会、法国物理康复分会、法国 VIVALTIS 公司、法国 LPG 进行国际合作, 在中国开展 “玫瑰人生-La Vie en Rose” 计划。推进女性盆腹动力与形体康复, 皮肤、结缔组织和循环改善的理念、技术和相关先进服务。合作医院包括: 尼姆 Caremeau 中心医院, 法国国际骨盆康复学校, 斯特拉斯堡 CMC0

医院, 里尔 Saint PHILIBERT 医院, 比利时 Saint Pierre 妇女盆底功能综合诊治中心等欧洲多家医院。

GMAA, 国际孕产健康学术联盟(The Global Maternity Academic Association) 是一家位于德国的非营利性学术组织。2018 年成立, GMAA 作为专业学术平台, 旨在通过教育、学术交流、医疗孕产知识宣传、跨学科研究以及社会责任, 促进全球卓越的孕产妇护理, 特别是泌尿妇科和盆底健康。2020 年, GMAA 授权南京麦澜德医疗技术研究院为亚太区独家学术合作机构, 承接和负责 GMAA 在亚太区的学术推广, 举办和开展孕产医疗相关学术会议。

2019 年 4 月 12 日至 14 日, 由首都医科大学附属北京妇产医院妇科主办的第九届妇科热点问题新进展学术研讨会在北京亮马河饭店顺利召开。开幕式上举行了北京妇产医院与法国尼姆大学合作项目“中法整体康复技术合作中心”成立仪式及聘请法国尼姆大学整体康复专家 Pierre MARES 教授作为北京妇产医院客座教授, 旨在通过引入科学的女性整体康复理念, 推动相关专业与国际先进理论及技术快速接轨。科技部国际合作司雷风云司长、北京妇幼保健及北京优生优育协会陈靖宇会长, 北京妇产医院院长严松彪、副院长阴赅宏、郝伟, 北京大学人民医院副院长王建六教授等参加会议。

由中国整形美容协会女性生殖整复分会主办, 北京大学妇产科学系承办的 2021 年第十七届北京大学女性盆底重建与生殖整复研讨会于 2021 年 10 月 30 日至 31 日在北京以线上的形式与大家见面。作为我国大陆地区盆底及生殖整复专家一年一度的学术盛会与交流平台, 会议邀请国内多位著名的妇科泌尿及生殖整复专家进行专题讲座及讨论, 同时荣幸地邀请到多位有国际影响力的妇科泌尿、运动康复及生殖整复领域等知名教授云端相聚, 共话盆底健康。涵盖了妊娠分娩与物理康复分论坛、生殖整形之私密手术分论坛、基础&临床研究论坛等。

中南大学湘雅医院成立妇科盆底功能障碍性疾病国际会诊中心, 组织国际 MDT 会诊, 湘雅医院妇科在已经建立了一支高水平的妇科盆底泌尿团队, 团队包括特聘教授 Kurt Lobodasch 等。目前已经开展了多种盆底重建、尿失禁尿控、生殖道瘘修补等疾病的诊治, 形成了规范化的诊疗模式。此次以成立国际会诊中心为契机, 与新加坡国立医院合作, 打造了国际盆底功能障碍性疾病 MDT 团队。

2022 年 11 月 11 日，深圳首家中法盆底功能障碍诊治中心在深圳市龙华区人民医院成立。该中心由深圳市龙华区人民医院与法国 EIRPP 国际骨盆康复学校、法国 VIVALTIS 物理医疗研究中心、法国欧亚迪斯国际交流中心合作共建，旨在更好地保障女性健康，着力提升女性生活品质，为女性提供多元全生命周期的健康服务。

八) 亚专业主要病种康复的国际比较

针对于尿失禁病种，欧洲泌尿外科学会、美国泌尿外科学会、国际尿控学会、美国妇产科学会等都相继出台了尿失禁诊疗指南。国外尿失禁相关指南共有 6 个，其中针对女性尿失禁的指南有 2 个。各指南中提及最常见的行为和物理治疗包括膀胱训练、盆底肌功能训练，但无论哪种行为训练都有其适应证和禁忌证，且不同类型的尿失禁训练内容也有差异。国内指南虽不推荐生物反馈和电刺激作为常规治疗，但是肯定其联合 PFMT 的效果。国内外研究结果均显示，慢性便秘的总体治疗效果不尽满意。这可能与慢性便秘的发病原因复杂、评估手段主管、治疗手段欠缺相关，也可能与心理-社会因素存在相关。3D 肛肠测压和盆底神经电生理技术是国际前沿的诊断方法，也是我国开始逐步引进的手段。通过改变生活方式、生物反馈、电刺激等物理治疗方式也被国内外多个指南推荐。慢性盆腔疼痛病因复杂，可能来源于多个系统且通常伴有心理行为因素，主要是针对病因的治疗，临床上对此类疼痛的处理非常棘手，常采用多学科综合管理的模式策略。

我国盆底功能障碍性疾病康复的优势如下：

1) 我国存在较大的患者人群基数，对于发病率较高的尿失禁、慢性便秘及慢性盆腔痛等盆底功能障碍性疾病，在手术治疗水平、预防体系构建上已取得一定的成果，具备完成多中心、临床大数据研究的基础。

2) 近年来，康复医学领域的盆底功能障碍性疾病康复理念和手段取得了较为良好的发展趋势，康复医学开始逐步介入盆底功能障碍性疾病的诊治，并逐步构建了多学科合作的模式，将预防-诊治-康复的体系构建更加完善。

3) 康复医学相关的临床评估技术与治疗技术的应用，有效的促进了盆底功能障碍性疾病的治疗，也促进了产-学-研的进程，如盆底肌矩阵式肌电图的研发等新产品、新技术应用有望促进疾病诊治的进程，科研成果有望跻身世界领先水平。

我国盆底功能障碍性疾病康复的短板如下：

1) 缺乏设计良好的高质量的研究成果，缺乏引领全球盆底功能障碍性疾病诊治与康复指南制定的能力；

2) 对于中医药技术如推拿、针刺、中药、灸法等特色治疗手段的临床循证依据以及高质量的随机双盲对照研究仍然较为缺乏，限制了技术的全球竞争力和发展前景；

3) 对于多学科合作的理念仍然有待于推广，需要加快各个盆底功能障碍性疾病的诊治科室与康复科室的合作，互相取长补短，携首并进。

十) 亚专业拟采取的举措

1. 对亚专业的短板/问题拟采取的举措

加强盆底功能障碍性疾病康复治疗技术的培训与教育。开展多学科的合作与交流，加强盆底功能障碍性疾病康复治疗技术与其它学科的交叉融合。推广盆底功能障碍性疾病的预防与控制理念。加强对公众的宣传和教育，提高人们对盆底功能障碍性疾病的认识和预防意识。探索盆底功能障碍性疾病康复治疗技术的创新与研发，开展盆底功能障碍性疾病康复治疗技术的研发和应用，推动行业的可持续发展。建立完善的盆底功能障碍性疾病康复治疗数据库，制定规范化的康复治疗方​​案提供数据支持。加强与国际交流与合作。强化盆底功能障碍性疾病患者及家属的健康教育。

2. 对亚专业的优势/机遇拟采取的举措

利用学会优势，指导盆底功能障碍性疾病康复的技术规范化、科研规范化、行政规范化。充分利用学会的组织和领导优势，可以从学会层面，推动建立多学科人才为基础的盆底学组，或构建相应的盆底诊治联盟，促进多学科的诊治合作，加强多学科的多中心的规范化的高质量科研项目开展。构建一批盆底功能障碍性疾病康复示范基地与培训基地，培养更多的盆底功能障碍性疾病康复人才。在技术规范方面，可以制定相应的技术指南和规范，促进盆底功能障碍性疾病康复技术的规范化发展。在科研规范化方面，可以组织专家制定科研方案，规范研究方法，提高研究质量。在行政规范化方面，可以加强与相关政府部门的沟通协调，推动盆底功能障碍性疾病康复领域的政策制定和实施。同时，加强学会自身的组织建设和管理，提高学会的服务能力和影响力。通过以上举措的实施，可以促进

盆底功能障碍性疾病康复领域的快速发展,提高患者的康复质量和满意度。同时,可以为相关学会的发展提供有力支持,推动盆底功能障碍性疾病诊治与康复的进步和发展。

参考文献:

1. Abrams P, Cardozo L, Fall M, Griffiths D, Rosier P, Ulmsten U, Van Kerrebroeck P, Victor A, Wein A; Standardisation Sub-Committee of the International Continence Society. The standardisation of terminology in lower urinary tract function: report from the standardisation sub-committee of the International Continence Society. *Urology*. 2003 Jan;61(1):37-49. doi: 10.1016/s0090-4295(02)02243-4. PMID: 12559262.
2. Minassian VA, Yan X, Lichtenfeld MJ, Sun H, Stewart WF. The iceberg of health care utilization in women with urinary incontinence. *Int Urogynecol J*. 2012 Aug;23(8):1087-93. doi: 10.1007/s00192-012-1743-x. Epub 2012 Apr 12. PMID: 22527544; PMCID: PMC3905313.
3. Lukacz ES, Santiago-Lastra Y, Albo ME, Brubaker L. Urinary Incontinence in Women: A Review. *JAMA*. 2017 Oct 24;318(16):1592-1604. doi: 10.1001/jama.2017.12137. PMID: 29067433.
4. Jarbøl DE, Haastrup PF, Rasmussen S, Søndergaard J, Balasubramaniam K. Women's barriers for contacting their general practitioner when bothered by urinary incontinence: a population-based cross-sectional study. *BMC Urol*. 2021 Jul 12;21(1):99. doi: 10.1186/s12894-021-00864-x. PMID: 34247613; PMCID: PMC8273936.
5. Harris SS, Link CL, Tennstedt SL, Kusek JW, McKinlay JB. Care seeking and treatment for urinary incontinence in a diverse population. *J Urol*. 2007 Feb;177(2):680-4. doi: 10.1016/j.juro.2006.09.045. PMID: 17222656.
6. 方秀才, 刘宝华. 慢性便秘[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2015.
7. Peppas G, Alexiou VG, Mourtzoukou E, Falagas ME. Epidemiology of constipation in Europe and Oceania: a systematic review. *BMC Gastroenterol*. 2008 Feb 12;8:5. doi: 10.1186/1471-230X-8-5. PMID:

- 18269746; PMID: PMC2258300.
8. 中华医学会消化病学分会胃肠动力学组, 功能性胃肠病协作组. 中国慢性便秘专家共识意见(2019, 广州)[J]. 中华消化杂志, 2019, 39(9):577-598. DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1432.2019.09.001.
 9. Sbahi H , Cash B D .Chronic Constipation: a Review of Current Literature[J].Current Gastroenterology Reports, 2015, 17(12):47. DOI:10.1007/s11894-015-0471-z.
 10. Johanson JF, Kralstein J. Chronic constipation: a survey of the patient perspective. Aliment Pharmacol Ther. 2007 Mar 1;25(5):599-608. doi: 10.1111/j.1365-2036.2006.03238.x. PMID: 17305761.
 11. 廖秀军, 茅伟明, 武文静, 等. 慢性便秘患者多学科团队评估的临床意义[J]. 中华消化外科杂志, 2015, 14(6):4. DOI:10.3760/cma.j.issn.1673-9752.2015.06.012.
 12. Athanasakos E, Dalton S, McDowell S, Shea T, Blakeley K, Rawat D, Cleeve S. Scientific solution to a complex problem: physiology and multidisciplinary team improve understanding and outcome in chronic constipation and faecal incontinence. Pediatr Surg Int. 2020 Mar;36(3):295-303. doi: 10.1007/s00383-019-04605-y. Epub 2019 Dec 16. PMID: 31844977.
 13. 雷都. 功能磁共振成像在儿童遗尿症与儿童多动症中的应用[D]. 华东师范大学, 2011.
 14. Cash RF, Isayama R, Gunraj CA, et al. The influence of sensory afferent input on local motor cortical excitatory circuitry in humans[J]. J Physiol. 2015, 593(7): 1667-1684.
 15. Zheng Y, Mao YR, Yuan TF, et al. Multimodal treatment for spinal cord injury: A sword of neuroregeneration upon neuromodulation[J]. Neural Regen Res. 2020, 15(8): 1437-1450.
 16. Yao J, Zhang Q, Liao X, et al. A corticopontine circuit for initiation

- of urination [J]. Nat. Neurosci. 2018, 21(11):1541-1550.
17. Yani MS, Fenske SJ, Rodriguez LV, et al. Motor cortical neuromodulation of pelvic floor muscle tone: Potential implications for the treatment of urologic conditions [J]. NeuroUrol. Urodyn. 2019, 38(6):1517-1523.

意识功能障碍康复评定现状研究

空军军医大学西京医院

袁华

一、研究目的

通过对意识障碍评定技术的国内外技术水平比较，发现优势、找准短板，以便对我国物理医学与康复学专业的意识障碍评定技术的全球竞争力作出判断，及时掌握我国及世界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。

二、研究内容

一）意识障碍评定的重大科学问题是什么（限列三项）？

据不完全统计，中国植物状态患者数量超过 100 万人，每年以 7-10 万人的速度增加，且持续植物状态患者的年发病率为 25/10 万，为患者家庭和社会都带来巨大的经济和人力负担。

1966 年《木僵状态与昏迷的诊断》出版，标志着慢性意识障碍作为一门临床医学学科的确立，但是意识障碍的致伤机制复杂多样，对昏迷及意识障碍的了解并不清楚，因此该领域的进展缓慢。近年来在脑功能成像领域的技术进步，为意识障碍领域带来新的突破机会。

意识领域三大核心科学问题：第一，意识产生的机制？目前缺乏对意识因果效应的检验；第二，如何对意识进行个体化精准检测或评估？第三，怎样进行意识唤醒？无论是药物还是神经调控治疗，个别有效案例无法成功推广至群体水平。

因此在意识障碍评定领域的重大科学问题第一是如何对意识进行个体化精准评估，以区分不同的意识障碍水平。第二依靠意识障碍的评估结果如何预测意识障碍的预后转归？

二）意识障碍评定的关键技术问题是什么（限列三项）？

意识障碍的评估的关键技术问题：如何确定意识的特异性生物学标记？

目前关于意识障碍评估的技术主要包括下面三大类：

1. **行为学量表评估**临床上，最常使用的意识障碍评估方法是行为学量表评估，其核心是通过评估患者对刺激的行为学反应来评估患者的意识水平，具有实用、方便床边评估、成本低等优势。常用的量表包括改良后昏迷恢复量表（the coma recovery scale-revised, CRS-R）、全面无反应量表（full outline of unresponsiveness, FOUR）、格拉斯哥昏迷量表（Glasgow coma scale, GCS）、WHIM 量表、SMART 量表等等，其中 **CRS-R 量表是目前使用最广泛的意识障碍行为学评估量表**，可用于区分意识障碍患者细微的行为学差别，区分无反应觉醒综合征（unresponsive wakefulness syndrome, UWS）与最小意识状态（minimally conscious state, MCS），监测意识恢复情况。但是这些量表对意识测量的准确性仍需提高，即使使用最优的 CRS-R 量表，其误诊率仍高达 32%。

昏迷恢复量表修改版（CRS-R）是目前意识障碍评估的标准临床量表，能够客观评定意识障碍患者意识状态，尤其是鉴别 UWS 与 MCS。

GCS 量表常用于急性脑损伤患者的意识评估；

CRS-R 量表的前身是 1991 年发表的昏迷恢复量表（Coma Recovery Scale, CRS），2004 年由美国 JFK 医学中心修订而成，专门用于评估意识障碍患者的意识水平和功能能力。该量表包含 23 个项目，分为 6 个子量表，评分范围为 0-23 分。CRS-R 是评估意识障碍个体的可靠有效工具，已被证明可用于预测意识障碍的预后。

WHIM 量表是一种专门用于评估创伤性脑损伤患者的认知和功能能力的工具。该量表包含四个分量表，共 28 个评分项目，评分范围为 0-112 分。WHIM 是评估创伤性脑损伤患者长期预后的有用工具，可协助制定个性化治疗计划。

因为长期意识障碍患者行为反应的不一致和可变性的特征，依靠一次检查可能会导致更大的误诊风险。与单一评估相比，随着时间的推移，多个行为评估可以提高诊断的可靠性和准确性。另外长期意识障碍患者觉醒水平不稳定，并常存在全身性的医疗问题，可能会表现出行为反应的不一致或降低，因此在低觉醒期，意识水平无法准确评估。推荐在治疗全身性并发症和提高觉醒度的前提下评估。

行为学量表评估的局限性是非常明显的，这是因为行为学量表评估是主观性

评价，而行为仅仅是意识的证据而不是意识本身；量表评估是基于患者对各种刺激的反应，需要检查者训练有素，再加上意识障碍患者往往可能同时有神经系统的各种可能损伤，如感觉功能、运动功能受损、失语症等，因此这些意识障碍患者可能残存着意识却不能通过行为表现出来，此时量表无法检测出患者潜藏的意识。

这些因素决定了不能单纯基于临床行为学量表进行评估，需要采用更客观的技术手段来直接测量脑活动，以探测患者的意识残留。近年来神经影像学技术、神经电生理技术在意识障碍的识别中取得一定进展。神经电生理评估技术包括事件相关电位、诱发电位、脑电图、TMS-EEG 等。

2. 神经影像学评估神经影像学技术可以用于测量意识障碍患者大脑的激活状态及代谢水平、测量大脑不同区域连接状态，间接反映大脑的意识水平。常用的神经影像学技术包括 PET-CT、功能磁共振（functional magnetic resonance imagery, fMRI）、近红外脑功能成像等。

1) 正电子发射断层扫描（positron emission tomography, PET）

PET 是利用正电子发射体标记的葡萄糖、氨基酸以及血流显像剂等为示踪剂，以解剖图像的方式，从分子水平显示机体组织的代谢、功能、血流等；应用于神经影像，就是通过测量大脑中放射性标记示踪剂的分布和浓度，来评估脑代谢、血流和神经递质活性，可以用于意识障碍患者不同脑区活动水平和残存意识检测、帮助预测预后。《欧洲昏迷和意识障碍诊断指南》更推荐 PET 来评估意识障碍水平。

在意识障碍的评估中，PET 可以提供不同大脑区域的完整性和功能活动，有助于区分 UWS 和 MCS。比如 UWS 患者大脑呈现普遍的低代谢，尤其是额顶叶网络和默认网络，而 MCS 患者表现出更集中的大脑活动模式，一些区域显示新陈代谢正常，而另一些区域则显示活动减少。

第二，除了代谢水平用于评估意识水平，还可以通过评估不同大脑区域之间的功能连接，来反映神经网络的交流和整合水平，也间接反映意识水平。功能连通性是指不同大脑区域活动之间的时间相关性，反映了神经网络的交流和整合。比如 PET 显示 UWS 患者的丘脑与其他大脑区域之间的功能连接显著降低，而 MCS 患者大脑的功能连接，尤其是丘脑和额顶叶网络之间的连接保留更多。

第三，PET 也用于研究大脑对不同感觉刺激，如听觉、视觉或伤害性刺激的不同反应来评估意识水平。

关于 PET 用于意识障碍的评估，大脑代谢减退的程度和位置与意识障碍程度直接有一定的关联：代谢减退更广泛和更严重的患者预后更差，意识恢复的可能性更小。

2) 功能性磁共振 (Functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)

功能性磁共振成像 (fMRI) 是通过检测大脑血流变化，反映大脑血氧水平的变化来量化大脑功能。当神经元变得活跃，会消耗氧气，导致流向该区域的血液增加，通过测量这些变化，fMRI 可以显示大脑不同层次的活动情况，来判断意识水平，其呈现方式包括功能激活图谱和连接图谱。

关于 fMRI 在意识障碍的评估中，第一种范式是通过静息态测量特定脑区之间的功能连接程度，来评估其意识恢复的可能性，其优点是不需要患者主动参与执行任务，临床更易操作。研究显示默认网络 (default mode network, DMN) 的功能连接的强弱与个体意识水平相关，意识水平越低，其 DMN 连接越低；扣带回和楔前叶之间的功能连接强度可能用于预测患者意识恢复的可能性等等。

另一种研究范式是通过任务态，即要求患者在扫描时执行一个特定任务，比如给予聆听任务、要求想象执行特定任务，用 fMRI 来检测大脑对刺激的反应。如果能检测到相关脑区的激活，认为患者可以注意并完成一些特定任务，证明其存在一定程度的意识。

功能磁共振提供高分辨率的结构成像和功能成像，但对运动伪影非常敏感，从而影响意识障碍患者诊断结果。PET 对意识障碍患者诊断敏感性较高，但需注射微量放射药物，检查次数受限制。fMRI 和 PET 对仪器设备要求高，价格昂贵、对运动噪声敏感，场所固定，不适合床边评估，致使无法在临床常规使用。fMRI 的高磁场限制了颅内金属修补、体内金属植入患者的使用，且时间分辨率低、无法长时间连续扫描，适用性受到一定限制。

该技术未来发展方向是一方面完善和深化该技术的应用，另一方面是与其他的神经成像模式，比如与脑电图结合。

3) 弥散张量成像 (Diffusion Tensor Imaging/Tractography, DTI/DTT)

这是磁共振成像技术中的一种，主要是测量大脑内水分子的扩散，评估其扩

散的方向性和强度，反映白质束的微观结构完整性，通过分数各向异性反映纤维的连贯性；平均扩散率反映白质整体完整性；径向扩散率反映髓鞘和轴突膜的功能。这是目前唯一在活体状态下无创检测脑内白质完整性的技术，而且不受药物或者睡眠的影响，减少数据采集时运动对数据质量的影响。

DTI 技术提供大脑白质完整性的信息，在 UWS 与 MCS 患者相比，前者有更显著的白质异常。因此 DTI 特别适合评估弥漫性轴索损伤患者相关意识障碍。目前 DTI 应用于意识水平评估及预后判断的研究非常有限，预计 DTI 与其他神经影像学技术结合，可全面了解患者脑功能的改变与意识水平之间的关系；另外新一代 7T-MRI 的应用，提供了更高的时间分辨率，可能推动高分辨率连接测量和图论网络拓扑研究的发展，可能带来更新的认识。

4)近红外脑功能成像(functional near - infrared spectroscopy, fNIRS)

fNIRS 是一种光学的、非侵入性的、便携且对运动伪影相对不敏感的神经成像技术。它的原理是利用近红外光穿透性好，能直接穿透头骨，以及人体组织中的氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白在近红外波段具有不同的吸收光谱特性，通过检测神经元激活后脑组织中氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白的浓度变化，基于神经血管耦合机制，可间接反映皮层的功能状态。

与 fMRI 技术相比，fNIRS 可以提供更高的时间分辨率，同时其对运动伪影具有良好的容忍性；fNIRS 设备体积小，更舒适，可以进行连续监测，而且光学组件不会干扰电磁场，在植入治疗装置（如人工耳蜗）的个体上使用时不会对其造成任何伤害。因此 fNIRS 非常适合用于多模态成像（如 NIRS-fMRI, NIRS-EEG），以收集与神经血管耦合相关的更完整信息。

目前主要运用主动范式，检测大脑相应皮层的激活情况，研究最多的主动范式包括运动想象及心算任务，可用于评估部分意识障碍患者的残余意识。

近年来神经影像学应用于意识障碍的评估的研究也正在取得进展：1) 范式从简单转向复杂；2) 方法从感兴趣区域转向全脑；3) 技术从新兴转向高端；4) 数据分析从描述转向定量；5) 模型开发从单维度转向多维度。其中，正电子发射计算机断层显像（PET）在诊断大脑代谢异常中的应用是意识障碍神经影像学评估进步的基石。

3、神经电生理评估

1) 脑电图 (Electroencephalogram, EEG)

脑电图是利用无创的、头皮电极检测电极部位的脑电活动,来评估意识水平。脑电图的优势在于时间分辨率高,成本较低,缺点是时间分辨率有限,且信号受肌肉、眼球运动等因素的影响。

脑电图的评估包括自发脑电和刺激后脑电的变化,常用于区分 UWS、MCS 和闭锁综合征。通过 EEG 的分析,尤其是高密度脑电的出现,基于脑电图可能预测意识障碍的预后。另外就是脑电图检测可以用于神经反馈和脑机接口。

标准脑电分析通过观察波幅、节律及对外界条件刺激(疼痛、声、光等)的反应性来评估意识状态。各种脑电模式的发生如睡眠纺锤波、慢波活动和脑电节律的变化与患者的意识水平相关。Synek 分级标准与 Young 分级标准对于早期意识障碍患者的脑功能水平的划分和预后判断有一定帮助。

其发展的最大障碍是脑电图数据的分析需要专业知识,技术门槛高;另外意识障碍患者本身脑电信号较弱,又受到患者的觉醒水平、评估中使用的特定任务范式等的影响,加剧了脑电分析的难度。

脑电图的里程碑作用是将意识障碍的评估带到床边,近年来,EEG 在意识障碍评估中的进展包括:1)从波形识别到定量分析;2)从单一特征属性到全面分析不同脑区连接性和网络;3)从个体范式的相关性到层次范式的分成;4)从传统的单层图论分析方法到多重、多层网络分析方法。

2) 诱发电位 (Evoked Potential, EP):

包括体感诱发电位(SEP),SEP不受意识、药物、睡眠的影响,比较客观。一般采用 N20,其存在与否以及潜伏期;如果 N20 存在一般预后交互,N20 缺失则提示预后不良;N20 潜伏时也用来预测意识恢复的几率。

早期成分如视觉诱发电位(visual evoked potential, VEP)、听觉诱发电位(auditory evoked potentials, ABR)和躯体感觉诱发电位(somatosensory evoked potential, SEP)有助于评定意识相关传导通路的完整性,但对高级认知活动的评价意义有限。N100 是反映患者脱离 UWS 的敏感指标。

3) 事件相关电位 (Event-Related Potential, ERP)

这是脑电分析技术中的一类特定技术。这是使用脑电图记录给予特定事件或刺激引起的大脑电活动的变化,代表了大脑对特定事件或磁刺激(认知、感觉、

运动事件) 的反应。

ERP 的优点和缺点同脑电图。

目前比较好的应用是特定的 ERP 成分, 如 P300、N400 和失匹配负波 (MMN) 是否存在对意识水平的评估有价值。一般认为有上述成分的存在, 患者有残存意识。有研究中开发了 ERP 数据的分析算法, 较好地区分不同意识障碍水平。P300 能反映意识障碍患者的意识状况; N400 主要反映与语言加工有关的过程; 失匹配负波 (mismatch negativity, MMN) 反映了听觉刺激被大脑加工的过程, 对于辅助诊断具有量化提示作用。

ERP 技术主要障碍包括: 首先同脑电图一样的可变性, 低空间分辨率, 另一个重要障碍是标准化协议和数据分析技术的难度

4) 经颅磁刺激联合脑电图 (TMS-EEG)

TMS-EEG 是给予 TMS 刺激, 用 EEG 技术记录大脑的活动性和反应性, 比如 TMS 刺激后大脑皮层神经兴奋性的变化, 时空效应、刺激响应在关联脑区之间的传递过程。TMS-EEG 不受主观意识的影响, 能客观地评估大脑对刺激的反应。

当 TMS 作用于不同脑区, 诱发一个大概持续 300 毫秒甚至更长时间的, 由潜伏期不同、既有波峰又有波谷的电位变化组成; 也可以引起脑电节律性振荡; TMS-EEG 还可以进行脑区间连通性的研究。

不同意识水平患者可能 TMS-EEG 的刺激响应特征不同, 根据其响应特征有可能用于区分不同意识障碍。可以通过复杂扰动指数 (perturbational complexity index, PCI) 来反映不同意识水平下脑活动对 TMS 刺激的反应, 一定程度区分不同意识水平。MCS 的 $PCI > 0.3$, UWS 的 $PCI < 0.3$ 。

4、多模态神经成像技术如前面分析, 现有的神经功能影像学技术与神经电生理技术各有优势和缺点, 单靠一种技术, 可能获得一些有益的指标, 但很难获得全面的评估, 尤其意识障碍患者的意识水平低下, 评估其意识水平, 预测其恢复潜力等等, 更需要联合应用多种神经功能评估技术。

表 1 多种神经成像技术的优点及缺点

| 神经影像学 | 空间分辨率 | 时间分辨率 | 花费 | 方便性 | 缺点 |
|-------|-------|-------|-----|-----|----|
| EEG | 低 | 高 | 可接受 | 高 | 无创 |
| fMRI | 高 | 低 | 高 | 低 | 无创 |

| | | | | | |
|-------|----|----|---|---|----|
| PET | 中等 | 低 | 高 | 低 | 放射 |
| fNIRS | 中等 | 中等 | 低 | 高 | 无创 |

近年来,国内外开展了多模态神经成像技术的探索研究,有两种技术的联合,如单光子发射计算机断层扫描计算机断层扫描 (SPECT-CT)、正电子发射断层扫描计算机断层扫描 (PET-CT)、PET-磁共振成像 (PET-MRI)、脑电图功能磁共振成像 EEG-fMRI)、脑磁图-fMRI (MEG-fMRI)、EEG-近红外光谱 (EEG-NIRS),等等。如果是两种神经影像学技术的联合,比如 PET-CT, PET-MRI, 由于成像原理,一般采用序贯成像模式; 如果神经影像学与神经电生理技术如脑电图联合应用,一般采用同时采样的模式,实现功能和结构的同时测评。两种技术的联合应用在临床上开始对神经肿瘤、癫痫的诊断、定位, 以及精神、认知和行为学的研究。

近年还出现了三种技术的联合, 如磁共振-PET-EEG (MR-PET-EEG) 和 MR-PET-CT 的联合应用, 或者又叫“融合成像技术”, 或“杂交成像技术”。

两种或多种技术的联合, 可以克服个别模式的局限性, 从而可能实现在短时间内更准确的评估, 并减少可能的损害。多模态成像系统还可以采用一种定制的方法来观察一个特定的问题, 从而更准确地方式来进行评估。如图所示, 多模态的成像技术应用展示出巨大的评估潜力, 如 MR-PET 的联合,

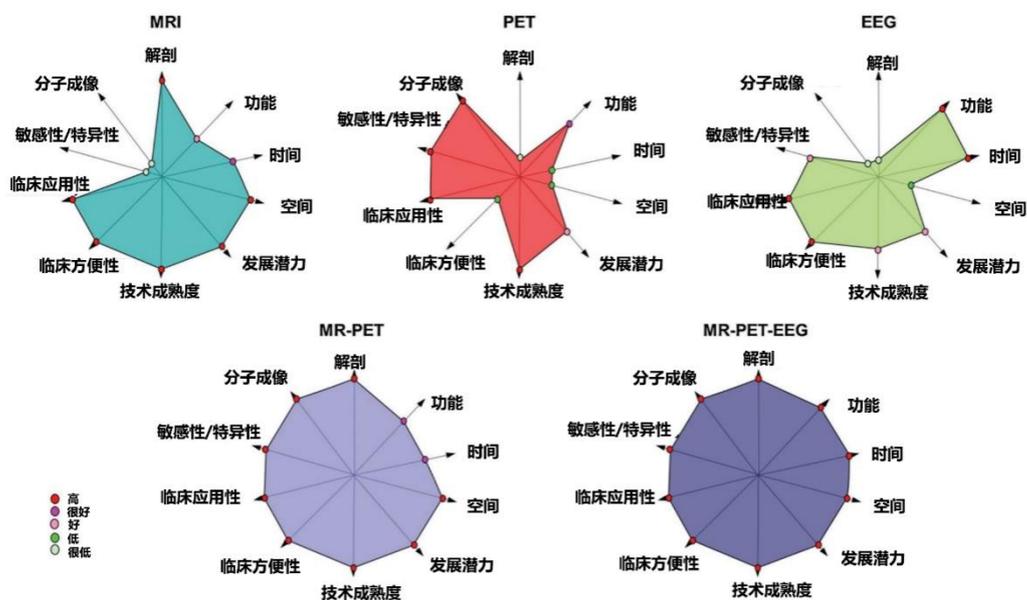


图 1 神经成像技术的多维参数比较示意图

MR-PET-EEG 的融合应用，目前在一些动物研究，并在癫痫的诊断和评估中开展一些探索性研究，但是对于意识障碍患者，其血流、代谢以及电生理活动都明显低下，三种技术的联合应用的成功经验尚未见报道。要实现临床应用，需要在新的技术、更好的传感能力、多模式探针和改进的杂交方式等方面深入探索。

5、脑机接口 (Brain-Computer Interface, BCI) 脑机接口是通过大脑与外部设备之间创建直接连接，实现脑与设备的信息交换，解读大脑活动，实现人机交互，为严重运动障碍疾病及意识障碍患者提供一种交流替代方式。

我国十四五规划和 2035 远景目标都将“脑科学”列为国家重点前沿科技项目，其中，“十四五”规划中提出的“一体两翼”战略，其中一翼就是类脑科学，利用脑科学研究推动脑人工智能、类脑计算、脑机接口等与人工智能相关的新技术。

BCI 是一种在大脑和外部设备之间建立通信及交流路径的设备，其可以绕过周围神经系统

意识障碍患者有残存的意识认知，只是不能显性表现，而脑机接口采集大脑功能信号，来检测意识障碍患者残存的认知，并可能作为通信交流的工具，实时反馈，可弥补临床行为学评估的不足，因此可作为临床行为学评估的辅助工具。

BCI 应用于意识障碍评估的核心技术是检测大脑对外在刺激的相应信号，可利用的信号可以是各种脑功能成像技术，包括 EEG、fMRI、fNIRS 等技术检测到的脑活动信号，通过算法将信号转化为可理解的指令或信息。BCI 主要分为脑信号收集、数据预处理、脑信号特征提取、特征选择及分类五个阶段。

BCI 使用的特征信号大致包括事件相关电位的 N200、P300、MMN、SSVEP (steady-state visual evoked potential) 以及运动想象慢皮层电位等信号。

P300 可由视觉、听觉、视听觉、触觉等事件诱发。比如使用基于视觉 P300 和 SSVEP 的多模态脑机接口，要求患者注释图片并默数闪烁次数等，或者识别数字、简单加减法、或者听觉 P300BCI 要求患者听词语、或者触觉 P300BCI 给予振动刺激等等，可以检测患者是否存在指令跟随及交流能力；

慢皮层电位 (slow cortical potential, SCP) 频率一般在 0.1-2Hz，SCP 与运动相关，思维活动显著时，大脑皮层的兴奋性增强，SCP 发生负向转换；思

维活动减弱时，大脑皮层的兴奋度降低，SCP 发生正向变换。因此 SCP 可以用于脑机接口信号，但是意识障碍患者不能配合，不适合基于 SCP 的脑机接口。

但是 fNIRS-BCI 为具有隐匿意识的患者实现床边交流及通讯提供了新的手段，但最大障碍是血流动力学反应延迟，其收集的信号一般在任务刺激后 5-6s 达到峰值，阻碍了实时通信。而 EEG 的高时间分辨率可以弥补这个缺点，联合的 fNIRS-EEG BCI 结合两种脑功能成像技术的优点，可能提高机器学习分类的精确度。

脑机接口用于意识障碍的临床应用研究还比较少，只有少量病例报告或小规模临床试验支持脑机接口。脑机接口在意识评估方面具有潜力，但存在一定的挑战和局限性，首先，大脑活动的解读和转化认识有限，技术上涉及负责的算法和模型，存在误差和不确定性；其次，脑机接口设备比较昂贵，成本高、操作比较复杂，需要专业人员进行操作与分析，第三关于患者隐私与伦理问题，需要确保数据的安全和保护用户的权益。

BCI 应用的未来发展方向主要是简化脑机接口的范式，可以更便于操作，也更敏感而准确地评估患者的残存意识，这样减低意识障碍的误诊率。

小结

综上所述，随着医学和技术的发展，意识障碍的评估由行为学量表评估逐渐发展成为一个集成了先进的神经成像和电生理技术的多模态评估框架。欧洲神经病学学会关于昏迷和意识障碍的诊断指南建议：一方面通过完整的意识评估程序提高诊断准确率。使用标准化量表进行评估（如 10 天内对慢性意识障碍患者进行 5 次 CRS-R 评估）；另一方面要使用优化且适用于临床的神经影像和神经电生理范式来检测严重脑损伤患者残余的认知功能。通过优化算法对神经影像和神经生理学得到的数据进行处理，以此平衡假阴性率、假阳性率。

目前临床所用的评估技术各有优势和局限性：PET 对意识障碍患者诊断敏感性较高，但需注射微量放射药物，因此检查次数受限制，且设备昂贵。fMRI 可通过大脑血氧水平的变化量化大脑功能，提供高分辨率的结构成像和功能成像，但对运动伪影非常敏感，从而影响评估。fMRI 和 PET 对仪器设备要求高，场所固定，不适合床边评估。EEG 时间分辨率高、方便移动、适合床边评估，但空间分辨率不如 fMRI、也易受伪迹干扰。通过整合神经影像学结果、临床行为学检

查的多模态诊断，为临床决策和后续治疗提供更全面、客观、可信的评估结果。

三) 亚专业主要病种康复的目前研究水平 (国际领先或国际先进):

意识障碍评估涉及神经内科、神经外科、康复科、重症医学科等多学科的专业领域，近年来认知科学、神经科学等研究团队也丰富了意识障碍评估研究队伍的组成。

我国意识障碍评估领域高水平研究成果并不多见，近年来在多学科中涌现出多模态意识障碍评估的研究成果，在国际意识障碍领域发出中国声音，例如：

狄海波教授团队翻译和开发了中文版 CRS-R 量表，并完成了有效性检验工作。使用唤名、音乐和静息等范式探索了 fMRI 在意识障碍患者中的诊断和预测价值，发现唤名刺激引发的后部感觉联合皮层的激活在意识障碍患者中的潜在诊断和预后预测价值。成果被纳入 2018 年美国意识障碍临床实践指南。团队还开展了系列的意识障碍脑电研究，发表了多篇高质量文章。提出了脑电双频耦合对意识水平的描述关系，使用脑电技术对多种神经调控技术进行效果评估和电生理机理研究。发展了用于评估意识障碍患者意识状态以及意识改变的系列脑电特征指标，并在临床研究中得到验证。

“基于意识障碍临床证据的后部皮层意识相关性研究”获批国家自然科学基金重点国际（地区）合作研究项目，该项目综合来自多中心的关于意识障碍的 18F-氟脱氧葡萄糖示踪的正电子发射断层扫描（FDG -PET）、MRI、fMRI 及 EEG 等神经影像学数据，通过机器学习找出后部皮层与意识相关的脑区以及对意识障碍最有区分力的指标，并用合作方比利时的数据、UWS/UWS 患者预后的数据以及 tDCS 对 UWS/UWS 患者所诱发的即时效应进行验证，以期进一步理解后部皮层的意识相关性，探究 NCC 及意识的神经机制，从而指导意识障碍患者的精准评估和意识康复。完善意识障碍患者临床管理，尤其是寻找有效的干预手段是目前意识障碍临床领域亟待解决的关键课题。

其团队近年意识障碍评估相关 Q1 区 SCI 文章；

1. Study protocol: Developing telephone follow-up scale for patients with disorders of consciousness. Shou F, et al. Among authors: di h. Front Public Health. 2023. (Q1)
2. Spontaneous transient brain states in EEG source space in disorders

of consciousness. Bai Y, et al. Among authors: di h. Neuroimage. 2021. .
(Q1) ,

3. Detecting awareness in patients with disorders of consciousness using a hybrid brain-computer interface. Pan J, et al. Among authors: di h. J Neural Eng. 2014. (Q1)

何江弘教授团队专业特长是昏迷及植物状态促醒治疗，开展意识障碍患者隐匿意识的多模态检测与评定。他们对比分析 MCS 患者和 UWS 患者的静息脑电图 EEG 源空间的微观状态、功能网络及其与意识水平之间的关系，显示 MCS 与 UWS 之间存在显著差异，该结果发表于 Q1 杂志《CNS NEUROSCI THER. 2023-01-01;29 (1) :296-305. 》

其团队近年意识障碍评估相关 Q1 区 SCI 论文：

1. Prognostic models for prolonged disorders of consciousness: an integrative review. Song M, et al. Among authors: he j. Cell Mol Life Sci. 2020. Q1/Q2)
2. Electrophysiological characteristics of CM-pf in diagnosis and outcome of patients with disorders of consciousness. He J, et al. Brain Stimul. 2023 (Q1)
3. Application of Fast Perturbational Complexity Index to the Diagnosis and Prognosis for Disorders of Consciousness. Wang Y, et al. Among authors: he j. IEEE Trans Neural Syst Rehabil Eng. 2022 (Q1) .
4. Subdivisions of the posteromedial cortex in disorders of consciousness. Cui Y, et al. Among authors: he j. Neuroimage Clin. 2018. (Q1)
5. Long-term functional prognosis and related factors of spinal cord stimulation in patients with disorders of consciousness. Yang Y, et al. Among authors: he j. CNS Neurosci Ther. 2022. (Q1)
6. Spontaneous transient brain states in EEG source space in disorders of consciousness. Bai Y, et al. Among authors: he j. Neuroimage. 2021.

(Q1)

7. Evaluation of residual cognition in patients with disorders of consciousness based on functional near-infrared spectroscopy. Si J, et al. Among authors: he j. Neurophotonics. 2023. (Q1/2)
8. The temporal dynamics of Large-Scale brain network changes in disorders of consciousness: A Microstate-Based study. Zhang C, et al. Among authors: he j. CNS Neurosci Ther. 2023. (Q1)
9. Combined behavioral and EEG evidence for the 70 Hz frequency selection of short-term spinal cord stimulation in disorders of consciousness. Zhuang Y, et al. Among authors: he j. CNS Neurosci Ther. 2023. (Q1)

江文教授团队，2016 年启动睡眠脑电图与昏迷相关研究，探讨了急性昏迷患者的睡眠脑电图、血清昼夜节律标志物与患者预后之间的关系。江文教授改良了经典的睡眠脑电图 Valente's 评分，提出了“脑电昏迷”概念，核心是利于睡眠脑电图无睡眠纺锤波、无脑电反应，即属于脑电昏迷，而脑电觉醒（即脑电昏迷的相反状态）是患者意识恢复的独立预测因子，预测准确性高达 83.9%。

该团队近年意识障碍评估相关 Q1 区 SCI 论文：

1. Gao, Q, et al., EEG dynamics induced by zolpidem forecast consciousness evolution in prolonged disorders of consciousness. Clin Neurophysiol. 2023 (Q1).
2. Gao, Q, et al., Development and validation of a new score for predicting functional outcome of neurocritically ill patients: The INCNS score. CNS Neurosci Ther. 2020.
3. Kang XG, et al., Predictive value of EEG-awakening for behavioral awakening from coma. Ann Intensive Care. 2015 (Q1).

意识障碍评估领域在康复专业团队的高水平研究成果较少，这与多数意识障碍患者并不长期在具有科研能力的康复医学科有关。

四) 亚专业主要病种康复的国际前沿/发展趋势是什么？

神经功能影像学 and 神经电生理技术的发展，为意识障碍评估开辟了一条新的

道路，逐渐形成基于此类技术意识障碍评估发展趋势：基于行为量表的行为学方法，联合神经影像学（功能性磁共振、PET 等）和电生理学（脑电图、经颅磁刺激）等辅助手段，对意识障碍患者进行**多模态**精准诊断，借助脑机接口技术实现意识障碍患者意识提取和交流。

美国神经病学会、美国康复医学会在联合发布的指南中强调了多模态影像和电生理技术在意识障碍评估中的重要作用，尽管这两项技术还没有形成统一的、明确的评估模式、方法、流程和标准，但是展现了良好的前景。

在欧洲昏迷和意识障碍诊断指南中，提出个体化的意识障碍评估，也强调多模态影像和电生理技术的综合应用，需要科学家和临床医师紧密合作。

五) 亚专业的专家在国际学术组织任职情况

意识障碍评估领域专家分布在神经内科、神经外科、康复医学、认知科学、基础医学等等，典型代表简介如下：

狄海波教授，比利时列日大学客座教授，杭州师范大学国际植物状态和意识科学研究所所长，生理学重点学科负责人。现任国家自然科学基金重点项目终审专家，国际意识障碍合作框架中方负责人，中国康复医学会意识障碍专委会副主任委员，中国睡眠研究与神经调控专业委员会副主任委员，浙江省生理科学学会副理事长，无意识生理学组组长，浙江省神经科学学会神经修复与康复专委会副主委，第四届国际昏迷和意识大会主席。曾多次组织并主持国际、全国意识障碍行业相关会议及论坛；相关的工作开拓了国内意识障碍行业和国际交流，形成了相当的行业影响力。

何江弘教授，主任医师，博士生导师。首都医科大学附属北京天坛医院神经外科中心意识障碍外科主任。中国医师协会神经修复学分会意识障碍学组主任委员；中国神经科学学会意识与意识障碍分会副主任委员；中华医学会神经外科分会神经生理学组副组长；中国医师协会神经调控分会委员；中国医师协会神经外科分会功能外科学组委员。2008-2009 多伦多大学神经外科访问学者。专业特长：昏迷及植物状态促醒治疗。意识障碍患者隐匿意识的多模态检测与评定；针对意识障碍患者的无创神经调控（TMS, tDCS 等）治疗方案与评定；针对慢性意识障碍患者的外科促醒手术的植入靶点可视化及精准定位技术、基于多模态评估手段的效能评定与程控技术。近五年在慢性意识障碍领域以第一/通讯作者发表 SCI

论文 23 篇。主持国家重点研发计划重点专项、国家自然科学基金面上项目等多项在研课题。

江文教授，主任医师，教授，博士生导师，空军军医大学西京医院神经内科主任，教育部新世纪优秀人才。现任陕西省脑血管病临床医学研究中心主任，陕西省农村癫痫项目防治办公室主任兼专家组组长，陕西省卒中协会会长，陕西省医师协会神经内科医师分会会长，中华医学会神经病学分会神经重症协作组副组长，中国卒中学会重症脑血管病分会副主任委员等。在国际著名 SCI 期刊发表学术论文 40 余篇，以第一负责人主持国家自然科学基金 7 项，陕西省重大难题攻关项目 2 项等，获国家科技进步二等奖 1 项。

六) 亚专业主要病种康复研究的重大科学基础设施

应用于意识促醒的重大科学基础设施分为两类：一类是神经影像学设施，大型设备包括 PET、磁共振、脑磁图等仪器；小型设备包括近红外脑功能成像仪器；第二类是神经电生理设备：脑电图、肌电图、TMS-EEG 一体机等设备。

七) 亚专业专家在国际合作交流情况简介

意识障碍评估的国际合作交流主要以项目合作方式或者学术交流方式进行，例如：

1、项目合作：

中比意识障碍领域的合作和互动学术交流，是国际合作的良好示范，2019 年国家自然科学基金重点国际（地区）合作研究项目“基于意识障碍临床证据的后部皮层意识相关性研究”；2023 年国家重点研发计划“政府间国际科技创新合作”重点专项-中比（瓦隆）政府间科技合作项目“基于中央环路模型的意识障碍临床干预研究”。代表中比在该领域的合作推动意识精准评估研究达到一个新的高度和起点，这种合作模式值得推广。

2、学术交流会议：

这类交流形式比较多样，在中外学术会议上进行相关研究结果的汇报与交流，与第一种形式相比，其优点是可以了解国内外多个团队的最新研究方向与成果，缺点是不够深入。

八) 亚专业主要病种康复的国际比较/（比较对象：全球主要经济体美、日、德、法、英、俄、印度，关键创新国家瑞士、瑞典、芬兰、韩国、新加坡、以色列等）：

国际上意识障碍研究的顶级权威是比利时列日大学的 Steven Laureys 教授。Laureys 教授是国际意识和意识障碍领域开拓者、欧洲意识障碍临床判定负责人、国际意识研究协会 (ASSC) 主席、世界神经性昏迷和意识障碍联合会创始人和主席、欧洲神经病学学会昏迷和意识障碍委员会主席，比利时列日大学 GIGA 昏迷科学研究中心 (Coma Science Group) 主任、比利时列日大学附属医院神经内科主任。2012 年帕斯卡 (Pascal) 医学奖获得者、2017 年比利时最高科学奖法郎基奖 (Francqui Prize) 获得者 (比利时诺贝尔奖之称)，发表 SCI 论文 500 余篇，其中发表在 Science、Lancet、New England Journal of Medicine 等顶级期刊 21 篇，专著 10 余部在领域内居首位。

Steven Laureys 教授与中国狄海波教授、何江弘教授团队等均有合作。

1、比较结果：优势是什么？

我国意识障碍评估领域的优势如下：

1) 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。

2) 近年来，无论是神经影像学还是电生理技术及设备国产化加速，新的自主研发设备及其对应的软件、算法等在中国开始进入发展快通道，有望产生更多更好的多模态研究工具。

2、比较结果：短板是什么？

1) 研发技术面临挑战

国内基础科学相对落后，底层的技术仍是来自欧美，很多底层的算法仍然把握在欧美手中，脑电信号的有效采集技术待突破，由技术到环境的壁垒仍存在，包括非线性和非平稳性、工程技术难题、信号传输率、信号处理、训练集、数据分析方法、绩效评估指标、BCI 系统的低 ITR、专门为 BCI 技术分配的实验室。国内意识障碍评估领域的短板在于多模态信息数据的分析、整合对高精度脑电的数据和分析解读，成熟的专业技术人员不多。

2) 跨学科型人才缺乏

大脑机制非常复杂，目前对大脑的认知尚浅，还需神经学科、医学、计算机、电子信息科学等更多学科人才加入才能全面推进，全球知名学府相应开设脑机研究专业或项目为将来的发展提供人才储备，目前中国缺少多模态数据分析、脑机

领域的复合型人才，若想迎头赶上则在该领域还需加大投入力度。

九) 亚专业针对短板/问题，优势/机遇拟采取的举措。

为应对不断增强的临床和社会诉求，中国意识障碍评估领域的研究越来越深入。意识障碍评定技术其实涉及神经内科、神经外科、重症医学科、康复医学科、还涉及解剖学、脑科学、认知科学等相关学科，也需要包括信息、计算机、设备等等相关产业技术的支持，所以要实现突破式进展，最重要是应用多模态技术，开展多学科、多中心临床研究。

在国内需要有更多的学科和临床医师加入推动个体化评估工作，在信号的采集、匹配、解释以及个体差异问题密切合作，并且开展多中心研究，加深对意识障碍的特征和机制的研究，推进技术手段和实验范式的进一步丰富。通过精准的多模态评估技术，检测出更多的隐匿意识，推进意识障碍的国际分类诊断标准让研究者达成共识可以使研究效率更高。通过共同探讨研究进展、整合新技术可加快科研向临床的应用转化。我们需要建立多中心、跨学科的合作模式，让临床医护人员、基础医学研究人员、工科技术人员等不同背景的人员交叉合作，共同进行多中心临床研究，通过建立统一的数据库来共享专业技术，使产学研高效率转化。

因此“打破学科壁垒，主动谋求合作，携手突破创新”，这是意识障碍领域发展的必由之路。最终，通过新技术的应用来降低意识障碍患者的误诊率，优化其治疗，实现科研成果的临床转化，为广大的意识障碍患者带来更大的福祉。

参考文献:

1. Spataro, Rossella, et al., "How brain-computer interface technology may improve the diagnosis of the disorders of consciousness: a comparative study." *Front Neurosci.* 2022.
2. Lane, Richard. Steven Laureys: a clinical focus on consciousness research. *LANCET.* 2020. 396 (10264) :1719.
3. Li, Yusheng, et al., Clinical diagnosis guidelines and neurorestorative treatment for chronic disorders of consciousness (2021 China version) . *J Neurorestoratology.* 2021.9 (1) :50-59.
4. Giacino, JT, et al., Practice guideline update recommendations summary: disorders of consciousness: report of the guideline development, dissemination, and implementation subcommittee of the American academy of neurology; the American congress of rehabilitation medicine; and the National Institute on Disability, Independent Living, and Rehabilitation Research. *Neurology.* 2018.91 (10) :450-460.
5. Kondziella, D, et al., European academy of neurology guideline on the diagnosis of coma and other disorders of consciousness. *EUR J NEUROL.* 2020.27 (5) :741-756.
6. Alnagger, N, et al., The current and future contribution of neuroimaging to the understanding of disorders of consciousness. *Press Med.* 2023.52 (2) :104163.
7. Hermann, B, et al., Multimodal FDG-PET and EEG assessment improves diagnosis and prognostication of disorders of consciousness. *Neuroimage Clin.* 2021.30:102601.
8. Si, J, et al., Evaluation of residual cognition in patients with disorders of consciousness based on functional near-infrared spectroscopy. *Neurophotonics.* 2023.10 (2) :025003.
9. Kotchoubey, B. Evoked and event-related potentials in disorders of

- consciousness: A quantitative review. *Conscious Cogn.* 2017. 54:155-167.
10. Qi, ZX, et al., Clinical decision on disorders of consciousness after acquired brain injury: stepping forward. *Neurosci Bull.* 2023. 39 (1) :138-162.
 11. Rajkumar, R, et al., Excitatory-inhibitory balance within EEG microstates and resting-state fMRI networks: assessed via simultaneous trimodal PET-MR-EEG imaging. *Transl Psychiatry.* 2021-01-18;11(1):60.
 12. Padmanabhan, P, et al., The advents of hybrid imaging modalities: a new era in neuroimaging applications. *Adv Biosyst.* 2017-08-01;1(8):e1700019.
 13. 中国医师协会神经修复专业委员会意识障碍与促醒学者. 慢性意识障碍诊断与治疗中国专家共识[J]. *中华神经医学杂志.* 2020. 19 (10): 977-982.

呼吸功能障碍康复评定现状研究

贵州医科大学附属医院

吴霜

本章节通过对国内外呼吸功能障碍康复评定的研究现状、关键技术问题和前沿动态进行比较,分析了我国在呼吸功能障碍康复评定方向上的优势和短板,并提出建议对策。以期对我国呼吸康复亚专业的全球竞争力作出判断,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。

一、呼吸功能障碍评定的重大科学问题

(一) 肺功能评定

肺功能评定是呼吸功能障碍评定中的重要组成部分,在呼吸系统疾病的诊断和鉴别诊断、评估疾病严重程度和预后、评价康复疗效等方面,有重要的指导意义。

1. 肺功能检测仪

用于肺功能检测的仪器设备主要包括肺功能测定仪、呼出气一氧化氮检测仪、二氧化碳监测仪、血氧检测仪、肺量计、肺活量计、呼气峰流速仪、体积描记仪、脉冲震荡肺功能仪、弥散肺功能仪等。常用的肺功能的指标及其意义如下:

(1) 肺通气功能评定:是呼吸功能评定中最基本的检查项目。

①肺容积评定:包括潮气量(tidal volume, TV)、补呼气量(expiratory reverse volume, ERV)、补吸气量(inspiratory reverse volume, IRV)、残气量(residual volume, RV)、深吸气量(inspiratory capacity, IC)、肺活量(vital capacity, VC)、功能残气量(functional residual capacity, FRC)、肺总量(total lung capacity, TLC)等指标。主要用于评价肺通气功能的基础状况。

②通气功能评定:指单位时间内随呼吸运动进出肺的气量和流速。包括每分钟静息通气量(minute ventilation, VE)、最大自主通气量(maximal voluntary ventilation, MVV)、用力肺活量(forced vital capacity, FVC)、第1秒用力呼气容积(forced expiratory volume in one second, FEV1)、一秒率、最大呼气

中段流量(maximal mid expiratory flow, MMEF 或 MMF)、肺泡通气量(alveolar ventilation, VA)、最大呼气流量(peak expiratory flow, PEF)等指标。通气功能评定是肺功能评定的基本内容,是一系列肺功能检查中的初筛项目。

此外,支气管激发试验主要用于协助支气管哮喘的诊断;支气管舒张试验可用来判断气道阻塞是否可逆及药物疗效。

(2) 肺换气功能评定:肺的气体交换与通气量、血流量、气体分布、通气/血流比值以及气体的弥散有密切关系。

①气体分布:肺泡是气体交换的基本单位,影响气体分布的因素主要有气道阻力、肺顺应性和胸内压。

②通气/血流比值(ventilation/perfusion ratio, V/Q):在静息状态下,健康成人 V/Q 约为 0.8。V/Q 失调是导致缺氧的主要原因。

③肺泡弥散功能:临床上通常采用一氧化碳的弥散量(diffusing capacity of carbon monoxide, DL_{CO})作为判定指标。弥散量如小于正常预计值的 80%,提示有弥散功能障碍。

(3) 小气道功能评定:小气道包括全部细支气管和终末细支气管,是慢性阻塞性肺疾病早期容易受累的部位。当小气道发生病变时,临床上可无任何症状和体征,也不易被常规肺功能测定方法检出。

①闭合容积(closing volume, CV):又称闭合气量,是指平静呼气至残气位时,肺下垂部小气道开始闭合时所能继续呼出的气体量;而小气道开始闭合时肺内留存的气体总量则称为闭合总量(closing capacity, CC)。

②最大呼气流量-容积曲线(maximum expiratory flow volume curve, MEFV):受试者在做最大用力呼气过程中,呼出的气体容积与相应的呼气流量所记录的曲线。临床上常用 VC50%和 VC25%时的呼气瞬时流量(V_{50} 和 V_{25})作为检测小气道阻塞的指标。两指标的实测值/预计值 $<70%$,且 $V_{50}/V_{25}<2.5$ 认为有小气道功能障碍。此外,通过观察 MEFV 曲线的下降支斜率的形状可判断气道阻塞的部位。

③频率依赖性肺顺应性:肺顺应性是指单位压力改变时所引起的容积变化,用以反映肺组织的弹性。肺顺应性分为静态顺应性(static compliance, C_{stat})和动态顺应性(dynamic compliance, C_{dyn})。正常情况下 C_{dyn} 和 C_{stat} 接近且呼吸频率增加时改变亦很小,但当小气道病变病人呼吸频率增加时,动态顺应性降

低。

2. 心肺系统的电阻抗断层扫描成像 (Electrical impedance tomography imaging of the cardiopulmonary system, EIT)

指利用生物组织的电特性,通过配置于生物体表面的电极阵列,施加安全的激励电流,测量其边界电压,经图像重构得到生物体内电阻率分布及变化的图像,EIT 可以监测生理及病理状态下肺通气及灌注过程中的电阻抗变化,从而应用于呼吸系统的肺功能成像,还可以实现区域肺通气和灌注的监测,实时评估机械通气等临床治疗手段的有效性。

3. 肺部 MRI 功能成像技术

肺部 MRI 功能成像技术包括肺通气成像和肺灌注成像。前者主要利用吸入成像,如超极化惰性气体氙 (^{129}Xe)、氦 (^3He) 等,氧增强质子成像,氟化气体成像,超极化 ^{13}C 成像以及钆造影剂 (Gd-DTPA) 雾化吸入,以获得肺组织内气体转换的信息。MRI 肺灌注成像主要运用对比剂动态增强技术和动脉自旋标记技术,随着造影剂流入、流出,信号强度的变化,以此来获得肺灌注的定量评估,包括血容量、血流量和平均达峰时间的定量值,以确定某一特定区域的信号强度随时间变化的一个曲线图。还可以通过胸腔质子 MRI 图像信息计算肺部通气残气比,利用超极化 ^{129}Xe MRI 能够全面评估疾病引起的气道微结构改变,同时对溶解态 ^{129}Xe 信号直接进行 MR 成像得到超极化 ^{129}Xe 在肺泡、肺组织/血浆和红细胞中不同的化学移位,从而得到肺部气体交换功能指标。

4. CT 肺功能成像技术

主要包括单光子发射式计算机断层仪 (single photon emission computed tomography, SPECT) / 计算机断层扫描 (computed tomography, CT) 成像。SPECT 以放射性标记的示踪剂为基础进行三维成像,是一个被广泛接受的肺灌注和通气的临床测量标准,通气评估是吸入氙气后,通过计算机断层扫描 (CT) 灌注成像,并使用双能碘增强 CT 提供高的空间分辨率,并能估计各种血流动力学参数。

(二) 呼吸肌整体功能评定

呼吸肌整体功能评定有助诊断、确定患者的临床分类、追踪疾病进展、制定治疗策略、评估治疗效率及作为机械通气患者撤机的参考指标。主要包括呼吸肌的肌力评定、肌耐力评定及呼吸肌的疲劳评定。

1. 呼吸肌的肌力评定

呼吸肌的作用首先是产生力量，其次可通过肌肉长度舒缩，产生肺部压力和肺容积的变化。由于呼吸肌无法像四肢肌肉一样直接测量肌力，故常用压力来间接反映其肌力。

(1) 跨膈压

跨膈压 (transdiaphragmatic pressure, Pdi) 和最大 Pdi (Pdi, max) 是反映膈肌力量的重要生理学指标, Pdi 评定可分为侵入性和非侵入性两种。通过充气球囊导管可测量身体不同部位的压力, 如图 1。含空气的乳胶球囊密封在导管上, 导管又将压力传输到传感器获得数值。两个部位之间的压力差反映了组织间的压力, 例如气道压 (flow-resistive pressure in airways, Paw) = 气道开放压 (airway opening pressure, Pao) - 肺泡压 (alveolar pressure, Palv), Pdi = 胸膜压 (pleural pressure, Ppl) - 腹内压 (abdominal pressure, Pab)。Ppl 和 Pab 常用食道压和胃内压来代替。由于侵入性的检查会给患者带来不适, 导致患者主观上难以配合完成平静呼吸或最大呼吸, 影响评定结果。因此临床更常用经口腔最大呼吸压力来反映呼吸肌的力量。

(2) 最大呼吸压力

①自发性测试: 通过咬嘴, 鼻夹和压力测定设备可以测量出最大吸气压 (maximal inspiratory pressure, MIP) 和最大呼气压 (maximum expiratory pressure, MEP), 操作简单且患者耐受性好。最大吸气压和最大呼吸压可反映整体吸气肌和呼气肌的肌力。由于呼吸肌的力-长度关系以及呼吸系统被动弹性反冲压力的影响, 呼吸肌力会随肺容积的改变而变化。MIP 和 MEP 的测量存在学习效应, 因此重复测试和测试前进行呼吸肌预热可以提高测试的可靠性。②非自发性测试: 膈神经电刺激和膈神经磁刺激是非自发性的膈肌收缩测试方法, 避免了患者配合度的问题。膈神经电刺激在环状软骨水平的胸锁乳突肌后缘通过经皮电极刺激双侧膈神经, 使膈肌产生最大收缩, 通过测量抽搐跨膈压评估膈肌肌力。但是大强度的电刺激会给患者带来刺痛感, 目前膈神经磁刺激已逐渐取代膈神经电刺激。通过膈神经刺激测量抽搐跨膈压同样需要插入充气球囊导管, 对于无法接受的患者, 可以在刺激下测量口腔闭塞压力。

(3) 最大鼻吸压力

最大鼻吸气压力 (maximal sniff nasal inspiratory pressure, SNIP) 是反映整体呼吸肌肌力的生理指标, 在 SNIP 的测量过程中, 吸气压力通过与放置在鼻孔中与导管相连的压力传感器记录。该测试在功能残气位进行。评估者需要指导受试者快而深地经鼻吸气。通常 10 次试验足以使 SNIP 值达到稳定的最高值。

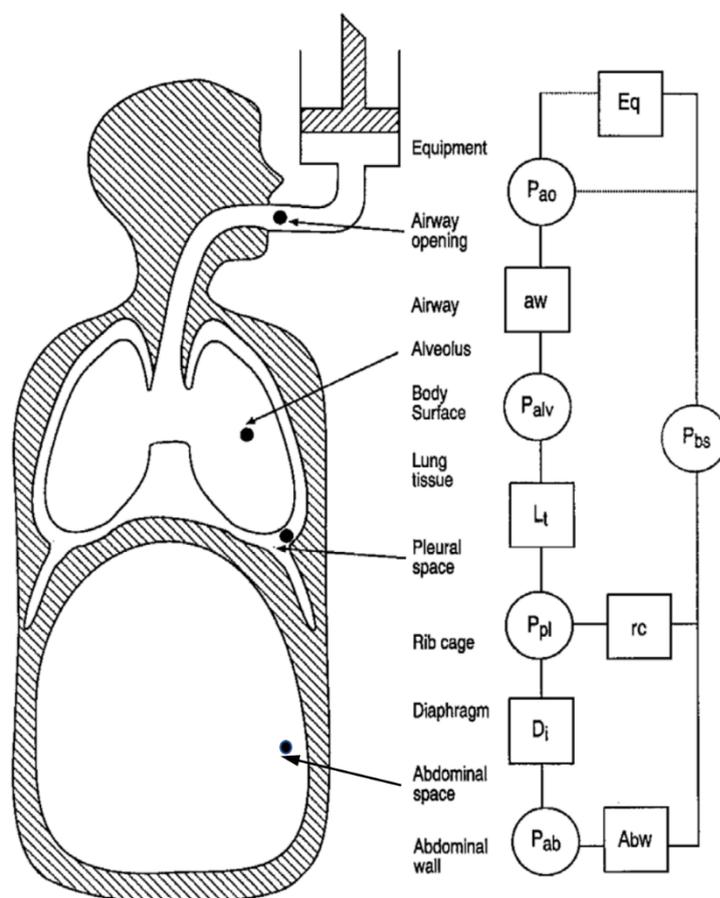


图 1 压力记录位置。AbW, 腹壁; aw, 气道; Di, 膈肌; Eq, 设备; Lt, 肺组织; Pab, 腹内压; Palv, 肺泡压; Pao, 气道开放压; Pbs, 体表压力; Ppl, 胸膜压; rc, 肋骨

2. 呼吸肌的肌耐力评定

呼吸肌耐力指呼吸肌群在一定负荷或持续时间下保持正常功能的能力, 对于维持呼吸系统的正常功能、提高运动能力以及应对特定疾病状态至关重要。耐力评定与具体任务相关, 不同的任务导致不同运动单元和协同肌群的募集模式, 从而呈现不同的耐力特质。目前呼吸肌耐力评定常采用增量负荷测试、恒定负荷测试和时间测试三种方法进行。

(1) 最大增量负荷测试：采用阻力/阈值测试方法，要求受试者在阻力/阈值或锥形流量阻力负荷下呼吸，该负荷定期增加（时间或呼吸次数）直到任务失败。吸气肌肉耐力可以定义为最后一个完成阶段的压力值。测试前先评估受试者的 MIP，然后指导受试者在 MIP 30%-40%的外部负荷下吸气。每 1 到 2 分钟，负荷增加 MIP 的 5 - 10%，直到无法承受负荷。整个 1 分钟或 2 分钟间隔内持续的最大吸气压力被视为峰值压力（peak pressure, P_{peak}）。呼吸过度测试通过逐步增加通气量来进行，例如每 3 分钟增加 MVV 的 8%。研究发现该试验达到的通气水平与传统最大持续通气试验达到的通气水平相似。

(2) 恒定负荷测试：在阻力/阈值测试中，受试者在次最大负荷下呼吸，直到任务失败。所选负荷应控制任务失败时间（until task failure, T_{lim}）在 5-10 分钟内，以便干预后测试持续时间可限制在 15—20 分钟左右，避免达到上限效应。主要指标是 T_{lim} 和/或测试期间执行的全部外部负荷。

(3) 时间试验：主要用于评估 MVV，要求受试者以最大速度和深度呼吸，通常持续 12 秒，然后以 l/min 为单位计算 MVV。然而从生理角度来看，12 秒的测试时间远远不足以评估与耐力相关的肌肉内部过程，无法用来反映呼吸肌耐力。最大持续通气量（maximal sustainable ventilation, MSV），即可持续较长时间的最大通气量，比 MVV 更能反映呼吸肌耐力。MSV 与运动期间执行的任务非常相似，可以提供与功能相关的临床数据。

3. 呼吸肌的疲劳评定

(1) 呼吸肌疲劳的定义及分类

肌肉疲劳是指肌肉在负荷下活动导致其产生力量和(或)速度的能力下降，但可通过休息而恢复的现象。根据产生疲劳的生理学机制，可以将呼吸肌疲劳分为 3 类：中枢疲劳、高频外周疲劳和低频外周疲劳。①中枢性疲劳：中枢疲劳是一种在持续或重复收缩期间由运动神经元输出下降引起的肌肉力量生成受限的情况。当通过直接电刺激产生的肌肉力量输出少于最大自主努力所产生的力量时，就认为存在中枢疲劳。与外周疲劳不同，中枢疲劳通常在肌肉收缩停止后迅速恢复。②高频外周疲劳：高频外周疲劳是指肌肉在高频电刺激下力量产生的减少，通常是由于神经肌肉接头或肌肉细胞膜的功能受损引起的。③低频外周疲劳：低频外周疲劳是指肌肉在低频电刺激下力量产生能力的降低。中枢和高频疲劳在肌

肉收缩停止后可以迅速恢复，而低频外周疲劳可能会持续数分钟到数小时。

(2) 呼吸肌疲劳的评定

①呼吸模式：潮气量和呼吸频率。通过潮气量和呼吸频率来判断呼吸肌疲劳，优点在于可以通过简单且非侵入性的设备来监测，缺点是疲劳与呼吸模式之间的关系是复杂的，不能被视为疲劳的特异性标志。②胸腹运动：通过分析胸腹部的呼吸运动，可以部分了解呼吸肌募集和功能水平。在健康受试者进行疲劳的吸气负荷测试时，可观察到两种不寻常的肌肉募集模式。第一种模式是潮气量在不同部分之间的贡献变化较大，有一些呼吸以肋间肌为主导，而其他呼吸以腹部运动为主导。这种模式反映了肋间肌和膈肌交替主导的情况。第二种模式是其中一个部分（通常是腹部）在吸气过程中向内运动，即腹壁内收，说明膈肌力量较弱。这两种模式也可以在机械通气期间进行拔管试验的患者中观察到。③吸气肌的张力-时间指数：多项研究发现，当肌肉在持续收缩时产生的力量超过其最大力量的 15% 时会出现肌肉疲劳。由此引出了疲劳阈值的概念，只有当产生的张力-时间水平超过此阈值时才发生疲劳。膈肌的压力-时间指数被定义为： $PTdi = (Pdi / Pdi, max) (TI / Ttot)$ 。其中 Pdi 是每次呼吸产生的平均跨膈压力， Pdi, max 是最大跨膈压力， TI 是吸气时间， $Ttot$ 是总呼吸时间。当呼吸主要通过膈肌进行时， $PTdi$ 的阈值为 0.15-0.18。在低于这个阈值时，不易出现疲劳迹象。当超过这个阈值，就会发生疲劳现象。 $PTdi$ 描述了吸气肌相对于疲劳阈值的工作状况，可以在呼吸肌疲劳发生之前评估疲劳风险。吸气肌的张力-时间指数是评估呼吸功能中肌力和耐力的有价值的指标，它有助于临床医生评估呼吸肌无力、呼吸肌疲劳以及改善呼吸功能的干预措施的有效性。④肌肉松弛率：当肌肉疲劳时，其放松速度会下降，这是由于之前从肌浆网释放的钙离子吸收速度变慢。在各种类型的间歇性收缩中，食道压力（esophageal pressure, Pes ）和 Pdi 的衰减速率反映了吸气肌和膈肌的放松速度。 Pes 或 Pdi 的最大松弛速率（maximal relaxation rate, MRR ）是通过在松弛曲线的前半部分计算压力关于时间的一阶导数得出的。通过 MRR 的下降和增加，可以记录肌肉松弛的速度变化。测量呼吸肌松弛率可作为反映疲劳的早期迹象，还可用于检测 COPD 患者运动过程中的呼吸肌疲劳和机械通气撤机试验期间的呼吸肌疲劳情况。

4. 其他评定方法

(1) MRI 成像技术: MRI 可以通过测量肌肉信号的脂肪分数来评估肌肉的脂肪浸润程度, 并且可以观察到肌肉的颤动和运动模式。MRI 还可以评估肌肉的磁共振弹性成像, 以反映肌肉的组织刚度信息。

(2) CT 成像技术: CT 成像技术也可用于呼吸肌的评定, 可使用 CT 重建出膈肌三维立体结构, 并从中计算出膈穹隆长度、膈肌总面积等相关指标。

(3) 膈肌超声: 用于评估呼吸功能障碍的常用指标包括膈肌厚度以及膈肌移动度 (diaphragmatic excursion, DE), 其中膈肌厚度又可分为吸气末膈肌厚度 (diaphragmatic thickness at the end of inspiration, DTei) 和呼气末膈肌厚度 (diaphragmatic thickness at the end of expiration, DTee), 膈肌增厚分数 (diaphragmatic thickening fraction, DTF) 不受个体呼吸运动的影响, 能充分反映膈肌收缩能力, 是评估膈肌厚度的较佳指标, $DTF = (DTei - DTee) / DTee$ 。还可以通过膈肌超声计算膈肌吸气峰值时间 (time to peak inspiratory amplitude of the diaphragm, TPIAdia), 相较膈肌移动度, 该指标对机械通气脱机有更好的预测价值。但是超声成像受到分辨率和穿透力之间的折中影响, 尤其是在存在脂肪或纤维组织的肌肉情况下。此外, 超声成像的标准化测量程序和正常值参考值还有待完善。

(4) X 线: 使用胸部 X 线检查测量患者用力呼气 and 用力吸气间的膈肌变化, 常用指标是膈肌位移面积。评估时要求患者深呼吸, 并在患者深呼吸时进行检查, 在最大吸气时拍摄胸片, 然后要求患者完全呼气, 并在完全呼气期间重复透视测量以拍摄 X 光片。膈肌的起始处从胸壁剥离的肋膈角处开始, 并且呈连续性, 可以描出膈肌穹顶阴影。识别位于肋骨同一水平的脊柱, 并从与膈肌处于同一水平的肋骨到脊柱过程中绘制横向线 (水平线)。膈肌位移面积是根据胸片由脊柱垂直线、水平线和膈穹顶阴影组成的面积来计算的。呼吸功能障碍患者的膈肌位移面积会明显缩小。

(三) 气道廓清能力评定

气道廓清是指通过人工、药物或机械等方法清除气道淤积分泌物、维持气道通畅的治疗手段。正常健康的支气管上皮纤毛通过自主摆动运动及人体咳嗽反射清除气道分泌物, 防治粘液瘀滞、保持气道通畅, 维持局部微环境和正常的呼吸

功能。气道廓清能力评定包括痰液量及粘稠程度的变化、气道通畅性、咳嗽力度以及呼吸肌肌力的评定。

1. 痰液量与粘稠程度的变化

(1) 痰量分级：无人工气道患者根据其 24h 内的痰量，常分为少量、中量和大量：小于 10ml/24h 为少量；10~150ml/24h 为中量；大于 150ml/24h 或一次性痰量达 100ml 为大量。人工气道患者痰量采用 1~4 数字进行分级：1 级：只在吸痰管顶端内侧有痰液；2 级：吸痰管内充满痰液；3 级：吸痰时间小于 12 秒（2 个呼吸周期）；4 级：大量痰液，吸痰时间 >12s。气道内痰液量与拔管成功与否密切相关。对于排除昏迷、神经肌肉疾病、气道阻塞等情况的气管切开患者，连续观察 24h，当每 8h 吸痰 ≤2 次时予以拔管，其拔管成功率高达 97.6%。

(2) 痰液颜色及粘稠度分级：痰液颜色可采用 1~4 数字进行性状评分：1 分为水样透明痰；2 分为白色粘液痰；3 分为淡黄色或黄色痰；4 分为黄绿色痰。痰液粘稠度常规可分为 3 度：1 度：吸痰管内壁上无痰液滞留，痰液如米汤或泡沫样；2 度：痰液如稀米糊状，吸痰管内壁有少量大量痰液滞留，但易被水冲净；3 度：痰液呈坨状样，明显粘稠，吸痰管内壁上滞留有大量痰液且不易被水冲净。

2. 气道通畅性评估

气道通畅性是自主呼吸的前提，常作为拔管时机研判的重要指征之一，气道狭窄程度越重，则拔管失败风险越高。气道狭窄的病因分为先天性和获得性两类，其中先天性气道狭窄主要见于儿童，常见于完全性气管软骨环在气管后壁膜部融合形成的环状狭窄。而成人气道狭窄主要为获得性气道狭窄，国外的病因主要为气管插管和(或)气管切开术后，国内则为结核、气管插管和(或)气管切开。

气道狭窄的检查常采用支气管镜检查、动态胸部电子计算机断层扫描、肺功能等。支气管镜检查因其能直接评估气道狭窄情况，同其他检查相比有更高的特异性和敏感性，已成为诊断气管狭窄的金标准。

(1) 气道狭窄的定位

中心性气道狭窄的定位以治疗的难易程度及患者的最终预后为目的，建议分为 5 个区域并以数字代码表示。1 代表声门下狭窄，处理难度大、预后相对差；

2 代表单纯的气管狭窄，未侵及声门下 2cm 以内及隆突的气管区域，处理相对容易、预后相对好；3 代表隆突部位的狭窄，无论气管还是支气管病变，只要侵及隆突部位，即归入此类，处理难度大、预后相对不佳；4 代表同时合并双侧主支气管狭窄，处理难度大、预后相对差；5 代表单侧主支气管狭窄，此类处理相对容易、预后相对好，患者一般无生命危险。

(2) 气道狭窄的类型

气道狭窄分类可分为结构性狭窄和动力性狭窄两大类。其中结构性狭窄分为管腔内生长、外源性压迫、瘢痕挛缩以及扭曲变形 4 类；动力性狭窄可分为气道膜部向内膨出及气道软化 2 类。①管腔内生长：包括单纯炎性肉芽增生、内生性良性肿瘤及其他内生性良性病变；②外源性压迫：多见于增大的淋巴结、甲状腺肿大、大血管或其他纵膈肿物压迫所致；③瘢痕挛缩：主要见于插管、气切、结核、烧伤及手术后等所致气道狭窄；④扭曲变形：常见于气管、支气管吻合术等手术后并发症，也见于纵膈和胸膜病变引起的支气管牵拉或炎症造成管壁破坏后的修复；⑤气道膜部向内膨出：病理情况下呼气时气道后壁向管腔内凹陷超过 50%，即为过度动态气道塌陷 (excessive dynamic airway collapse, EDAC)。⑥气道软化：气管支气管软化主要指良性气道软化，不包括恶性肿瘤破坏软骨导致的气道软化，主要是气道弹性纤维萎缩和减少，或气管软骨完整性受到破坏导致的气道变软而形成的三角形或不规则形的良性气道塌陷型狭窄。气道软化主要分为：①原发性：主要包括儿童发病的先天性血管环压迫右主动脉弓、成人发病的巨气管支气管症 (Mounier-Kuhn 综合征) 及复发性多软骨炎 (relapsing polychondritis) 等。②获得性：常见气管插管/气管切开后、感染后 (常见结核)、创伤/移植术后及部分良性肿瘤所致。

(3) 狭窄程度的评定

气管狭窄的评估常用数字代码 1~6 描述 (分为 6 级)，代表狭窄横断面积占正常气管横断面积的比例。1 级为狭窄程度低于 25%；2 级为狭窄程度在 26%~50% 范围内；3 级为狭窄程度在 51%~75%；4 级为狭窄程度在 76%~90%；5 级为狭窄程度大于 90%；6 级为完全闭塞。研究表明，狭窄程度小于 50% 是气道通畅性良好的标志，对预测拔管成功有较好的价值。

狭窄长度评定：通过 CT 扫描计算长度=狭窄近端到远端的层数×扫描层厚，

狭窄长度可分为4级。1级 $<1\text{cm}$ ；2级狭窄长度 $1\sim 3\text{cm}$ ；3级狭窄长度 $3\sim 5\text{cm}$ ；4级狭窄长度 $>5\text{cm}$ 。长度 $<1\text{cm}$ 的气道狭窄一般多为瘢痕狭窄类型中的蹼状网眼(web-like)狭窄，相对容易处理、预后好；长度 $>5\text{cm}$ 的气道狭窄则难于靠手术切除解决。

3. 咳嗽力度评估

咳嗽可清除气道内的粘液和异物，确保呼吸道通畅。咳嗽力度的评估在呼吸障碍患者中有着重要意义，尤其在帮助判断气管插管患者撤除机械通气，拔除气管插管中有重要参考意义。

(1) 半定量咳嗽强度评分 (semiquantitative cough strength score, SCSS)

SCSS是通过观察患者的咳嗽强度，并采用0~5分评估的方法。0分为没有咳嗽；1分为无咳嗽，但可以听见口腔里的气流声；2分为弱（勉强）可听到的咳嗽；3分为清楚地听到咳嗽；4分为较强的咳嗽；5分为多次连续的强咳嗽。半定量咳嗽强度评分中0~2分的患者为咳嗽力度弱，需进行气道廓清，咳嗽能力越差，无创机械通气失败率越高、死亡风险也越大；3~5分的患者为咳嗽力度强，可进行简单咳嗽指导，此类患者拔管失败率较低。

(2) 白卡试验 (white card test, WCT)

该试验是由Khamiees等提出，通过白色卡片的潮湿程度以判断患者的咳嗽力度。在气管拔管前，在气管内导管末端 $1\sim 2\text{cm}$ 处放置一张白色卡片，嘱患者咳嗽3~4次，观察白色卡片上是否有潮湿。如卡片上出现任何潮湿，即为WCT阳性，说明患者的咳嗽力度尚可。白卡试验中3~4次咳嗽仍不能将卡片弄湿的患者咳嗽能力较差，其拔管失败的可能性较大。白卡试验具有廉价、简便等优点，是目前临床上常用的评估咳嗽力度的工具之一。但这种方法主观性较强，缺乏定量结果。

(3) 咳嗽峰流速 (Peak Cough flow, PCF)

PCF是常见的咳嗽力度评估工具之一。通过测量咳嗽期间的最大呼气速度，代表通过支气管的气流，与气道阻塞程度成反比，可评估患者黏液清除和呼气肌功能的有效性。PCF包括主动咳嗽峰流速 (voluntary cough peak flow, PCFv) 和被动咳嗽峰流速 (involuntary cough peak flow, PCFi)。非气管插管患者， $\text{PCFv} \geq 270\text{L}/\text{min}$ 可防止肺部并发症的发生 ($\text{PCFv} < 270\text{L}/\text{min}$ 作为开始气道廓清

的指标)。对于气管插管且通过自主呼吸试验后的患者, $PCFi < 60L/min$ 提示拔管失败率较高; 气切患者 $PCFi < 30L/min$, 提示拔管失败率较高。当 $PCF > 160L/min$ 且 $MEP \geq 40$ 时, 提示拔管成功率较高。PCF 在预测拔管结果方面有较高的准确性, 并且由于操作简单, 仪器便携可用于床旁检测, 因此 PCF 被认为是最有价值的拔管预测指标。

(4) 气管插管气囊压力变化 (Endotracheal Tube Cuff Pressure Change, ΔP_{cuff})

将患者气管插管内的痰液抽吸干净, 患者床头抬高到 $30^{\circ} \sim 45^{\circ}$, 嘱患者做 3 次自主咳嗽, 用气囊压力表对气囊进行取样后, 取最好的一次咳嗽数据。在咳嗽之前, 气管插管气囊压力 (P_{cuff}) 被设置为每例患者 $20cmH_2O$ (基线), 每次咳嗽, 得到一个 P_{cuff} 值, ΔP_{cuff} 为测量值减去基线值。 $\Delta P_{cuff} < 28cmH_2O$ 与 $PCFv < 60L/min$ 相关性好, 提示拔管失败率较高。

(5) 电阻抗断层成像 (electrical impedance tomography, EIT)

是以生物电阻为基础的功能成像技术, 胸部 EIT 通过置于胸前的电极带注入电流, 测量相应的电压重建胸腔内电阻分布情况, 并显示相应的图像数据。EIT 可无创、实时评估患者肺部通气情况、气道流速以及肺容积变化等, 可在气道廓清治疗过程中及前后比较治疗效果。

(6) 其他

通过测量 MIP 或 MEP 可通过呼吸肌肌力大小, 以反映患者咳嗽力度的强弱。无工人气道患者 $MEP < 60cmH_2O$, 提示患者无效咳嗽; 有人工气道, $MEP < 40cmH_2O$, 存在气道廓清障碍, 提示拔管困难。膈肌超声可评价在深呼吸时膈肌的运动幅度, 研究证明咳嗽力度的强弱与膈肌偏移有关, 平静呼吸下右侧膈肌移动度 $< 1.4cm$, 提示患者撤机成功率较低。国内外研究结果均表示膈肌吸气峰值时间 (Time to peak inspiratory amplitude of the diaphragm, $TPIA_{dia}$) 相较膈肌移动度, 对机械通气脱机有更好的预测价值。此外, 可采用腹壁肌电图, 通过肌电的峰值和斜率, 评价气道廓清能力。或者可通过测量腹内压的变化反映咳嗽能力; 或采用可穿戴式麦克风设备采集咳嗽声, 通过咳嗽声功率和能量以及采用人工神经网络等方式评价咳嗽能力。

二、呼吸功能障碍评定的关键技术问题

(一) 机械通气撤离指征评定

机械通气是危重症患者重要的呼吸支持和治疗手段,撤离机械通气是一个缓慢、逐渐降低呼吸支持的过程。撤机成功是指撤离机械通气后 48 小时内不再需要通气支持。撤机失败指无法通过自主呼吸试验(spontaneous breathing trial, SBT)或撤离机械通气后 24 小时内需要机械通气支持。

撤机评估包括两个步骤:准备情况评估及 SBT。撤机准备情况的客观标准包括:引起呼吸衰竭的原发疾病得到控制; $PaO_2/FiO_2 \geq 150$ 或 $FiO_2 < 40\%$ 及 $PEEP < 5\text{cmH}_2\text{O}$ 时, $SpO_2 \geq 90\%$; $pH > 7.25$; 血流动力学稳定(无或低剂量血管加压药物); 具有较强的自主呼吸和咳嗽能力; 血色素 $\geq 7\text{mg/dl}$; 核心体温 $\leq 38^\circ\text{C}$; 清醒和警觉或容易被唤醒。准备情况评估达到标准后,患者即可进行 SBT。

SBT 的基本方法为短期降低呼吸机支持水平或断开呼吸机后,观察患者自主呼吸情况及各项生理指标的变化,以判断患者的自主呼吸能力,为撤机提供参考。依据不同的通气支持方式,SBT 分为不同类型。T 管试验需要断开患者与呼吸机的连接后通过 T 管提供氧气。压力支持通气(PSV)试验是在不断开患者与呼吸机的连接的情况下,使用低水平的压力支持($PS 5-8\text{cmH}_2\text{O}$, $PEEP \leq 5\text{cmH}_2\text{O}$, $FI O_2 \leq 0.4-0.5$)。自动管道补偿(ATC)试验通过补偿插管导致的呼吸阻力,减少呼吸做功,观察患者呼吸情况,可以预测成功拔管。

SBT 失败的标准包括:呼吸频率 > 35 次/分钟; 辅助呼吸肌过度用力; 在 $FiO_2 \geq 0.4$ 或至少 6L/min 的氧气下, SpO_2 持续 $< 92\%$ (或存在慢性疾病的情况下 $< 88\%$); 血流动力学不稳定($HR > 140\text{bp}$ 或 $SBP 180\text{mmHg}$, 有低灌注迹象即出现紫绀或花斑); 意识模糊或躁动。SBT 成功 30 至 120 分钟,可考虑撤离机械通气。

(二) 气管切开拔管指征评定

气管切开拔管前需进行全面评估以提高拔管成功率,包括临床情况评估:年龄、原发病情况、合并症情况、生命体征、意识水平、呼吸系统情况; 以及拔管前评估:痰液情况、呼吸肌力量、咳嗽能力、吞咽功能、气道通畅性。其中与呼

吸功能障碍评定相关的包括：呼吸系统情况、痰液情况、呼吸肌力量、咳嗽能力、气道顺畅性。与呼吸功能评定相关的拔管指征评定：

1. 呼吸系统情况：肺部感染情况可纳入拔管前的临床评估。其评估内容包括：A. 发热、脓痰、肺部啰音等症状、体征；B. 血常规、C 反应蛋白、降钙素原等血液学检查；D. 胸部 X 线或 CT 检查；E. 支气管镜检查等。此外，在未吸氧状态下 $SP_{O_2} \geq 90\%$, $PO_2 \geq 60\text{mmHg}$ 且 $PCO_2 \leq 50\text{mmHg}$ 可作为拔管条件之一。

2. 痰液情况：气道内痰液量与拔管成功与否密切相关。吸痰频次可作为拔管前评估项目之一，连续观察 24h，当每 8 小时吸痰 ≤ 2 次时予以拔管其拔管成功率高达 97.6%，患者未达成 24h 内每 8 小时吸痰次数小于 2 次暂不予拔管。

3. 呼吸肌力量：主要使用咳嗽峰流速和最大吸气压进行评估，咳嗽峰流速 $> 160\text{L}/\text{min}$ 及最大吸气压 $\geq 40\text{cmH}_2\text{O}$ 为拔管前评估的主要参数，未达到上述指标暂不予拔管。

4. 咳嗽能力：主要使用是否存在咳嗽反射、能否将痰液经套管口咳出或白色卡片试验是否阳性等方式定性评价患者咳嗽能力，咳嗽能力可作为拔管前评估项目之一，患者若难以将痰液经套管口咳出或白色卡片试验阴性，暂不宜拔管。

5. 气道顺畅性：纤维支气管镜是执行拔管前气道通畅性评估的常用工具，有研究显示纤维支气管镜检查下气道狭窄程度 $< 50\%$ 是气道通畅性良好的标志，对预测拔管成功具有较好的价值，患者若通过纤维支气管镜检查发现气道狭窄程度 $\geq 50\%$ 暂不宜拔管。

气管切开是救治危重症的重要举措，而如何有效的、安全高效的拔除气管套管，对于加快患者康复，改善患者预后有重要意义。上述为现有的与呼吸功能障碍评估相关的气管切开拔管指征，一些评估内容，包括呼吸肌力量的评估，除现有的指标，包括咳嗽峰流速、最大吸气压等，还可从其他方面进一步地进行评估，以提高拔管成功率，但仍需进一步的研究形成有价值的推荐意见。

（三）膈肌功能精准评定

膈肌的收缩功能占总吸气肌群的 60%~80%，因此膈肌功能是呼吸功能评定中的重要部分。

1. 跨膈压评定

跨膈压 (Pdi) 是胸膜压与腹内压之间的压力差。临床上用食道内压 (Poes) 代替胸膜压, 胃内压 (Pga) 代替腹内压来计算跨膈压。因此跨膈压 (Pdi) = 胃内压 (Pga) - 食道内压 (Poes)。Pdi 是反映膈肌肌力的客观指标, 但是 Pga 和 Poes 的测定需要通过充气球囊导管深入到相应部位, 属于侵入性检查, 会让患者感到不适并影响测定结果。临床上较少使用。

2. 膈神经刺激

自主吸气测量的指数无法单独分离出膈肌的作用, 但由于膈肌仅由膈神经支配, 因此膈神经刺激 (phrenic nerve stimulation, PNS) 提供了一种分离其他吸气肌来研究单独膈肌的特定方法。PNS 的优点是它消除了中枢神经系统的影响, 可以提供有关膈肌功能的重要信息, 即收缩力如何转化为压力的信息, 并可用于确认收缩是否达到最大。

(1) 电刺激: 经皮电刺激通过放置于环状软骨水平胸锁乳突肌后缘的电极刺激双侧膈神经。如果操作熟练, 电刺激可以引起单独的膈肌收缩, 便于单独评定膈肌的功能。但电刺激存在一些技术上的困难和不足之处, 包括刺激强度高、固定电极与神经接触困难、刺激过程中可能引起受试者不适、难以找到神经或获得可靠刺激等。

(2) 磁刺激: 磁刺激具有相对无痛的优势, 能够有效地刺激神经结构。与电刺激相比, 磁场能够穿透皮肤和骨骼, 直接作用于深层神经结构, 临床应用中具有较为广泛的应用前景。磁刺激线圈位于颈 7 棘突上, 刺激可引发膈肌收缩, 但颈部磁刺激缺乏定位于膈肌的特异性, 因为它会同时刺激由颈段或腋丛神经支配的其他肌肉。因此, 通过颈部磁刺激对抽搐跨膈压 (twitch transdiaphragmatic pressure, Pdi, tw) 的解释与通过电刺激的不完全相同。

由 PNS 产生的压力反应被广泛用于研究膈肌的收缩。PNS 产生的膈肌收缩可由抽搐跨膈压和抽搐口腔压, 是客观反映膈肌肌力的重要指标。但用口腔压力来反映膈肌肌力需保证压力从肺泡到口腔的充分传输, 因此不适用于存在气道阻塞的患者。PNS 产生的压力反应在临床评估膈肌肌功能中起着重要作用。当自主测试结果不确定时, 可以使用 PNS 来确定和量化膈肌肌力。

3. 影像学评定

在近十年里, 超声和磁共振成像 (MRI) 已成为评估呼吸肌的热门方法。相

比于肺功能测试，超声和 MRI 评估呼吸肌不受患者主观因素影响，同时能更早的发现呼吸肌功能障碍，单独评估某一呼吸肌的结构和功能。

当前的超声和 MRI 技术主要用于评估神经肌肉疾病（NMDs）中的呼吸肌肉结构和功能。超声技术主要用于评估难以观察到的呼吸肌肉，如膈肌、肋间肌和腹壁肌肉。超声技术使用高频声波来生成图像，可以直接测量肌肉的厚度、收缩能力和运动模式。由于其安全性、可用性和效率，膈肌超声已越来越多地应用于重症监护病房（ICU），为临床医生提供了一种预测机械通气患者拔管结果并确定最佳拔管时刻的新方法。膈肌移动度（DE）和膈肌增厚分数（TFdi）是评估膈肌功能最广泛使用的超声指标。DE 和 TFdi 分别反映膈肌的收缩和运动，通常被认为可以预测拔管结果。

MRI 技术在评估呼吸肌肉方面提供了更全面的信息，可以提供更高的解剖细节和对肌肉组织的化学成分的评估。MRI 可以通过测量肌肉信号的脂肪分数来评估肌肉的脂肪浸润程度，并且可以观察到肌肉的颤动和运动模式。另外，MRI 还可以评估肌肉的磁共振弹性成像，这可以提供肌肉的组织刚度信息。然而，当前的超声和 MRI 技术在呼吸肌肉成像方面仍存在一些限制和挑战。超声成像受分辨率和穿透力之间的折中影响，尤其是在存在脂肪或纤维组织的肌肉情况下。此外，超声成像的标准化测量程序和正常值的差异也存在问题。MRI 成像方面，目前缺乏关于呼吸肌肉功能自然进展的研究，以及大样本的正常参考值的数据。要解决这些限制和挑战，需要进一步的技术发展和标准化测量程序。目前尚需进行更多研究，以确定超声和 MRI 技术在神经肌肉疾病中的应用和临床实用性，以及其作为临床试验中的呼吸功能评估指标的价值。

4. 电生理技术评定

电生理技术可以通过肌电图和刺激测试来评估呼吸肌肉功能。肌电图用于评估激活水平、诊断神经肌肉病理和评估肌肉收缩效果，而刺激测试用于测量神经和神经肌肉传导的效率。

（1）肌电图

肌电图可以用来评估呼吸肌肉的激活水平和模式，检测和诊断神经肌肉病变，并与机械功能测试相结合，评估呼吸肌肉收缩的能力。①表面电极：肌电图可以通过表面电极和食道电极记录膈肌的活动。表面电极需要皮肤剃毛、清洁和干燥

后,将电极放置双侧胸锁乳突肌外侧缘下 1/3 和双侧锁骨中线第二肋间,即膈神经体表投影区。表面电极是非侵入性的,可以采样大量的运动单位,但需要注意其他肌肉的干扰和不同体型对信号幅度的影响。②食道电极:食管电极是安装在导管上的金属电极,导管通过鼻腔或口腔插入,并将电极环放置在膈肌的水平。食管记录的优点是它们不受脂肪的影响,并且当与食管和胃压力监测器一起使用或组合到同一导管中时,它们可以同时记录膈肌肌电图和跨膈压力。食道电极提供了更具体的信息,但是该技术是侵入性和较为复杂的。③肌内电极:通过超声辅助在肋间插入针式电极可用于监测膈肌的肌电活动。与表面电极相比,优点式植入式电极的串扰问题较小,可单独反映膈肌的功能。然而,植入电极属于侵入性且技术难度较大。

(2) 刺激测试

通过植入电极或通过外部施加的电场或磁场对周围神经、脊髓或皮质进行刺激,以可重复和可预测的水平引起运动单位相对同步的激活。由此产生的复合动作电位和随后的肌肉收缩可以测量神经和神经肌肉传递的效率。刺激测试用于测量神经和神经肌肉传导的效率。电刺激可以使用电刺激器进行,便宜且相对选择性高,但是患者会有不适感且在技术上可能有一定困难。磁刺激更容易实现且较为舒适,但选择性可能较低且成本较高。

目前,通过 PNS 测定的抽搐跨膈压、膈肌超声、MRI 及肌电图都可以独立对膈肌进行评估,但是每种技术都有其优势和短板,仍需要完善技术以满足精准化评估膈肌的需求。

三、呼吸功能障碍评定目前研究水平

(一) 呼吸功能障碍评定高水平研究成果

在 pubmed、web of science、谷歌学术等数据库中检索与呼吸功能障碍评定相关的在 JCR Q1 区杂志发表的论文,共检索出 11 篇高质量论文,主要包括肺功能评定、呼吸肌功能评定。目前研究成果。其中 2 篇为高被引论文,包括一篇由欧洲呼吸病协会根据横断面研究整理的数据库发布了多国人群的肺功能预测

公式，被引次数为 3589 次，一篇为欧洲呼吸学会工作组总结呼吸肌功能评估最新方法的综述，被引次数为 294 次。其中 1 篇为热点论文，主要评估了新冠肺炎对肺功能、功能能力和生活质量的中期影响。上述论文的内容主要包括以下方面：

1. 肺功能评定

(1) 肺功能预测公式

2012 年，欧洲呼吸病协会组织了全球肺功能倡议（Global Lung function Initiative, GLI）网络，根据横断面研究整理的数据开发参考方程，推出了多国人群的肺功能预测公式，发现我国北方人群的肺功能指数、FEV₁、FVC 均显著高于南方人群，因此推荐我国南方人使用东南亚（GLI-2012 SE equations）公式，北方人使用东北亚（GLI-2012 NE equations）公式，但该横断面研究纳入的样本量较小，其在我国人群中是否适用缺乏高质量研究支持。

我国李强等人的一项全国多中心、横断面研究，收集了来自我国 28 个省市自治区的 11392 名年龄大于 20 岁且无吸烟史的健康人的肺功能数据，这些肺功能的测试过程均严格按照 2005 年美国胸科学会（American Thoracic Society, ATS）和欧洲呼吸学会（European Respiratory Society, ERS）的标准，且进一步通过人工智能筛选得到高质量的数据。该研究发现，总体上我国南北方人群肺功能指数并无显著区别，这显示 ERS 推荐的中国人肺功能预测公式的意见并不准确。而在老年人群中，北方人群的肺功能指数略高于南方人群。进一步的分析发现，使用 GLI-2012 NE equations 显著高估了中国南北方人群的肺功能指数，而 GLI-2012 SE equations 则相对较为适合于整个中国人群。在此大样本数据基础上，研究者采用 the Lambda-Mu-Sigma 方法建立了新的肺功能预测公式，发现新公式可以更好地拟合中国人群的数据，表现为 z 指数更小的标准差。总之，该研究发现 ERS 于 2012 年推出的多国人群肺功能预测公式中关于中国人群的推荐意见并不完全准确，需要进一步修正。该研究在此基础上建立了新的适合中国人的肺功能预测公式，有望为我国呼吸系统疾病的诊治提供新的证据。该研究得到了科技部国家重点研发计划“慢阻肺早期筛查、防治及呼吸健康管理的物联网技术研究推广”的资助支持。

(2) 肺功能评定进展

近年来，两个新的肺功能评定方法受到了关注，帮助我们更好地表征和理解

慢性气道疾病,并且它们在研究领域的转化和采用可能有助于实现个性化的患者护理。

①呼吸振荡检查,也称为强迫振荡检查,是指应用强迫振荡技术(forced oscillation technique, FOT)测量呼吸系统力学性质的一种肺功能检查。因呼吸振荡检查过程仅需平静呼吸,故适用范围较广,既可用于普通人群的肺功能检查,也可用于如年幼儿童等无法配合完成常规肺功能检查的受检者,且其所测量的频率依赖性可反映外周气道阻塞情况,是目前临床和科研领域评估小气道功能的重要方法之一。2003年,ERS首次发布了针对FOT在临床实践中的技术指南。2020年,ERS发布了新一版的FOT技术指南,在2003版指南的基础上对振荡检查的硬件设置、软件设置、测量流程和质量控制等方面提出了新的技术建议和标准。目前研究发现,FOT可以用于识别哮喘,例如Cottee等人的研究发现通过FOT评估哮喘后持续性支气管扩张剂反应可以识别哮喘控制不良。电抗参数在识别哮喘控制不良方面比肺活量测定法更敏感,支持在哮喘临床管理中使用FOT补充肺活量测定法。此外,鉴于FOT易于执行,FOT特别适合远程监测,一些研究已经证明了其在哮喘和COPD的家庭远程监测中的可行性。除了提供疾病状态的测量外,FOT远程监测还可以进一步促进早期、客观地发现COPD急性加重,可缩短COPD急性发作的持续时间,从而减轻其带来的巨大健康和经济负担。最近一项关于FOT家庭监测的大型随机介入试验显示,FOT家庭监测可使部分高危患者重复住院率显著降低(-54%)。

②多次呼气氮气冲洗法(multiple breath nitrogen washout measures, MBNW):是临床用于评估小气道功能的方法。气体通过大气道输送和小腺泡弥散在肺内流通,这两种气体运输机制在呼吸终末细支气管末端交汇,MBNW即利用这一点进行气道炎症异质性的评估。MBNW已被用于检测哮喘和COPD的疾病状态,在急性发作期,传导气道通气异质性和腺泡通气异质性均表现出异常。此外,MBNW指数也与哮喘患者的不同气道炎症特征相关,传导气道通气异质性常持续伴有气道嗜酸性粒细胞增多,而腺泡通气异质性常伴有气道中性粒细胞增多。这些关联可能对未来的治疗方式产生影响,例如新的生物制剂。此外,MBNW测定结果还被证实与小气道炎症、气道高反应性、小颗粒皮质类固醇治疗后病情改善和哮喘控制相关。

上述两种肺功能检测方法因商用设备的日益普及,使它们从纯研究工具过渡到临床呼吸医学新兴用途。虽然国际上对这两种测试的最佳实践都有建议,但设备、软件算法和方案之间存在差异,限制了 FOT 和 MBNW 的可比性和临床实用性。缺乏可比性也影响了从健康人群中获得可靠和/或广泛适用的参考值以得出预测方程,需进一步研究。

(3) 肺功能与 DNA 甲基化

Lee 等人完成了一个纳入 17500 多人的多民族表观基因组关联研究,这是第一个大规模多血统研究,研究血液 DNA 甲基化与肺功能之间的关联。鉴定了许多与肺功能差异甲基化的新型 CpG,包括 1297 个 CpG 的差异甲基化与 FEV1、FVC 或 FEV1/FVC 有关,其中 1240 例为第一次描述,73 例与 COPD 有关。在对不同祖先进行比较时,294 个与肺功能相关的 CpG 是欧洲或非洲祖先独有的,395 个 CpG 是从不吸烟或从不吸烟的人独有的。Lee 等人的研究是肺表观遗传学领域的重大进展,为 21 世纪对复杂肺部疾病的见解奠定了基础。这些结果可用于开发肺部疾病预测生物标志物的表观基因组风险评分,为肺功能损害和呼吸系统疾病的发病机制提供新的见解。

2. 呼吸肌功能评定

评估呼吸力学和肌肉功能对临床实践和研究目的都是至关重要的。自 2002 年发表关于呼吸肌肉测试的 ATS/ERS 声明以来,在过去的 16 年里,已经进行了大量的研究。在呼吸力学、呼吸肌肉神经生理学(肌电图、脑电图、经颅磁刺激)和呼吸肌肉成像(超声、光电体积描记术、结构光体积描记术)领域取得了重大进展。2019 年欧洲呼吸学会工作组发表了一篇综述,审查了健康和疾病方面的呼吸肌肉测试领域,特别是参考了自先前的 ATS/ERS 声明以来获得的数据,总结了最近的科学和研究方法。包括以下的部分:

(1)呼吸肌功能相关评定方法

①气道开口、食管和胃的压力检测②呼吸肌力随意测试③在自主活动场景下检测食道和胃压力:气道阻塞肌萎缩侧索硬化患者等无创测量提供信息不准确时,在咳嗽或者嗅探时检测食道和胃压力;④呼吸肌肉相关的呼吸力学 A. 肺功能测试;B. 呼吸肌肉努力指数;⑤诱发操作:对膈肌功能和疲劳的非自主意志评估(即收缩活动后产生力/压力的能力降低)可以通过膈神经刺激、膈肌收缩来实现;

⑥呼吸肌耐力试验。

(2)呼吸肌神经生理学测试

①肌电图测量呼吸运动神经元的输出；②脑电图测试运动和运动前区域的参与；③经颅磁刺激评估呼吸肌肉的神经通路。

(3)呼吸肌成像

①超声：包括 A：横膈膜超声：采用两种超声方法观察横膈膜：腋下肋间入路（位于对位区）和肋下入路（以肝脏或脾脏为声学窗口）。B. 膈外吸气肌超声。此外，研究还发现超声检查在呼吸功能障碍的评估中，尤其对危重患者的呼吸功能障碍有重要价值。包括：A. 可使用横膈膜超声来预测拔管成功，但目前还需进一步的研究，现有研究数据暂不推荐应用于临床；B. ABCDE 方法—脱机失败患者的系统超声评估：对于撤机失败患者，建议采用结构化的综合方法，结合临床参数、实验室参数（例如，pro-BNP）以及肺、心脏和呼吸肌的超声评估。ABCDE 超声评估的内容包括：肺充气分数+胸腔积液、膈膜下超声、心脏超声、膈肌超声、膈外呼吸肌超声；C. 呼吸肌超声在评估患者-呼吸机相互作用中的作用：患者-呼吸机异步性可定义为神经吸气时间和呼吸机吸气时间不匹配。多达一半的机械通气患者会出现这种情况。目前食管压和横膈膜电活动的测量是被用作评估患者-呼吸机相互作用的最新技术，但这两种技术是侵入性的，限制了它们在日常实践中的使用。膈肌超声可能是检测大多数类型的患者-呼吸机异步的合理替代方案，但需要进一步的研究来确定其确切作用。②光电体积描记术：是一种测量胸壁及其腔室体积的潮汐变化的技术。③影像学：如 X 线、MRI 等。

(4)呼吸肌结构、灌注和代谢

包括近红外光谱、耗氧量、肌肉活检、肌肉类型、线粒体功能、氧化应激、炎症等的评估。

这篇文章总结了除了呼吸肌力、耐力和疲劳评估的常用评估方法外，还包括一些呼吸肌肉评估的新信息，为呼吸肌肉功能提供了重要的见解，包括它与大脑和心血管功能的整合、呼吸困难和运动耐力，以及目前国际上针对呼吸肌功能的评估手段。

(二) 国内呼吸功能障碍评定高水平研究团队

呼吸功能障碍评估涉及呼吸与危重医学科、康复医学科、重症医学科等多学

科的专业领域，近年来影像科学、病原微生物学、基因组学、流行病学等研究团队也丰富了呼吸功能障碍评估研究队伍的组成。

1、王辰教授团队首次在国内采取多中心前瞻性队列研究 BODE 指数与 COPD 患者生活质量的横向和纵向关联性，并经过长达 1 年的随访发现，在稳定期 COPD 患者中，BODE 指数与 SGRQ 评分的横断面和纵向相关。BODE 指数可能被用作评估稳定期 COPD 患者生活质量状况和监测疾病进展的敏感工具。

另外，他们利用自主呼吸动态磁共振成像 (dynamic magnetic resonance imaging, D-MRI) 定量研究中国肺功能正常人群的膈肌和胸壁运动特征，发现在安静呼吸和深呼吸时，胸壁在前后方向上的运动都很突出，膈顶点和后膈运动比前膈运动更明显，说明 D-MRI 定量评价呼吸肌运动的可能性。并且进一步使用三维肺 MRI (3-dimensional pulmonary magnetic resonance imaging) 的弹性配准算法定量分析特发性肺纤维化 (idiopathic pulmonary fibrosis, IPF) 的肺弹性，并评估其与 IPF 患者严重程度相关性，发现 IPF 患者的肺弹性降低，与呼吸困难、运动耐量、健康相关生活质量、肺功能和肺纤维化程度相关。提出基于 3D-PMRI 弹性配准的肺弹性可能是定量评估 IPF 严重程度的一种新的非辐射成像生物标志物。

其团队近年呼吸功能障碍评估相关 Q1 区 SCI 文章：

1. Lin YX, Xu WN, Liang LR, et al. The cross-sectional and longitudinal association of the BODE index with quality of life in patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Chin Med J (Engl)*. 2009.
2. Yang X, Yu P, Xu W, et al. Elastic Registration Algorithm Based on Three-dimensional Pulmonary MRI in Quantitative Assessment of Severity of Idiopathic Pulmonary Fibrosis. *J Thorac Imaging*. 2023.
3. Yang X, Sun H, Deng M, et al. Characteristics of Diaphragmatic and Chest Wall Motion in People with Normal Pulmonary Function: A Study with Free-Breathing Dynamic MRI. *J Clin Med*. 2022.

2、李立明教授团队率先在国内纳入 100285 名受试者样本，进行肺功能大规模全基因组关联分析，并确定了 9 个与肺功能相关的新基因位点，其中 6 个与 FVC 相关，3 个与 FEV1/FVC 相关；同时还发现了中国人肥胖性状基因与肺功能相

关基因之间存在共享的遗传位点，主要体现在重要的生物学路径表达方面，包括细胞增殖、胚胎、骨骼和组织发育以及基因表达的调控；并在一项全球多中心研究中发现了 97 个与肺功能相关的基因位点，进一步说明全基因组关联分析用于肺功能评估，肺功能相关的基因可能参与 COPD 的发生发展，可提高影响 COPD 风险预测的分辨率。

其团队近年呼吸功能障碍评估相关 SCI 文章：

1. Zhu Z, Li J, Si J, et al. A large-scale genome-wide association analysis of lung function in the Chinese population identifies novel loci and highlights shared genetic aetiology with obesity. *Eur Respir J.* 2021.
2. Wain LV, Shrine N, Artigas MS, et al. Genome-wide association analyses for lung function and chronic obstructive pulmonary disease identify new loci and potential druggable targets. *Nat Genet.* 2017.
3. Shrine N, Izquierdo AG, Chen J, et al. Multi-ancestry genome-wide association analyses improve resolution of genes and pathways influencing lung function and chronic obstructive pulmonary disease risk. *Nat Genet.* 2023.

3、肖毅教授团队在国内率先开展痰液微生物组学与 COPD 的关系，在一项国内队列研究中借助 16S 核糖体 RNA 基因测序，发现与稳定期 COPD 和健康对照组相比，急性发作期和恢复期 COPD 患者的痰液细菌多样性显著降低。急性发作期 COPD 患者痰液样本中鉴定出的最优势菌属是变形菌，占微生物构成的 30%。与稳定期 COPD 组相比，急性发作期 COPD 患者厚壁菌属和拟杆菌属的相对丰度降低，而变形菌属和放线菌属的相对丰度增加，更为重要的发现是韦荣氏球菌属（*Veillonella*）的比例与肺功能呈正相关，葡萄球菌与炎症指数呈正相关。呼吸道微生态菌群的研究为呼吸功能的评估提出了一种全新的视角。

其团队近年呼吸功能障碍评估相关 Q1 区 SCI 文章：

1. Su L, Qiao Y, Luo J, et al. Characteristics of the sputum microbiome in COPD exacerbations and correlations between clinical indices. *J Transl Med.* 2022.

2. Wang J, Chai J, Sun L, et al. The sputum microbiome associated with different sub-types of AECOPD in a Chinese cohort. BMC Infect Dis. 2020.

呼吸功能评估领域在康复专业团队的高水平研究成果较少,这与我国呼吸功能障碍康复开展时间较晚,技术力量薄弱,其他相关临床科室呼吸康复观念滞后有关系,并且有很大部分存在呼吸功能障碍的呼吸系统疾病患者没有康复医学科及时介入。

四、呼吸功能障碍康复评定的国际前沿/发展趋势

(一)呼吸肌成像

1. MRI: 随着 MRI 技术的不断完善和发展,显现出 MRI 对肺部成像的优势,使肺 MRI 功能成像成为可能。临床所用的功能性肺 MRI 通常需要静脉注射或吸入对比剂,弥补气体质子密度低的缺陷。单次吸入超极化惰性气体能够完成肺通气的直接测量,但仍不能直接评估肺部组织通气和气体交换的动态变化,更不能评估肺泡毛细血管血流动力学的变化程度。然而,超极化 ^{129}Xe 磁共振具有无创性、无电离辐射等优点,不仅可以通过 3D 成像显示肺部通气功能和肺脏气血交换功能,还可以反映肺部的形态学信息,特别在 COPD、肺气肿、特发性肺纤维化、急性肺水肿、肺动脉高压等疾病中具有非常重要的监测与评估意义。超极化 ^{129}Xe 磁共振是通过自旋交换光泵方法,将惰性气体 ^{129}Xe 的核自旋极化度提高 5 个数量级,使得气体磁共振成像成为生物医学应用的重要影像学检查。通过胸腔质子 MRI 图像信息可以计算肺部通气残气比;利用超极化 ^{129}Xe MRI 的 DWI 图像可获得气体在气道内的扩散系数;结合相应的数据模型,超极化 ^{129}Xe MRI 的多扩散敏感因子能够全面评估疾病引起的气道微结构改变;超极化 ^{129}Xe 气体进入肺泡后,结合 MRI 可探测人体肺泡内氧气的浓度分布及消耗速度,同时对溶解态 ^{129}Xe 信号直接进行 MR 成像得到超极化 ^{129}Xe 在肺泡、肺组织/血浆和红细胞中不同的化学移位,从而得到肺部气体交换功能,是目前肺部 MRI 功能成像的前沿技术。

2. 电阻抗断层成像 (electrical impedance tomography, EIT): 电阻抗断层成像技术作为成像检测技术的一个新方向,可以实现组织通气及血液灌注的实时动态监测。目前 EIT 在呼吸康复的呼吸功能评定、气道廓清、呼吸肌训练及效果评价等多方面均有着较强的应用价值。

3. 组织多普勒成像技术 (Tissue Doppler imaging, TDI): TDI 是应用多普勒处理技术对组织运动进行成像和量化,可测量肌肉等张收缩的收缩强度和持续时间以及平台期和舒张期的运动情况。目前,多项研究将 TDI 应用于膈肌功能评价,结果显示 TDI 可通过膈肌组织速度-时间波形提供膈肌收缩动力学的详细信息,与二维 M 型超声相比,TDI 具有更高的灵敏性,可用于评估不可见收缩的肌肉运动反应。同时联合 M 型超声可综合评估膈肌功能,对机械通气患者撤机结局有较高的预测价值,具有较高的临床价值。

4. 膈外吸气肌超声: 辅助吸气肌的超声评估可以增加有关患者吸气努力和患者-呼吸机相互作用的信息。如胸骨旁肋间肌超声可能是评估通气患者呼吸肌泵容量/负荷平衡的有用工具,主要用于评估吸气时肋间外肌的肌肉厚度增加,但除膈肌以外的呼吸肌对呼吸衰竭的影响仍知之甚少,很少有研究应用超声波来评估膈肌外吸气肌,且没有研究专门研究评估肋间肌肉在不同呼吸设备(如无创通气)支持期间的的作用。在机械通气期间,膈肌的评估可能没有异常,但肋间肌的显著增厚可间接反映膈肌功能障碍。综上,胸骨旁肋间肌超声可能是未来研究中评估呼吸肌的有用工具。目前研究较少,需要使用标准化方法进行进一步研究,包括在机械通气患者中的研究,确定参考值。

5. 腹壁呼气肌超声: 主要使用超声评估呼吸活动时腹肌的厚度,评价指标主要使用呼气腹肌增厚分数反映呼气肌做功。目前研究的初步数据似乎表明呼气腹肌增厚分数与呼气力产生之间存在合理的相关性。但与横膈膜相比,呼气肌具有更多的自由度;一个肌肉层的主动收缩可能直接影响相邻层的缩短和位置,这可能会使呼气腹肌增厚分数的解释更加复杂。此外,由于收缩过程中腹部肌肉的几何形状,缩短、增厚和压力产生之间的关系很复杂。未来的研究应注意评估呼气肌压力与呼气腹肌增厚分数之间的关系及其临床相关性。

(二) 肺功能评定

1. 肺功能预测公式: 确定肺功能“正常”水平的预测方程是在 1961 年 Kory

及其同事制定的。这些方程标准化了肺活量计测量的定时体积，包括 1 秒内的用力呼气量和用力肺活量，以帮助诊断呼吸系统疾病。Kory 及其同事的研究对象都是男性，没有呼吸系统疾病的白人。在 1970 年代，参考值演变为包括不吸烟的无呼吸道疾病的白人男性和女性。ATS 和 ERS 于 2005 年制定的技术标准建议对肺功能检查进行种族特异性解释。2012 年，ERS 推出了多国人群的肺功能预测公式，推荐我国南方人使用东南亚（GLI-2012 SE equations）公式，北方人使用东北亚（GLI-2012 NE equations）公式，但纳入的样本量较小，其在我国人群中是否适用缺乏高质量研究支持，我国李强等人针对我国人群的多中心研究发现欧洲呼吸病协会于 2012 年推出的多国人群肺功能预测公式中关于中国人群的推荐意见并不完全准确，需要进一步修正。目前估计中国人群的正常肺功能多采用多种矫正后的西方人群肺功能公式，且各地区和医院所使用的肺功能预测公式并不一致；这些矫正后的肺功能公式是否能够精确反映我国人群真实肺功能指数尚不清楚，而不恰当的应用这些公式有可能严重影响我国呼吸系统疾病的诊治以及病情严重程度的评估。因此，建立适合中国人群的肺功能预测公式有着重要的临床应用价值，需进一步的研究。

2. 肺功能评定方法：针对呼吸振荡检查和多次呼气氮气冲洗法两个检测小气道功能障碍的新的肺功能评定方法，迄今为止，大多数研究仅限于较小的机制研究；在未来的大型队列研究中纳入这些详细的、高度敏感的功能测量，将使我们能够将小气道功能障碍与全面的生物标志物和临床结局相关联，并为临床表型增加一个全新的维度。此外，在涉及新治疗方式（例如热成形术和哮喘新生物制剂）的介入研究中，将这些功能指标与炎症分析相结合，将有助于在气道疾病的个性化管理中激发小气道功能障碍作为潜在可治疗性状的作用。

3. 肺功能评定相关的组学研究：目前越来越多的组学已被研究，以了解与人群水平的低肺功能相关的因素。现在需要的是将肺和血液中的多种组学方法结合在一起，以了解肺功能生长和下降的病理生理过程以及疾病的遗传，环境和病理触发因素。组学数据的这种整合，特别是表观遗传学和基因表达数据，对于深入了解一系列急性和慢性疾病的发病机制有特别的价值。

（三）远程医疗实时呼吸功能监测

基于远程医疗非接触的实时呼吸监测正成为人们越来越感兴趣的领域，这些

设备可能的应用领域涉及临床、职业和娱乐环境，这迫使研究人员和公司制定合适的策略来监测用户的整体状态。因此，远程医疗技术通常旨在及早识别异常生理状况，这些疾病可以反映慢性呼吸系统疾病、严重不良事件，如心脏或呼吸骤停、睡眠呼吸暂停或其他心理生理应激源。

目前的一些基于远程医疗的可穿戴设备对呼吸活动的评估主要使用呼吸频率、潮气量反映呼吸状况，然而，所提出的可穿戴解决方案的准确性可能不够令人满意。事实上，目前关于肺活量测定校准检查的建议表明，最大相对误差应保持在 $\pm 3.5\%$ 以内，以防止出现明显的误差。但目前可穿戴传感器只能保证在准静态条件下的相对体积误差等于 10% 或更大，这对于某些监测情况（例如临床环境）可能是不可接受的。当受试者参与动态任务（例如，走路、跑步和做作业）时，误差会进一步增加。因此，尽管可用的解决方案范围很广，但在分类和配置方面，未来的研究应主要面向提高可穿戴设备的性能，并根据其准确性和可靠性确定可能的应用。一些现有的可穿戴设备数据仅来自少数志愿者，数据集不够大，无法避免过度拟合。为避免相互干扰，一些系统只能测量一个人的呼吸，这些问题如若得到解决，在呼吸监测上将会实现重大的突破。

此外，已有研究人员和公司开发出可使用主动声学传感来测量下气道口径的内部变化，然后利用机器学习来分析用于肺部疾病评估的感觉数据的设备，并检测到该设备在疾病预测方面达到 75% 的准确率，在估计肺功能指数方面误差为 $11\%-15\%$ 。鉴于这种准确性与使用肺活量测定法的临床实践相当，但仍需进一步的研究和数据支持。

更进一步地，一些远程医疗设备已经开始检测呼吸时呼出气体的成分：口罩形式的可穿戴传感器已进行了测试，通过电化学传感检测过氧化氢（几种呼吸道疾病的生物标志物，如哮喘、慢阻肺和癌症），并通过集成自供电压力传感器监测呼吸条件（如呼吸率、咳嗽和屏气）。新冠肺炎疫情进一步将呼吸分析作为检测含病毒气溶胶的方法带到了一线。例如，带有冻干 CRISPR 的口罩可以使用传统的侧向层析检测 SARS-CoV-2，而光学嗅探器（比色传感器阵列）可以联合患者病历和实时聚合酶链反应（RT-PCR）的结果，对新冠肺炎的严重程度进行半定量分析。

与可穿戴远程医疗呼吸分析相关的伦理考虑包括患者数据收集、患者安全、

责任、法律责任、用户合规性、可访问性和公平性，这些都需要在可穿戴呼吸传感器的设计和临床应用中加以考虑。责任和患者安全是治疗应用中可穿戴设备的特别关注点。法律责任源于将患者数据集成到数据处理程序中，以及模型和训练数据库选择中的错误或偏差，这反过来决定了可穿戴设备输出对最终诊断判断的贡献。此外，考虑到编程语言、数据库和某些疾病的医学提示，误用设备和缺乏软件更新也会导致责任问题，需进一步完善。

五、亚专业的专家在国际学术组织任职情况

1、王辰教授，中国工程院院士，中国医学科学院（北京协和医学院）校长，中国工程院党组成员、副院长。现任美国国家医学院外籍院士，欧洲科学院外籍院士，欧洲科学与艺术学院院士，世界卫生组织结核病战略和技术咨询专家小组成员，全球抗击慢性呼吸疾病联盟副主席，全球慢病联盟董事会成员，《柳叶刀》新冠肺炎委员会成员，中国医学科学院学部委员，第十四届全国政协常委，国家呼吸系统疾病临床医学研究中心主任。

2、李立明教授，北京大学公众健康与重大疫情防控战略研究中心主任，北京大学公共卫生学院教授、博士生导师。历任英国牛津大学、美国加州大学洛杉矶分校、美国杜兰大学、澳大利亚格林菲斯大学客座/兼职教授，香港中文大学荣誉教授，北京大学校长助理、北京大学医学部副主任，中国预防医学科学院院长，中国疾病预防控制中心首任主任，中国医学科学院、北京协和医学院党委书记、常务副校长；教育部第十届国家督学，教育部高等学校公共卫生与预防医学专业教学指导委员会主任委员；中国健康促进与教育协会会长，中华预防医学会副会长，流行病学分会名誉主任委员、常务委员，中华医学会医学教育分会前任主任委员；《中华流行病学杂志》、《全球健康（英文版）》杂志主编，《China CDC Weekly（英文）》副主编。1997年获美国 EISENHOWER 总统奖，2006年获美国约翰霍普金斯大学杰出校友奖，2010年当选英国皇家医学院公共卫生学院荣誉院士（HonFFPH），2017年当选欧亚科学院院士。

3、肖毅教授，北京协和医学院呼吸与危重医学科主任，主任医师，博士研究生导师，中华医学会物理医学与康复学分会第12届委员会

究生导师。现任中华医学会呼吸病学分会专家会员、中华医学会呼吸病学分会常委，睡眠呼吸障碍学组组长、北京医学会呼吸病学分会副主任委员、中华结核和呼吸杂志编委，中华内科杂志编委，国际呼吸杂志资深编委。长期从事呼吸系统疾病的临床和科研工作，尤其睡眠呼吸疾病，主持和承担了国家科技部十五，十二五，十三五科技支撑计划等科研项目，主编多部呼吸系统疾病临床诊疗专著。

六、呼吸功能障碍康复评定的重大科学基础设施

应用于呼吸功能障碍康复评定研究的重大科学基础设施，主要包括以下几大类。

表 1 呼吸康复评估基础设施设备及其优势和短板

| 呼吸康复评估方法 | | 设备 | 优势 | 不足 |
|----------|--|---------------|---|------------------------------------|
| 血气分析 | | 血气分析仪 | 对从肺动脉取得的血液进行氧气和二氧化碳等气体成分进行定量分析的方法。可以评估肺部的气血交换的效率。 | 对技术操作有一定要求，标本质量会受到患者体温、情绪和吸氧状况等影响。 |
| 膈肌超声 | | 肌骨超声仪 | 设备易搬动、成本低、无创性 | 检查者主观因素影响常存在一定的误差 |
| X 线 | | 数字化 X 线机 (DR) | 简便、经济，检查时间短 | 只能获得二维的投影成像，得到的肺部影 |

| | | | | |
|---------------|--|--------------|---|--|
| | | | | 像会被胸腔的其他部位组织覆盖导致其成像质量不高 |
| CT 肺功能成像技术 | 计算机断层扫描 (CT) | 计算机断层扫描系统 | 可提前发现肺部结构的改变, 定量描述肺部结构破坏的严重程度, 因此具有潜力成为呼吸功能障碍评估或预后指标。 | 定量CT测量的价值在不同呼吸系统疾病造成的呼吸功能障碍中尚无公论 |
| | 单光子发射式计算机断层仪 (SPECT) / 计算机断层显像 (CT) 成像 | SPECT /CT 系统 | 具有高的空间分辨率, 并能估计各种血流动力学参数 | 该检查是在电离辐射下进行的, 所以限制了患者的检查次数 |
| 肺部 MRI 功能成像技术 | MRI 肺通气成像 | 超导磁共振成像系统 | 可以获得高信噪比和高空间分辨率的肺部形态和功能图像, 同时获得肺组织内气体转换的信息 | 需要患者屏气的依从性和配合, 需加用门控技术, 硬件需要有特异性胸部射频线圈和有成像超级化的宽带磁共振扫描仪以及具备获取图像 |

| | | | | |
|--|--|--------------------|---|--|
| | | | | 的快速脉冲序列 |
| | MRI 肺灌注成像 | | 利用水质子作为内源性对比剂，无创伤性，组织对比度较好；可重复性较强，因为不使用造影剂，所以可以无限制的重复 | 只能提供灌注的信息，无法提供与灌注相关的组织学解剖信息，并且只能提供肺容量的信息，不能直接测量肺血容积和平均通过时间 |
| | 超短回波时间（ultrashort time of echo, UTE）成像 | 4D/3D UTE MRI 成像系统 | 不需要额外的呼吸监测设备，从采集到的 K 空间数据中直接估计呼吸信号，所有采集到的数据被分入不同的运动状态，并使用基于图像序列时空相关性的压缩感知算法重建出动态图像。它可以提供人体在自由呼吸条件下的肺部结构 | 对设备和技术要求高 |

| | | | | |
|----------------|----|-----------|--|---|
| | | | 和功能成像 | |
| 心肺系统的电阻抗断层扫描成像 | | 电阻抗断层扫描成像 | 利用生物阻抗所携带的丰富生理和病理信息，实现无损伤功能性成像和医学图像监护 | EIT 不能提供组织的精确解剖学定位，其分辨率偏低，越接近身体中央部位，空间分辨率越低，不能用于肺形态学的准确表示；胸腔阻抗受 PEEP、血管外肺积水、体位、电极缚带位置等多种因素的影响，目前缺乏相关规范化的临床指标及操作流程 |
| 肺功能测定仪 | 台式 | 肺功能测定仪 | 通常由压力/流量型体积描记仪、热线式流量计及多种气体分析仪组成，对于早期检出肺、气道病变、评估疾病的严重程度 | 对患者配合依从性要求较高 |

| | | | | |
|----------|-----|-----------|--|--------------------|
| | | | 及预后，评定药物或其他治疗方法的疗效，鉴别呼吸困难的原因，诊断病变的部位、评估肺功能对手术耐受力或劳动强度耐受力及对危重病人的监护等方面有重要指导意义，敏感度高，重复检测方便，病人易于接受 | |
| | 便携式 | 便携式肺功能仪 | 具有上述全部或部分功能，拥有床旁操作的便利性 | 同上 |
| 呼吸肌压力测定仪 | | 呼吸肌力测试仪 | 可以测量口腔和鼻腔的呼吸压力，使用方便，体积小，重量轻移动方便 | 对患者配合依从性要求较高 |
| 膈肌肌电图 | | 肌电图与诱发电位仪 | 可通过食管电极、体表电极和经皮穿刺肌 | 容易受到其他非膈肌电信号干扰（比如心 |

| | | | | |
|--|--|---|---|--|
| | | | 肉内电极测定，目前多数用食管电极检测，能够发现早期呼吸肌疲劳和膈肌做功强度变化 | 脏、血管搏动等) |
| 心肺运动试验 (cardiopulmonary exercise testing, CPET) | | CPET 系统(包括心电图监测系统 (ECG)、气体交换系统、跑台或功率车等) | 综合评价人体呼吸系统、心血管系统、神经生理以及骨骼肌系统对同一运动应激的整体反应，通过测定人体在休息、运动及运动结束时恢复期每一次呼吸的氧摄取量 (VO ₂)、二氧化碳排出量 (VC0 ₂) 和通气量 (VE)，及心率、血压、心电图等发现和患者运动出现的症状，全面客观地把握患者的运动反 | 对技术人员要求较高，需要熟练掌握 CPET 的适应症、禁忌症和试验流程，需要对实验过程中的突发意外情况及时采取有效的抢救措施 |

| | | | | |
|--|--|--|---|--|
| | | | 应、心肺功能储备和功能受损程度的检测方法,是目前世界上综合判断心肺功能最准确的检查 | |
|--|--|--|---|--|

七、呼吸功能障碍康复评定的国际比较

(一) 我国呼吸功能障碍评定的短板

1. 不同族群、年龄段呼吸功能评定指标不完善

(1) 目前中国人群的正常肺功能评价多采用多种矫正后的西方人群肺功能公式;各地区和医院所使用的肺功能预测公式并不一致,特别是考虑到我国地区性、民族性的差异,这些矫正后的肺功能公式是否能够精确反映我国人群真实肺功能指数尚不清楚,而不恰当的应用这些公式有可能严重影响我国呼吸功能障碍疾病的诊治以及病情严重程度的评估。

(2) 肺功能指标参考值有待明确及更新。目前,我国常用的指标为穆魁津等于 1992 年编写的《全国正常肺功能值汇编》。然而,由于生活水平、经济条件、饮食习惯等多方面的变化,之前的参考值能否运用于当下存在较大的争议。国际上出版的众多参考指南中,虽然为我国提供了改进的参考值和参考方程,但这些指标是否具有代表性仍有待商榷。

(3) 我国老年人肺功能方面的研究相对不足。老年呼吸功能障碍患者临床试验的代表性和针对性欠缺,质量控制不规范。回顾近年发表的指南与共识文献,对于老年人肺功能检查与指标的论述稀缺。临床中常用成人的呼吸功能评估标准来评估老年人呼吸功能,忽略增龄带来的生理与病理变化,影响了评估结果的准确性。

2. 现有的便携式呼吸功能评定设备性能不足

除了前文所提及的评估设备之外，随着科技和技术的发展，国外已有一些新兴设备用于呼吸功能的评估，如可监测呼吸频率、潮气量等反映呼吸状况指标的智能手表、运动手环、智能皮带等，然而这些设备评定的准确性不足。我国在新设备上的研发相对较少，已有的设备如“多功能集成的低功耗无线柔性传感平台”“柔性可穿戴呼吸监测传感器”等只能在准静态条件下控制其相对误差（如睡眠时、静息状态时），这对于某些监测情况（例如临床环境、活动过程中）暂不适用。当受试者参与动态任务（例如，走路、跑步和做作业）时，误差会进一步增加。因此，便携式、可穿戴设备的性能、准确性和可靠性仍有待改进。



3. 呼吸功能评定的临床和基础研究缺乏深度及创新性

目前国外呼吸功能评定方法已取得一定进展，如强迫振荡技术、多次呼气氮气冲洗法等。在肺表观遗传学上，也已经取得一定成果，如 Lee 等人研究发现 DNA 甲基化与肺功能之间的关联，该研究是肺表观遗传学领域的重大进展。然而我国相关新兴技术及研究相对稀缺，基础研究的深度及创新性上还需不断探索。

4. 评估操作与结果报告不规范

呼吸功能评定技术需要满足一定的设备和环境要求，并采用严格的质控标准，才能保证检查评定结果的可靠性。但是，我国经济发展不平衡，医疗水平存在地区差异，导致呼吸功能评定条件参差不齐，评定结果可能存在较大误差。此外，

检查结果的解读与报告的格式也不尽相同，而呼吸功能评定的规范性与准确性、结果解读与报告均关系到临床诊断与治疗。

（二）我国呼吸功能评定的优势

1. 人口基数庞大

根据第七次全国人口普查数据，全国 60 岁以上老年人口达 2.64 亿人，占全国总人口的 18.7%，65 岁以上老年人口达 1.9 亿人，占全国总人口的 13.5%。其中呼吸系统疾病在我国是仅次于心血管与糖尿病的第三大慢性病。2019 年，中国 COPD 患病人数高达 1 亿人左右，预计在未来几十年内，慢性阻塞性肺疾病的患病人数仍将持续增加，预计到 2024 年，患病人数将达到 1.1 亿左右。中国 20 岁及以上人群哮喘患病率达 4.2%。如此庞大的人口基数为我国开展呼吸功能障碍评定相关的临床研究和流行病学调查奠定了基础。

2. 国家政策支持

党的十九届五中全会指出：要进一步加强康复医疗服务体系建设，加快推动康复医疗服务高质量发展，逐步满足群众多样化、差异化的康复医疗服务需求，因此，国家卫生健康委等 8 部门联合印发《关于加快推进康复医疗工作发展的意见》（以下简称《意见》）。《意见》中指出要积极推动心肺康复、重症康复等康复医学亚专科建设，开展亚专科细化的康复评定、康复治疗、康复指导和康复随访等服务，以提升康复医疗服务能力。鼓励各地通过科技创新、产业转型、成果转化等方式，结合实际和特色优势，培育康复医疗相关产业。优先在老年人、残疾人、伤病患者及儿童等人群的康复医疗方面，推动医工结合。积极支持研发和创新一批高智能、高科技、高品质的康复辅助器具产品和康复治疗设备等，逐步满足人民群众健康需要。

中国工程院副院长、中国医学科学院院长、北京协和医学院校长王辰院士做了题为《从“十四五”规划纲要：全面推进健康中国建设看呼吸慢病领域的发展方向》的专题报告。王辰院士全面深刻地阐述了当前中国呼吸慢病的突出问题，总结了近年来我国在呼吸慢病防治方面做出的不懈努力和取得的成绩，为呼吸慢病的防控和呼吸学科发展指明了方向。

国家政策的支持为我国呼吸功能评估相关项目的开展与推进提供有力保障。

3. 呼吸康复亚专业持续发展

随着康复医学亚专业方向的不断细化和完善,国内呼吸康复领域的专家不断涌现,多学科交融、联合发展成为未来医学发展的趋势。呼吸功能障碍评定作为重要的呼吸康复诊疗环节,必然会得到大力推进。

八、呼吸功能障碍康复评定拟采取的举措

综合分析我国呼吸功能障碍康复评定存在的优势及短板后,建议采取以下措施来开展、推动并逐步完善我国呼吸功能障碍康复的评定体系:

1. 在现有研究基础上,参考国外开展的肺功能预测公式相关研究,收集不同的民族、地区、年龄段人群的基本情况,及呼吸功能相关数据并建立数据库。基于数据库建模和多中心多学科合作,研发适合中国人群的肺功能预测公式,并推广实施,为我国呼吸功能障碍疾病的诊治以及预后评估提供工具;

2. 针对难以精准评定的呼吸肌功能等瓶颈问题,推广呼吸肌成像等可精准量化的多模态评定手段,以精准评定引导精准治疗,通过标准化方法开展多中心、大样本量的临床研究,确定评定结果参考值,根据评定结果制定规范化、精细化的康复治疗方​​案,切实解决呼吸功能障碍康复评定中的难点;

3. 针对急慢性呼吸功能障碍人群,包括需要机械通气的危重症患者,充分学习并利用国际领先的、高敏感度的呼吸功能障碍评定手段,开展大型队列研究验证其可行性和有效性,为推广使用先进评定手段及设备提供依据;

4. 基于人工智能技术,开展医工协作,积极研发远程医疗实时呼吸功能监测工具,改进现有远程呼吸监测工具的准确性和可靠性。收集患者资料及远程评定结果,通过机器学习,对呼吸功能障碍相关慢病进行远程全面管理,包括评定结果解读、药物使用指导、康复方案推送、预测预后、防治并发症和随访督促等多方面;

5. 在基础研究领域进一步深入和创新,开展针对我国人群的多组学研究,完成多组学数据整合,特别是表观遗传学和基因表达数据,研究肺功能生长和下降的病理生理过程,以及疾病的遗传、环境和病理触发因素,探讨急慢性呼吸功

能障碍相关疾病的发病机制。同时观察各种康复治疗方法在呼吸功能障碍干预中对多组学的影响，有助于分析其作用机制、调控路径和靶点。

认知功能障碍康复评定现状研究

首都医科大学附属北京康复医院

戴腾腾 公维军

通过对认知功能障碍评定技术的国内外技术水平比较,发现优势、找准短板,以便对我国物理医学与康复学专业的认知障碍评定技术的全球竞争力作出判断,及时掌握我国及世界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。

一、认知功能障碍评定的重大科学问题

认知功能障碍是指各种原因导致的学习、记忆、语言、计算、思维、注意力及执行功能等相关认知域不同程度的损害,从轻度认知障碍(Mild Cognitive Impairment, MCI)到痴呆(dementia)。其中,神经退行性疾病是引起认知功能障碍的主要原因。据统计,中国60岁及以上老龄人群有1507万痴呆患者,另估算出中国60岁以上MCI的患病率为15.5%,患者数达3877万人,严重影响日常生活活动能力,给公共卫生和社会保障体系造成巨大压力。及时有效地进行评定对认知功能障碍疾病的诊断、防治及康复具有重要的指导意义。目前,随着计算机技术和神经影像学技术的不断创新,神经心理评估量表结合电生理和神经影像学检查已经成为临床上认知功能障碍评定的主流方式。

认知功能障碍评定领域的重大科学问题是如何对认知进行个体化精准评估,以辨别不同的认知功能障碍。

二、认知功能障碍评定的关键技术问题

认知功能障碍评估的关键技术问题是确定如何确定认知功能的特异性生物学标记?

目前关于认知功能障碍的评估技术主要包括以下六大类：

（一）意识状态判定

确定患者意识处于清醒状态是进行认知功能障碍评定的前提条件。目前临床普遍采用 Glasgow 昏迷量表（Glasgow Coma Scale, GCS）和兰乔洛斯阿米戈斯修订量表（Ran-cho Los Amigos Level of Cognitive Functioning Scale-Revised, RLAS-R）评估患者意识障碍程度。

GCS 方法及标准包括睁眼反应、言语反应和运动反应三大类，总分 15 分。3-8 分为重度意识障碍，患者昏迷；9-11 分为中度意识障碍，患者无昏迷；12-14 分为轻度意识障碍。患者 GCS 评分达到 15 分时才有可能进行认知功能障碍评定。

RLAS-R 于 1979 年由 Hagen 等人创立，通过观察创伤性颅脑损伤患者苏醒后对环境的反应来评定其认知功能，适用于整个恢复期。I~X 级反映了患者的行为反应从无到有的过程，已被广泛应用于临床来追踪患者的康复治疗进程。

（二）认知功能障碍综合评定

在意识清晰的前提下，通过对患者总体认知功能障碍的评估能大致了解患者的认知状态和认知能力，以便及时做出临床诊断和病因分析，是进行认知功能障碍评定的第一步。临床上，最常用的总体认知功能障碍评定方法是行为学量表评估，主要包括简易精神状态量表（Mini-Mental State Examination, MMSE）、蒙特利尔认知评估量表（Montreal Cognitive Assessment, MoCA）、洛文斯顿作业疗法认知评定成套测验（Loewenstein Occupational Therapy Cognitive Assessment, LOTCA）、改良版长谷川痴呆量表（Revised Hasegawa Dementia Scale, HDS-R）、认知功能筛查量表（Cognitive Abilities Screening Instrument, CASI）、神经行为认知状况测试（Neurobehavioral Cognitive Status Examination, NCSE）等。

MMSE 于 1975 年由 FOLSTEIN 等制定，是临床上应用最广泛的神经心理认知障碍筛查量表，是针对痴呆患者早期诊断的有效方法。筛查内容包括定向力、注意力、记忆力、回忆和语言五个认知方向，总分 30 分，判定存在认知障碍的分数界限与患者文化水平密切相关。我国目前尚无统一的 MMSE 认知障碍分界标准，北京协和医院的判定标准定为：文盲≤19 分，小学组≤22 分，初中组≤26 分；上海精神卫生中心的判定标准定为：文盲≤17 分，小学组≤20 分，初中及以上

文化组 ≤ 24 ；北京医科大学精神卫生研究所：文盲组 ≤ 14 分，非文盲组 ≤ 19 分。

MoCA 是针对 MMSE 缺陷制定的快速筛查评估量表，在认知功能障碍早期筛查阶段区分正常认知衰老人群和 MCI 具备更高的敏感性。MoCA 涉及的认知评估领域包括注意力、计算力、抽象思维、地点定向力、语言功能、记忆功能以及视空间与执行功能，量表总计 30 分，认知功能障碍者 < 26 分（若患者受教育年限 ≤ 12 年，则总分加 1 分）。

LOTCA 是成套的标准化认知功能定量测验，最早用于脑外伤后认知功能评定。由于其操作简易、耗时少、信度高、兼容广，已广泛应用于神经内科、神经外科以及康复医学科等领域。LOTCA 所涉及的认知域主要包括视觉、知觉、空间、运动、思维及定向力等，与作业治疗相结合，不仅可以较全面地评估主要的脑功能，预测脑损伤进展，还能指导认知评估后的康复治疗。

HDS-R 主要用于老年人群痴呆初筛调查，是较全面的认知功能障碍评估工具，已得到国际的广泛认可。评估内容包括定向、注意、记忆及计算功能，所有项目都可以口头完成，采用视觉实物记忆更易被国内受试者接受，且量表简单易行，文化程度限制较小，敏感性高于 MMSE。

CASI 由 STRAUSS 等人根据 MMSE 编制而成，MMSE 评分可直接从 CASI 中提取。此量表测试的认知域包括注意、心算、短时记忆、瞬时记忆、结构模仿、语言（命名、理解、书写）、定向、概念判断等九个方面，总分 30 分，认知异常者 ≤ 20 分。CASI 具有良好的信度和效度，特异性高于 MMSE 和 HDS-R，是观察痴呆患者整体认知功能变化的有效指标。

NCSE 评估内容包括定向力、注意力、记忆力、推理能力、计算能力、结构组织能力、语言（理解、复述、命名）等七个方面，是认知功能障碍评估最基本的筛查量表。NCSE 能动态反应患者认知功能，对临床制定康复治疗方案具有指导作用。

（三）单一认知功能障碍评定

认知功能障碍主要包括注意障碍、记忆障碍和执行功能障碍等。根据综合认知功能障碍评定结果，可初步确定患者存在某种认知功能障碍，随后着重进行单一认知功能障碍评定以明确患者认知功能障碍损伤域，为临床制定针对性康复治疗方案奠定基础。

1. 注意障碍评定

(1) 注意障碍分类

注意是指在一定时间内心理活动指向一个符合当前活动需要的特定刺激，同时能够抑制或忽略无关刺激的能力，是集感知觉、思维、想象和记忆等认知能力于一体的心理特征。注意障碍是指患者不能处理进行活动所必须的各种刺激，主要分为觉醒状态低下、注意范围缩小、选择注意障碍、转移注意障碍、保持注意障碍、分配注意障碍。

(2) 注意障碍评定方法

①反应时间评定：反应时间是指从机体接受刺激到机体开始做出明显反应的时间。检查者提前告知患者要接受的刺激并要求患者应及时做出相应的反应，用计时器记录从刺激开始到受试者做出刺激反应的时间间隔。可根据受试者具体情况选择视觉或听觉刺激。

②注意广度评定：数字距是检查注意广度的常用方法。是指受试者在检查者的要求下以每秒一位数的速度正向复述或逆向复述（倒背）逐渐延长的数字串的测试方法，能正确复述出数字串的最高位数为该患者的复述数字距。数字距缩小是注意障碍的典型特征，常见于额叶损伤患者。当数字距为 2 时，可确诊为注意障碍。

③注意持久性评定：

划销测验：检查者出示一段无规律的字母或数字，要求受试者以最快的速度划除指定的字母或数字。测验结束后，记录划销测验的时间，并分别统计正确或错误的划销数。

连续减 7 或倒背时间：受试者在检查者的要求下连续计算 100 减 7，持续递减 5 次；或以倒序方式从 12 月数至 1 月。

④注意选择性评定：可采用视觉反应时间评定或听觉反应时间评定。要求受试者在看到特定物品或听到特定声音时及时做出反应，记录从物品或声音出现到做出反应的时间。

⑤注意分配性评定：让受试者在同一时间做两件事，观察其完成情况。

2. 记忆障碍评定

(1) 记忆障碍分类

记忆是过去经历过的体验、经验和事物在头脑中的反映,是信息输入、加工、储存和提取的过程。随着年龄的增长,人体记忆能力会日渐退化,一旦与记忆相关的中枢神经系统遭受损伤,将出现永久性记忆障碍。记忆障碍主要分为记忆增强、记忆减退、遗忘、错构、虚构以及歪曲记忆。

(2) 记忆障碍评定方法

①标准化的成套记忆测验:临床上常用韦氏记忆量表(Wechsler Memory Scale, WMS)来进行记忆障碍的评定。WMS检测的内容包括常识、定向力、精神控制能力、逻辑记忆、数字广度、视觉记忆和成对词联想学习,七个方面的总分得出一个记忆商,记忆商可划分7个等级,i130以上很优秀、i120~129优秀、i110~119中上、i90~109中等、i80~89为中下、i70~79差、i69以下很差,以此衡量记忆水平。WMS的特异性揭示了智力和记忆能力随着年龄增长而下降的可能性。

②数字广度测试:即数字距测试法。若数字距低于5即为记忆障碍。

③词语复述测试:检查者以每秒一个词的速度连续说出4个无关联的词,要求患者立即复述。若复述5遍仍不正确,则存在记忆障碍。

④情节记忆测试:患者进行顺行性情节记忆和逆行性情节记忆两方面的测试。要求患者回忆其亲身经历或社会重大事件,回忆内容具体到时间和地点。

⑤语义记忆测试:提问患者有关常识、概念及语言信息的记忆,包括词汇测验、分类测验、物品命名测验或指物测验等。

⑥程序性记忆测试:要求受试者按照检查者口令完成指定操作任务。

3. 执行功能障碍评定

(1) 执行功能障碍分类

执行功能是指机体对复杂认知和行动自我控制的心理过程,也是对外界信息进行储存加工和灵活处理的活动过程。主要功能成分包括启动、反应抑制、自我监控、事件排序、计划与组织以及问题排序。执行功能障碍是指脑功能减退或脑损伤后,执行功能有效性遭到破坏,处理事物缺乏主动性,语言刻板,启动困难,自我纠正能力下降。执行功能障碍主要分为启动障碍、调节障碍以及终止障碍。

(2) 执行功能障碍评定方法

①执行缺陷综合征行为学评价测试(Behavioral Assessment of

Dysexecutive Syndrome, BADS): BADS 检测内容包括规则转换卡片、程序性动作设计、搜索钥匙、时间判断、动物园分布图和修订,主要用于考察受试者注意力、解决问题能力、协调整合能力以及监督行为能力。总分 24 分,分值越高,执行功能越强。

②观察法:在排除受试者因运动功能障碍所造成的干扰后,检查者直接观察受试者日常生活活动,记录动作完成情况、反复发生次数以及状态持续时间,粗略判断是否存在执行功能障碍。

③语言流畅性测试(Word Fluently Test, WFT):要求受试者在 1 分钟内尽可能多的列出既定范畴词汇,满分 20 分。

④做/不做测试(Go/no-Go Task):当检查者举起两根手指时,要求受试者举起一根,反之亦然。此测试共做 10 遍,观察受试者是否存在完全模仿检查者动作或反复持续一个动作。

⑤连线测试(Trail-Marking Test, TMT):要求受试者将 1~8 或 1~25 按顺序连接起来。记录受试者测试时间、错误连接提醒次数和连接不能提醒次数。

⑥画钟测试(Clock Drawing Test, CDT):检查者随机说出一个时间点,受试者按照要求在白纸上画出钟表表盘,并标明数字和表针相对应的位置。

⑦Stroop 色词测试(Stroop Color Words Test, SCWT):是评定执行功能的经典测试。检查者向受试者呈现文字语义颜色与本身颜色不同的文字,要求受试者说出文字本身颜色。记录受试者回答正确的次数。次数越多,表明执行功能越强。

⑧威斯康星卡片分类测试(Wisconsin Card Sorting Test, WCST):WCST 由 4 个模板,128 张不同形状的卡片组成。受试者根据卡片的数量、颜色、形状对其进行分类,检查者根据分类结果计算判断指标。

(四) 计算机辅助评定

随着互联网的普及和计算机技术的革新发展,计算机化认知评估系统(Computerized Cognitive Assessment System, CCAS)不断优化,在认知功能障碍评定过程中起着重要的辅助作用,例如剑桥大学 CANTAB 系统、斯坦福大学 CAS-II 系统、宾夕法尼亚大学 CNB 系统、维也纳心理评估 VTS 系统等。CCAS 主要分为传统评估量表计算机化和基于计算机技术构建的新型评估方法两大类,前

者与传统评估无本质区别，但更高效便捷；后者是全新的计算机评估系统，创新性强。二者操作手段方便快捷，信息处理高效准确，在解放人力的同时减少了传统量表评定带来的人为误差，是信息化时代认知领域的重大革新，为医疗保健系统持续监测患者认知变化提供了强有力的技术支持。值得注意的是，CCAS 依然存在客观局限性。计算机辅助评定需要检查者熟练掌握系统操作，并要求受试者有一定基础的计算机操作技术，这极大限制了文化水平较低的认知功能障碍患者。此外，CCAS 必须借助计算机才能实现，对于没有配套设施的基层医疗机构来说挑战较大。但总的来说，CCAS 在认知康复领域前景广阔，深入研究计算机辅助评定和康复技术对于改善认知功能障碍的疗效和长期作用具有重要意义。

（五）神经影像学评定

1. 功能磁共振成像 (Functional Magnetic Resonance Imaging, fMRI)

fMRI 是基于血氧水平依赖、灌注加权成像和化学位移成像原理，通过刺激患者特定感官后探测大脑皮层信号变化和神经活动水平的非放射性脑功能成像技术，可对阿尔兹海默病 (Alzheimer's disease, AD) 等神经退行性疾病认知功能障碍进行鉴定诊断，目前已广泛应用于认知神经科学领域研究。

2. 磁共振波谱成像 (Magnetic Resonance Spectroscopy, MRS)

MRS 是目前利用磁共振化学位移现象测定活体特定区域化学成分的唯一的无损伤技术，可通过量化随年龄增长而改变的脑代谢物 (N-乙酰天冬氨酸、肌酸、肌醇和胆碱等) 表达水平预测 MCI 和 AD 患者病情进展，是分析各种因素所致的认知功能障碍神经化学机制的无创性辅助技术之一。

3. 弥散张量成像 (Diffusion Tensor Imaging, DTI)

DTI 是 MRI 的特殊形式，主要是通过量化大脑水分子扩散的方向和数量来评估白质束的损伤情况。各向异性分数 (Fractional Anisotropy, FA) 反映扩散的方向性变化，其值为 $0 \sim 1$ (各向同性扩散 \sim 各向异性扩散)，可解释认知障碍机制；表观扩散系数 (Apparent Diffusion Coefficient, ADC) 反映平均弥散率 (Mean Diffusivity, MD)，即水分子弥散水平和弥散阻力的整体情况，是脑小血管疾病患者认知功能障碍的影像标志物。正常白质束的水分子扩散运动受内部组织约束，主要平行于髓轴突，具有高度定向性。白质束受损后限制减少，扩散可在各个方向发生。因此，高 FA 和低 MD/ADC 被认为是白质束完整性的标志，

而低 FA 和高 MD/ADC 则表明白质束受损。DTI 是目前唯一一种在活体状态下有效追踪和观察白质束的无创性检查方法,对脑发育、脑部病理变化及认知功能障碍评估具有重要作用。

4、功能近红外光谱技术(Functional Near-Infrared Spectroscopy, fNIRS)

fNIRS 是一种在神经科学中被广泛使用的非侵入性光学成像技术,通过使用近红外光测量组织中含氧和脱氧血红蛋白的变化来观察大脑血流动力学反应和神经元活动情况。机体神经元激活后氧合血红蛋白中的氧逐渐被消耗,导致氧合血红蛋白浓度下降,脱氧血红蛋白浓度升高。而为了满足氧气供应,神经血管耦合发生使局部脑血流增加,最终造成大脑血氧含量迅速提升。fNIRS 利用近红外光对生物组织相对透明,可直接穿透头骨的特性,检查者可根据氧合血红蛋白和脱氧血红蛋白近红外波段不同的吸收光谱推测二者的浓度变化,达到检测大脑神经元活动的目的。

fNIRS 能够与认知、运动和情绪等功能评估测试相结合,并与人工耳蜗、EEG 和经颅磁刺激仪等设备配合使用,在识别神经和精神疾病患者脑功能和神经元活动异常方面具有很大优势。与其他神经成像技术相比, fNIRS 优劣分明。首先, fNIRS 其时间分辨率优于 fMRI 和 PET,空间分辨率优于 MEG 和 EEG,但低于 fMRI 和 PET。其次, fMRI 扫描环境封闭嘈杂且易受到运动伪影的影响,而 fNIRS 相对安静且对运动伪影具有良好的容忍性,适用于婴儿、儿童及对常规成像技术敏感的患者。此外, fNIRS 的便携式和无线设计,为研究人员提供了在自然和社会环境下神经机制研究的可能性。fNIRS 主要限制之一是成像深度较浅,光强度呈指数衰减;同时, fNIRS 必须使用头颅参考电极来评估大脑核心区域的认知活动。目前随着全脑型 fNIRS 的研发,该问题将得到解决。

5、正电子发射计算机断层扫描成像(Positron Emission Tomography, PET)

PET 是目前唯一一种用解剖图像方式,利用正电子核素标记人体代谢物从分子水平显示基于血流、葡萄糖或氧气消耗和蛋白质合成或神经受体显像的核医学临床影像技术,通过检测脑代谢和神经递质活性,参与神经退行性疾病认知功能障碍的评估、诊断和治疗追踪过程。PET 能够反映脑功能生物化学过程,是诊断 AD 早期病理改变的有效手段,但 PET 在认知科学领域中尚处于起步阶段,对血管性痴呆的研究并不透彻,在临床中应用较为受限。

随着影像学技术的发展，近几年 PET 成像新趋势是 PET/MRI 混合成像系统，进一步提高了解剖结构中示踪剂定位的精确性。在临床治疗和实验研究中，PET/MRI 强调了互补成像对诊断和治疗的重要性，并最大限度地减少了个体神经影像学技术的固有局限性，可以更好地评估神经退行性疾病患者认知功能障碍情况，对理解认知功能下降相关神经机制具有重要意义。

6、脑磁图 (Magnetoencephalography, MEG)

MEG 是一种通过监测脑电磁场信号对相关脑区进行定位和功能评定的无创性电生理记录技术，可以记录整个头皮的大脑活动。MEG 能以毫秒级的时间分辨率检测大脑的神经电生理活动，且空间分辨率较高，电磁场信号受头部骨骼和组织衰减较小，对活动神经元的定位非常精准，已被广泛应用于各种高级认知功能的神经科学研究检查。

近几年发展起来的 MEG/EEG 技术能更全面地了解认知过程的神经生理机制，与皮质-皮质下通讯的无创调节联合运用可为扩展无创认知评估技术范围开辟新的可能；此外，基于 MEG 的 BCI 最新发展同样显示出巨大潜力。MEG/BCI 旨在绕过周围神经和肌肉系统，直接将脑神经的感知或思维活动转化为行动，具有重要的脑科学意义和潜在的应用价值，能进一步提高人类生活质量。但其价格昂贵且不便携带，信号处理算法低效且尚不稳健，仍需不断改进。

(六) 神经电生理评定

1、脑电图 (Electroencephalogram, EEG)

EEG 是一种非侵入性电生理评估工具，利用头皮电极检测大脑活动产生的自发电位，并记录不同节律的脑电波形 (delta、theta、alpha、beta 和 gamma) 来监测大脑代谢和神经活动，反映脑部结构和功能变化，在临床上广泛应用于各种认知功能障碍评估过程。

2、事件相关电位 (Event-Related Potential, ERP)

ERP 对大脑皮层信息处理和传输能够达到毫秒级，是以 EEG 为基础的高时间分辨率特定脑电分析技术，对注意、记忆和情绪等认知功能障碍评估及其机制研究具有重要意义。ERP 根据其潜伏期和波峰区分基本成分，主要包括 P300、随性负波、加工负波、N400、视觉 C1 和 N2 等，其中 P300 可反映记忆、理解、感知及情感等复杂心理活动，是目前研究认知功能障碍最有效的方法之一。ERP 成本

低、数据采集速度快，并且在做 EEG 的过程中可一并收集 ERP 资料，非常适合临床长期监测患者的认知状态。此外，随着科学技术的不断进步，ERP 已被广泛应用于各种脑机接口，是评估多种认知功能障碍的有效方式，对临床神经生理学具有重大促进作用。

ERP 的局限性是数据分析技术门槛高，需要学习专业知识；此外，ERP 受患者认知水平及认知评估特定范式限制，难度加大。

3、脑机接口 (Brain-Computer Interface, BCI)

BCI 是指绕过外周神经系统协助，建立中枢神经系统和外部设备之间的直接联系通道，使人类能够通过大脑信号与设备进行交互，为功能障碍患者提供了与外界环境互相交流的工具，所涉领域包括大脑状态监测、神经康复、认知功能障碍评估及治疗等。BCI 可检测认知功能障碍患者残存的认知，并作为神经心理学评估的辅助检查工具，对患者认知障碍过程进行实时监测，帮助检查者了解患者认知功能障碍的变化，弥补临床行为学检测的不足。

随着认知神经科学、信息科学和工程技术的发展与融合，BCI 的脑信号已经从感觉和感知水平发展到更高级别的认知领域，BCI 正式进入了快速发展的智能新阶段。从认知神经科学的角度出发，进一步研究大脑认知功能及其作用机制是 BCI 精准评估认知功能障碍的前提；从工程技术角度来讲，联合 EEG、MEG、fMRI 和 fNIRS 等技术的多模态大规模神经元记录是 BCI 未来发展的新趋势。

三、认知功能障碍康复的目前研究水平

认知功能障碍评定涉及神经内科、神经外科、康复医学科、重症医学科等多学科领域，近年来认知科学、神经科学等研究团队也丰富了认知功能障碍评定研究队伍的组成。

我国近年来在多学科领域中涌现出认知功能障碍评定新成果，在国际认知功能障碍领域发出中国声音，例如：

贾建平教授带领中国痴呆领域专家代表组建中国痴呆与认知障碍诊治指南写作组，于 2015 年编纂了《中国痴呆与认知障碍诊治指南》（第二版，人卫出版社）；并于 2018 年在中华医学杂志上发表了《中国痴呆与认知障碍诊治指南》系

列，提供了最新的规范；制定了阿尔茨海默病快速进展性认知功能减退的国际指南，这是中国人首次牵头主持；率领团队建立并完善了中国多中心、大样本、前瞻性和观察性队列研究社区平台，建立了中国首个大型认知与老化研究队列（China COAST）和家族性阿尔茨海默病注册登记网（CFAN），已成为国际最大的家族性 AD 研究队列之一；发现了 51 种早老素（PSENs）/ β 淀粉样前体蛋白（APP）基因突变，其中早老素 1（PSEN1）基因 N24S、I100F、G111V、P117T、H131Q、M139L、L172W、K311R、I249L 和 APP 基因 M722K 等共计 11 个基因新突变为国际首报；首次提出外周血外泌体（A β 42、T-tau 和 P-tau）替代脑脊液对 AD 诊断的生物标志物方法，并且在国际上首次发现外周血中 GAP43、SNAP25、neurogranin 和 synaptotagmin 可在症状出现前的 5~7 年预测 AD，准确率高达 87%~89%；国际首报 15119 例中国人群中阿尔茨海默病风险基因 APOE ϵ 4 分布和作用规律；开展全基因关联分析（genome-wide association study, GWAS）研究，发现 4 个新 AD 风险位点(rs37772-15, rs6859823, rs234434 和 rs2255835)，表明中国与西方在 AD 遗传方面存在较大异质性，并据此构建了 11 种风险预测模型，为遗传咨询和精准干预提供有力证据。

其团队近年认知功能障碍相关高质量 SCI 文章：

1. Jia L, et al. Concordance between the assessment of A β 42, T-tau, and P-T181-tau in peripheral blood neuronal-derived exosomes and cerebrospinal fluid. *Alzheimers Dement.* 2019 Aug; 15(8):1071-1080.
2. Jia L, et al. Group for the Project of Dementia Situation in China. Dementia in China: epidemiology, clinical management, and research advances. *Lancet Neurol.* 2020 Jan; 19(1):81-92.
3. Jia L, et al. Prevalence, risk factors, and management of dementia and mild cognitive impairment in adults aged 60 years or older in China: a cross-sectional study. *Lancet Public Health.* 2020 Dec; 5(12):e661-e671.
4. Jia L, et al. Blood neuro-exosomal synaptic proteins predict Alzheimer's disease at the asymptomatic stage. *Alzheimers Dement.* 2021 Jan; 17(1):49-60.

5. Jia L, et al. Prediction of Alzheimer's disease using multi-variants from a Chinese genome-wide association study. *Brain*. 2021 Apr 12; 144(3):924-937.
6. Jia J, et, al. Detection of plasma A β seeding activity by a newly developed analyzer for diagnosis of Alzheimer's disease. *Alzheimers Res Ther*. 2022 Feb 2; 14(1):21.
7. Quan M, et al. Post-COVID cognitive dysfunction: current status and research recommendations for high risk population. *Lancet Reg Health West Pac*. 2023 Jul 5; 38:100836.
8. Jia J, et al. Association between healthy lifestyle and memory decline in older adults: 10 year, population based, prospective cohort study. *BMJ*. 2023 Jan 25; 380:e072691.

韩璎教授在国内最早将多模态 MRI 应用于主观认知下降 (Subjective Cognitive Decline, SCD) 评估, 证实 AD 前期即可发生脑结构和功能改变。率领团队构建了我国首个 AD 临床前期联盟多中心认知下降纵向研究, 已积累超早期多维度研究数据, 涵盖了人口学、认知量表、肠道菌群、多模态 MRI 等多个方向, 与 Frank Jessen 教授共同构建了涉及神经心理学评估、MRS、PET 等多模态研究范式高度一致的 SCD 跨人种队列比较, 得到国际一致好评。

其团队近年认知功能障碍相关高质量 SCI 文章:

1. Sun Y, et al. Anxiety correlates with cortical surface area in subjective cognitive decline: APOE ϵ 4 carriers versus APOE ϵ 4 non-carriers. *Alzheimers Res Ther*. 2019 Jun 3; 11(1):50.
2. Wang X, et al. Neuroimaging advances regarding subjective cognitive decline in preclinical Alzheimer's disease. *Mol Neurodegener*. 2020 Sep 22; 15(1):55.
3. Ding C, et al. Coupling relationship between glucose and oxygen metabolisms to differentiate preclinical Alzheimer's disease and normal individuals. *Hum Brain Mapp*. 2021 Oct 15; 42(15):5051-5062.

4. Li TR, et al. β -Amyloid in blood neuronal-derived extracellular vesicles is elevated in cognitively normal adults at risk of Alzheimer's disease and predicts cerebral amyloidosis. *Alzheimers Res Ther.* 2022 May 12; 14(1):66.
5. Jiang X, et al. Altered limbic functional connectivity in individuals with subjective cognitive decline: Converging and diverging findings across Chinese and German cohorts. *Alzheimers Dement.* 2023 Nov; 19(11):4922-4934.
6. Zhang M, et al. Subjective cognitive decline domain improves accuracy of plasma A β 42/A β 40 for preclinical Alzheimer's disease diagnosis: The SILCODE study. *Chin Med J (Engl).* 2023 Nov 10.

公维军教授为积极应对人口老龄化国家战略，率先提出衰老相关认知障碍概念，深入研究其病理生理机制，率领团队在动物实验和临床试验中创新性地证明了认知-运动双重任务训练能够通过调控神经炎症、氧化应激、突触可塑性和表观遗传修饰水平改善衰老相关认知功能障碍，延缓病程进展，为提高老年群体生活质量和促进健康老龄化社会发展提供了一个简便低廉、安全有效的干预手段。其团队近年认知功能障碍相关高质量 SCI 文章：

1. Li XL, et al. Cognitive-exercise dual-task intervention ameliorates cognitive decline in natural aging rats through reducing oxidative stress and enhancing synaptic plasticity. *Exp Gerontol.* 2022 Nov; 169:111981.
2. Tao X, et al. Cognitive-motor dual task: An effective rehabilitation method in aging-related cognitive impairment. *Front Aging Neurosci.* 2022 Oct 18; 14:1051056.
3. Sun R, et al. Effects of dual-task training in patients with post-stroke cognitive impairment: A randomized controlled trial. *Front Neurol.* 2022 Oct 24; 13:1027104.
4. Tao X, et al. Luteolin and Exercise Combination Therapy Ameliorates

- Amyloid- β 1-42 Oligomers-Induced Cognitive Impairment in AD Mice by Mediating Neuroinflammation and Autophagy. J Alzheimers Dis. 2023; 92(1):195-208.
5. Tao X, et al. Biomarkers of Aging and Relevant Evaluation Techniques: A Comprehensive Review. Aging Dis. 2023 Aug 11.
 6. Li T, et al. Cognitive-exercise dual-task intervention ameliorates cognitive decline in natural aging rats via inhibiting the promotion of LncRNA NEAT1/miR-124-3p on caveolin-1-PI3K/Akt/GSK3 β Pathway. Brain Res Bull. 2023 Oct 1; 202:110761.
 7. Zhang R, et al. Cognitive-exercise dual-task promotes cognitive function recovery in chronic cerebral ischemia male rats through regulating PI3K/Akt signaling pathway via inhibition of EphrinA3/EphA4. J Neurosci Res. 2023 Nov 17.

四、认知功能障碍康复评定的国际前沿

随着计算机技术、神经影像学技术和神经电生理技术的革新与发展，逐渐形成了与传统评估手段相辅相成的认知功能障碍评估发展新趋势：基于神经心理学量表的传统评估方法，以计算机化认知评估系统为辅助，并结合神经影像学（fMRI、MRS、DTI 等）和电生理技术（EEG、ERP、BCI 等），对认知功能障碍患者进行多模态数据分析，精准评定以制定个体化康复治疗方案。

五、认知功能障碍康复评定专家在国际学术组织任职情况

认知功能障碍评定领域专家分布在神经科学、认知科学、康复医学等等，典型代表简介如下：

贾建平教授，北京学者，博士生导师。首都医科大学神经病学系主任，北京宣武医院神经疾病高创中心主任。曾担任中华医学会神经病学分会主任委员，中国医师协会神经内科医师分会会长，现任北京医学会神经病学分会主任委员，创

建了中国医师协会神经内科医师分会认知障碍专业委员会，并担任主任委员。主要从事阿尔茨海默病的发病机制及外周标志物和临床药物研究。先后主持并参与了国家 973、863、科技部十五攻关项目、“十一五”支撑计划项目、“十二五”科技重大专项、国自然重大、国自然重点项目等国家和省部级课题共 30 余项。发表 SCI 论文 280 余篇，中文核心期刊学术论文 600 余篇，总被引 18600 次，入选全球高被引学者。以第一完成人获 2013 年国家科学技术进步二等奖，2020 年北京市科技进步一等奖，以及其他省部级奖 17 项。2021 年获国际阿尔茨海默病协会 Zaven Khachaturian 科学成就奖，是获此殊荣的首位中国学者。该协会评价他是“中国 AD 临床研究的引领者 (chief architect)”，“在痴呆机制和诊治方面做出杰出贡献，提升了对痴呆的理解、重视和诊治水平”。

恽晓平教授，研究生导师。中国康复研究中心北京博爱医院康复评定科主任。担任中国康复医学会康复评定专业委员会主任委员，中国康复医学会阿尔茨海默病与认知障碍专业委员会副主任委员，中国残疾人康复协会康复技术专业委员会主任委员，中国康复医学会康复评定专委会青年委员会副主委，中国康复医学会阿尔兹海默病与认知障碍专委会常务委员等。《中华物理医学与康复》杂志编委、《中国康复理论与实践》杂志编委。主要从事各种脑损伤(如阿尔茨海默病等各种老年痴呆、脑卒中、脑外伤、帕金森病、脑瘫、孤独症等)导致的认知障碍诊断与康复治疗。创建了康复医学康复评定亚专业，率先在国内康复医学领域开展并推广各种获得性脑损伤后认知障碍的评定与康复。通过系统性深入研究，建立了一整套认知障碍康复的临床诊疗技术并建立了康复医学评定基本框架和具体检查项目。主持国家自然科学基金委、科技部、北京市科委、首都医学发展基金等多项国家级、省部级科研资助项目。发表学术论著 50 余篇，主编著作 3 部，参编 30 余部。

胡昔权教授，博士生导师。中山大学附属第三医院康复科副主任、岭南医院康复科主任。担任广东省医学会物理医学与康复学分会主任委员，广东省康复医学会副会长，广东省医师协会康复科医师分会副主任委员，国家卫生计生委脑卒中防治工程专家委员会脑卒中康复专业委员会常务委员，中华医学会物理医学与康复学分会委员兼神经康复学组副组长，中国康复医学会康复评定专业委员会

副主任委员,中国康复医学会脑血管病专业委员会常务委员和中国残疾人康复协会神经伤残康复专业委员会副主任委员等。国家与广东省自然科学基金项目评审专家、教育部高等学校科技奖评审专家,《中华物理医学与康复杂志》编委、《中国康复医学杂志》审稿专家。主要从事脑损伤后运动、认知等功能障碍的康复及其神经可塑性机制研究。近 10 年来主持各级科研课题共 16 项,其中国家自然科学基金面上项目 4 项、广东省自然科学基金重点项目 1 项、广州市科技计划重点项目 2 项。参与国家科技部“十五”、“十一五”攻关课题、中国-芬兰政府间科技合作项目等多项。发表论文 60 余篇,其中 SCI 论著近 20 篇。主编副主编专著 5 部,参编专著 10 余部。

六、认知功能障碍评定的重大科学基础设施

- 1、神经影像学设施:功能近红外光谱成像技术、正电子发射计算机断层扫描成像、功能磁共振、脑磁图、磁共振波谱等。
- 2、神经电生理设施:脑电图、肌电图、TMS-EEG 一体机等设备。

七、认知功能障碍康复的国际比较

Frank Jessen 教授是德国科隆大学医院精神病学系主任,记忆中心与神经治疗中心主任。是提出 SCD 概念第一人,在国际痴呆领域极富盛誉。曾任 ISTAART 咨询委员会成员,SCD 和 SCD-I 领域主席,现任德国神经退行性疾病中心副研究员,欧洲阿尔兹海默病联盟副主席,NIA-AA 阿尔兹海默病标准工作组成员。发表 SCI 论文 400 余篇,主持多项跨学科、纵向、多中心的痴呆早期诊断研究(AgeCoDe、Euro-SCD 等),是德国痴呆症诊断和治疗指南的主要领头专家,同时也是中德联合项目的亲密合作者,与首都医科大学宣武医院**韩璠教授团队**合作,基于中国 AD 临床前期联盟多中心认知下降纵向研究(SILCODE)和德国多中心认知损害与痴呆纵向研究(DELCODE)两大研究队列,共同发表“Altered limbic functional connectivity in individuals with subjective cognitive decline: converging and diverging findings across Chinese and German

cohorts” 文章,首次比较跨文化/人种 SCD 群体脑功能网络及淀粉样蛋白沉积与大脑边缘系统的相关性,进一步促进中德双方的科研合作交流,提升了国际影响力。

1、比较结果优势是什么?

我国认知障碍评估领域优势如下:

- ①. 我国是世界上最大的社会主义国家,同时也是痴呆患者人数最多的国家,认知功能障碍患者群体庞大,为开展认知功能障碍评定相关流行病学调查和临床研究奠定了基础。在党和政府的领导下,坚持以人民为中心,认知功能障碍领域专家发挥引领辐射和带头导向作用,加快推动公立医院高质量发展策略,进一步加强与专业公共卫生机构的分工协作与业务融合,做实公共卫生服务体系,依托国家多中心、大数据构建中国认知障碍疾病防控综合评价指标,完善认知功能障碍评估与诊断标准,为进一步提升我国认知功能障碍疾病防治能力提供强有力支持。
- ②. 近年来,随着神经影像技术和计算机技术的不断发展,脑功能多学科联合发展,中国自主研发的认知功能障碍新型评估设备和算法程序陆续涌出,多模态认知功能障碍个体化精准评估进入新时代。

2、比较结果短板是什么?

①. 专业型人才队伍薄弱。“人才难得而易失,人主不可不知之”。认知功能障碍康复是一个新兴学科,人才储备不足,水平参差不齐,基层专业型人才资源严重不足。

②. 科技创新竞争力弱。在认知功能障碍评估技术发展过程中,科学技术是第一生产力。国内认知康复起步较晚,基础学科相对落后,缺乏神经影像和电生理关键核心技术。随着行为学评估量表种类的不断丰富和改进,技术短板逐渐暴露。

3、针对短板,优势拟采取的举措?

随着医疗卫生事业的发展和人民生活水平的提高,人民群众日益增长的康复服务需求同发展不充分的康复医疗之间的矛盾逐渐暴露。通过国际国内对比,综合分析我国认知功能障碍评定存在的优势和短板后,为应对不断增强的社会诉求,建议采取以下措施来不断完善我国认知功能障碍评定体系。

- ①. 明确认知功能障碍病理生理机制是完善认知功能障碍评定体系的基础。

中华医学会物理医学与康复学分会第 12 届委员会

针对我国人口基数大的基本国情,要依托国家政策支持开展多中心的大数据整合,进行大规模流行病学调查研究和表观遗传基因检测,整体掌握我国认知功能障碍疾病患者的基本情况;同时开展临床试验和动物实验,进一步深入研究认知功能障碍病理生理机制,以精准机制引导精准评定,根据评定结果制定个性化康复治疗方

②. 提高个性化精准评估水平是完善认知功能障碍评定体系的核心。随着老龄人口占比规模逐年扩大,中国即将进入超级老龄化社会,以AD为代表的认知功能障碍疾病呈现多发及加速增长的趋势,是影响中国落实健康老龄化策略的重大阻碍,对认知功能障碍疾病进行早期评定和及时预防是重中之重。我们要全面落实“十四五”规划中把保障人民健康放在优先发展的战略位置,神经内科、神经外科、康复医学科、计算机信息技术、智能化产业技术等多学科领域协同发展,促进多模态技术更新迭代,为认知功能障碍的早期评定和干预治疗提供全方位理论和技术支持;此外,需建立健全医院-社区-家庭-患者有效联动的多层次认知功能障碍评估预防体系,加快提高个性化精准评估水平,为优化康复治疗方

③. 激活科研创新活力是完善认知功能障碍评定体系的关键。习近平总书记在党的二十大报告中指出:“必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力,深入实施科教兴国战略、人才强国战略、创新驱动发展战略,开辟发展新领域新赛道,不断塑造发展新动能新优势。”为了进一步增强中国在认知功能障碍评定领域的国际影响力,我们要依托国家政策支持 and 高校资源优势,大力发展认知康复学科建设,建立健全认知功能障碍疾病专科人才培养体系,培养脑科学等复合技术型人才,保障持续有效的人才供给,为我国认知康复领域添砖加瓦。此外,要不断完善以需求为导向的科研成果转化机制,强化知识产权保护,鼓励和引导高校、科研中心和社会重视并加强对基础研究、技术创新及康复产品研发的投入和支持,激发研究人员创造热情,推进认知功能障碍评定设备和程序算法产业的可持续健康发展。

参考文献:

1. Gao X, Wang Y, Chen X, Gao S. Interface, interaction, and intelligence in generalized brain-computer interfaces. *Trends Cogn Sci*. 2021 Aug; 25(8):671-684.
2. Rathee D, Raza H, Roy S, Prasad G. A magnetoencephalography dataset for motor and cognitive imagery-based brain-computer interface. *Sci Data*. 2021 Apr 29; 8(1):120.
3. Silverman DH, Mosconi L, Ercoli L, Chen W, Small GW. Positron emission tomography scans obtained for the evaluation of cognitive dysfunction. *Semin Nucl Med*. 2008 Jul; 38(4):251-61.
4. Kim HY, Seo K, Jeon HJ, Lee U, Lee H. Application of Functional Near-Infrared Spectroscopy to the Study of Brain Function in Humans and Animal Models. *Mol Cells*. 2017 Aug; 40(8):523-532.
5. Yeung MK, Chan AS. Functional near-infrared spectroscopy reveals decreased resting oxygenation levels and task-related oxygenation changes in mild cognitive impairment and dementia: A systematic review. *J Psychiatr Res*. 2020 May; 124:58-76.
6. Yahya N, Manan HA. Diffusion tensor imaging indices to predict cognitive changes following adult radiotherapy. *Eur J Cancer Care (Engl)*. 2021 Jan; 30(1):e13329.
7. Sternin A, Burns A, Owen AM. Thirty-Five Years of Computerized Cognitive Assessment of Aging-Where Are We Now? *Diagnostics (Basel)*. 2019 Sep 6; 9(3):114.
8. Chiu EC, Yip PK, Woo P, Lin YT. Test-retest reliability and minimal detectable change of the Cognitive Abilities Screening Instrument in patients with dementia. *PLoS One*. 2019 May 7; 14(5):e0216450.