

多模态创新驱动,促进脑卒中后手与上肢功能康复发展

——ISPRM2019 手与上肢功能康复研究专题报道

贾杰

复旦大学附属华山医院康复医学科,上海 200040

通信作者:贾杰,Email: shannonjj@126.com

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2019.07.019

【编者按】一年一度的国际物理医学与康复医学学会(International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, ISPRM)世界大会,是全球康复医学界的年度性学术盛事,会上交流的都是国际上康复界最新研究进展以及热点、难点问题,值得国内康复界同仁关注。今年的 ISPRM 世界大会(ISPRM2019)已于 6 月 9-13 日在日本神户举行,会议上有哪些值得关注的动向?本刊约请了几位与会专家,将从不同角度分期进行介绍。本期刊登贾杰教授的报道,带您了解近年来国际上手与上肢康复研究的最新进展。

手与上肢功能在人们日常生活中具有不可替代的重要作用,其中手因其复杂的神经结构调控和精细功能活动,又称为人体“第二大脑”。相关研究指出,脑卒中已成为国人成人致残的主要病因^[1]。当前针对由脑卒中导致的手及上肢功能障碍仍缺乏高质量有效解决方法,因此寻找积极有效的康复方法,推动临床康复创新,是解决当前困境的一个主要方法,也是目前学术界关注的热点之一。

笔者于 2019 年 6 月参加了在日本神户举办的国际物理医学与康复医学学会第 13 届世界大会(the 13th World Congress of International Society of Physical and Rehabilitation Medicine, ISPRM 2019),深深感受到了手及上肢功能康复在这届大会上所占的重要分量。本文将围绕此次会议交流的重点内容,总结并剖析当前脑卒中后手与上肢功能康复的现状与发展趋势。

脑卒中后手与上肢功能康复 已成为世界关注焦点

此次 ISPRM 大会共设置 9 个大会主题报道(keynote lecture),其中 5 个与脑卒中康复相关,里面又有 3 个与手、上肢功能康复直接相关;粗略估计脑卒中后手与上肢功能康复主题摘要占大会手与上肢功能康复主题相关摘要数量的 2/3 以上,可见脑卒中后手与上肢功能康复已成为当前世界关注焦点之一。

本次大会展现的脑卒中后手与上肢康复内容呈现多元化和创新性特点。在治疗技术方面,主要涉及上肢机器人疗法(upper limb robotic therapy, ULRT)、经颅直流电刺激(transcranial direct current stimulation, tDCS)、重复经颅磁刺激(repetitive transcranial magnetic stimulation, rTMS)等,体现了多元化特点;另外还出现了迷走神经电刺激(vagus nerve stimulation, VNS)、综合意志电刺激技术(integrated volitional control electrical stimulation, IVES)、重复外周磁刺激(repetitive peripheral magnetic stimulation, rPMS)等创新性技术。在评估方面,除了经典评估外,当前国内、外学者越来越关注客观、量化测量指标,如肌电图、超声、生物电阻抗以及国内贾杰课题组提出的多维视觉手功能康复定量评估系统等,体现了手与上肢功能康复评估日趋

精准化;同时学者们也逐渐关注手及上肢功能本身与其他功能状况因素的相关关系及交互作用,从不同角度分析手及上肢功能障碍可能给患者带来的不利影响。

脑卒中后手与上肢运动功能的多模态康复

当前脑卒中后手及上肢运动功能的康复干预在继承传统康复方法基础上,涌现了大量创新的治疗及评估方法,呈现多模态相互交融、共同发展趋势。

一、多模态治疗技术

多模态治疗技术包含了“自上而下”的中枢干预(如 tDCS)、“由下到上”的外周干预及中枢与外周相结合的混合疗法。

1. 上肢机器人疗法(ULRT): ULRT 作为手与上肢功能障碍的重要治疗手段在本次大会上得到重点关注。Rodgers 等^[2]在多中心大样本随机对照研究中纳入 770 例首发脑卒中患者,并随机分为机器人训练组、上肢强化训练组和对照组,采用上肢运动研究量表(action research arm test, ARAT)作为主要评估指标,结果显示 ULRT 能有效改善脑卒中患者上肢功能。Miyasaka 等^[3]报告,ULRT 能促进急性或亚急性期脑卒中患者上肢肩部运动功能。Tahara 等^[4]采用 AMADEO 机器人系统(Tyromotion GmbH Graz, Austria)对亚急性期脑卒中患者进行手指分离训练(并实时反馈结果),经 2 周(共治疗 10 次,每次 20 min)训练后发现患者手指功能明显改善。此外也有许多学者对 ULRT 的临床疗效提出质疑并开展了一系列调查研究, Mashizume 等^[5]针对 ReoGo-J ULRT 设计了针对作业治疗师的半结构式小组随访,参与的 5 位治疗师均体验了 ReoGo-J ULRT 辅助训练慢性期脑卒中患者的干预过程,普遍认为 ReoGo-J ULRT 可对患者作业活动训练发挥辅助作用。然而也有研究指出^[6], ULRT 结合常规作业训练并不优于相同强度的作业训练。另外有学者指出,ULRT 对患者最初上肢功能要求较高,且会造成更大的经济负担^[7]。

2. 电刺激疗法:此次大会在电刺激疗法方面重点关注了 tDCS。Lowenthal 等^[8]纳入 18 例健康人和 18 例脑卒中患者作为研究对象,在随机给予兴奋性 tDCS、抑制性 tDCS 和假 tDCS

前、后嘱其执行抓握及抬举运动,发现作用于损伤半球的兴奋性 tDCS 结合运动训练显示出对运动平滑性 (movement smoothness) 的即时效应。Shibata 等^[9] 在其个案报道中也指出, tDCS 结合作业疗法可改善亚急性脑卒中患者运动功能。贾杰课题组^[10] 综述了 tDCS 对脑卒中后手及上肢功能的影响,指出 tDCS 作为一种神经刺激疗法,对于脑卒中慢性期患者手及上肢功能康复可能是一种有效干预手段。

除了 tDCS 外, Francisco^[11] 在大会主题报告中还介绍了迷走神经电刺激 (VNS), 该技术需要通过经皮设备输送电脉冲到迷走神经或植入式脉冲发生器和引线系统。有学者证实, 在常规干预基础上结合 VNS 可使偏瘫患者上肢运动功能明显改善, 其作用机制可能是促进新的神经通路来增强中枢神经可塑性。Minami 等^[12] 将表面肌电 (surface electromyography, sEMG) 与目的性活动相结合 (combine purposeful activity and electrical stimulation, PA-EST), 并以 3 例上肢严重偏瘫脑卒中患者作为研究对象, 经为期 7 个月研究发现, PA-EST 能有效促进患者积极使用偏瘫侧上肢。Yamaguchi^[13] 介绍了综合意志电刺激技术 (IVES), 该技术是基于肌电图控制下的神经肌肉电刺激, 当检测到肌肉收缩时可刺激目标肌肉, 且刺激强度与检测到的意志 EMG 信号成比例。有研究者指出, IVES 可能是脑卒中后上肢功能康复的潜在方法。此外 Itoh 等^[14] 证实了将 tDCS 与 IVES 相结合并用于改善亚急性期脑卒中患者上肢功能的可行性。这一创新方法为临床应用电刺激提供了新思路。相关临床循证研究也指出, 电刺激疗法可有效促进脑卒中后上肢功能康复^[15]。

3. 磁刺激疗法: 以 rTMS 为代表的磁刺激疗法近年来受到学者青睐。Chen 等^[16] 将 rTMS 与强制性诱导运动疗法 (constraint-induced movement therapy, CIMIT) 相结合, 并与单独 rTMS、单独 CIMIT 以及常规干预进行疗效对比, 发现高频 rTMS、CIMIT 较常规干预能进一步改善偏瘫患者上肢功能, 并且高频 rTMS 与 CIMIT 联用疗效更佳。Etoh 等^[17] 采用 TMS 与重复促进训练同步作用方式, 成功改善了 1 例 20 岁脑梗死女性患侧上肢功能。Tang 等^[18] 将 rTMS 与运动模仿训练相结合, 发现 rTMS 结合运动模仿训练较单独 rTMS 或单独运动模仿训练能更有效提高偏瘫患者上肢运动功能。

除了中枢干预外, 以重复外周磁刺激 (rPMS) 为代表的外周磁刺激干预也越来越受到重视。Fujimura 等^[19] 以 12 例早期脑卒中伴肩关节半脱位患者作为研究对象, 在常规康复基础上辅以 rPMS 作用于冈上肌、三角肌后部及冈下肌, 发现 rPMS 可有效减轻肩部半脱位及肩部疼痛, 可作为肩关节半脱位电刺激疗法的替代方案。Takahashi 等^[20] 研究也表明, 与单纯作业治疗比较, 作业治疗结合 rPMS 能更有效改善急性期脑卒中患者上肢功能。贾杰课题组采用 rPMS 作用于脑卒中患者 6 个生理动作 (包括肩屈、肩外展、屈/伸腕、屈/伸肘) 的责任肌肉群, 其中痉挛肌群给予 5 Hz 磁刺激, 拮抗肌群给予 20 Hz 磁刺激, 发现脑卒中患者经治疗后其上肢运动功能明显改善, 且大脑兴奋性也得到增强^[21]; 同时贾杰课题组还发现低频 rPMS 可缓解健侧 C7 神经根移位术后患者神经痛症状, 提示 rPMS 是该类型神经痛患者的潜在治疗方法^[22]。

4. 抗痉挛技术: 痉挛作为脑卒中后手及上肢功能康复的世界性难题, 历来受到学者们广泛关注。肉毒毒素 (Botulinum

toxin, BTX) 注射是解决痉挛的主要途径之一。Jacinto 等^[23] 在一项为期 2 年的国际纵向前瞻性队列研究中招募了 1004 例上肢痉挛且重复接受肉毒毒素 A (BTXA) 治疗的成年人, 在中期研究调查不同 BTA 制剂的注射间隔时间, 分析了来自 14 个国家、53 个机构中 807 例患者, 初步结论为接受 Abobotulinumtoxin A 治疗的患者其注射间隔时间明显长于接受其他型 BTXA 治疗的患者。Haryadi 等^[24] 针对脑卒中患者给予 BTXA 抗痉挛治疗, 再辅以肌电图调控下的神经肌肉电刺激干预, 发现能提高患者手部抓握功能。Hashimoto 等^[25] 研究也发现, 中重度脑卒中偏瘫患者在接受 BTX 治疗后, 采用 ULRT 及 CIMIT 进行训练, 可明显改善患者上肢运动功能。Mooyeon 等^[26] 报告, 与无引导的 BT 徒手注射比较, 利用超声和神经刺激引导进行 BT 注射能进一步缓解痉挛并获取较好疗效。

除 BTX 注射外, 通过外科干预也是治疗痉挛的一种重要手段。如国内华山医院徐文东教授团队提出的健侧 C7 神经移位手术, 便是针对卒中后痉挛的创新外科手术式^[27]。Winston 等^[28] 采用外科细筋膜神经切断术治疗上肢痉挛患者, 发现该方法能明显改善患者上肢痉挛状态。该研究还指出, 当患者对患侧肌肉群控制不良且无法耐受 BTX 治疗时可考虑手术干预。

苯酚神经松解术 (phenol neurolysis, PN) 也是当前治疗上肢痉挛的方法之一。Li 等^[29] 回顾了 PN 治疗上肢远端痉挛的相关文献报道, 发现超声和 EStim 引导下的 PN 治疗上肢远端局灶性痉挛安全、有效。此外 Watanabe 等^[30] 指出, 应用神经调控技术 (如侵入性巴氯芬鞘内注射) 以及非侵入性神经调控技术 (如 tDCS 和 rTMS 等) 均可有效改善脑卒中患者上肢痉挛状态。

5. 其他干预方法: 除以上几大类干预技术外, 本次大会亦展现了其他相关的中枢与外周干预技术。在中枢技术方面, 主要包括镜像疗法 (mirror therapy, MT)^[31-32]、运动想象疗法 (motor imagery therapy, MIT)^[33]、脑机接口技术 (brain computer interface, BCI)^[34] 等为代表的无创神经调控技术。中国学者贾杰等分别展示了近几年在 MT、MIT 和 BCI 领域的相关研究进展^[35-38]。

其余外周干预技术则以 CIMIT 为主, 如 Uswatte^[39] 研究发现, CIMIT 可使慢性期脑卒中患者上肢功能得到明显改善。Uchita 等^[40] 建议, 结合兴奋性 tDCS 和周围神经电刺激等预处理干预, 可增强 CIMIT 临床干预疗效。在外周干预技术方面, 本次会议还提到智能手套、双任务干扰训练等^[41-42] 创新的技术手段, 更进一步关注手部抓握及协调能力等精细活动功能提高。

二、多模态评估技术

手及上肢功能障碍的康复评估对于个性化、精准康复治疗具有重要指导作用。贾杰课题组^[43] 开发了多维视觉手功能康复定量评估系统, 通过视频记录、评估患者前臂、腕部及手部主动活动角度情况, 发现该系统可精确评估脑卒中患者前臂旋转功能。Inui 等^[44] 采用动作捕捉传感技术记录、分析受试者手指外展情况, 发现该动作捕捉技术能实时分析手指运动情况, 但对拇指运动情况存在低估现象。Okada 等^[45] 在 PC 屏幕上安装 X 轴、Y 轴两个方向位置传感器, 受试者手腕运动时其 X 轴、Y 轴方向的运动轨迹可在 PC 屏幕上实时显示, 从而实现对腕部运动功能的定量评估。

近年来电生理技术也在脑卒中后手及上肢功能评估中得到创新性应用。针对脑卒中后上肢肿胀问题, Kim 等^[46] 发现节

段生物电阻抗分析(segmental bioelectrical impedance analysis, SBIA)技术能评估并检测脑卒中后上肢肿胀情况。Sakai 等^[47]采用 sEMG 评估 BCI 结合视觉刺激下动作错觉干预对上肢严重偏瘫患者的影响,发现该组合疗法能改善患者上肢功能,且 sEMG 分析显示患者在训练任务中其肌肉交互激活得到改善。Mai 等^[48]采用超声监测慢性脑卒中患者上肢等速强化训练后其肌肌(brachialis muscle)结构变化情况,指出超声检查结果不够准确且无法反映结构变化,这也从侧面说明了电生理评估仍具有一定局限性。还有研究者发现,通过使用外骨骼机器人控制重力负荷,可实现对上肢肌肉协同作用变化的定量评估^[49]。

此外有学者针对传统评估方法也进行了创新性改进。当前上肢 Fugl-Meyer 评估(Fugl-Meyer assessment of upper limb, FMA-UL)被广泛应用于脑卒中后手及上肢功能评估,但由于评估所需时间较长,因此临床应用较少。针对上述情况,有研究针对手臂动作部分,提出简版 6 项 FMA^[50]。Amano 等^[51]研究初步显示简版 FMA 亦能可靠评估脑卒中偏瘫患者上肢功能。Tochio 等^[52]基于九孔钉板测试(nine-hole pegboard test, NHPT)研制了一种与计算机连接的 9 孔插板,该评估设备中每个孔都有 1 个微型光断路器,并相应开发了 1 个带有加速度计的插针容器,能提供单个插针动作的时间信息。利用该传感器钉板,研究者能获得精确转移时间数据,有望成为脑卒中患者手功能精确评估工具。

关注脑卒中后手及上肢感觉功能的康复

脑卒中后感觉功能障碍会影响手及上肢运动功能恢复,并对日常生活活动造成影响。然而相对于运动功能,其所受到的关注仍较少。Kuroki 等^[53]分析了慢性脑卒中患者日常使用偏瘫上肢的相关影响因素,发现除了运动功能外,感觉功能也与患者日常使用偏瘫上肢情况有关,表明了感觉功能的重要性。贾杰课题组在国际会议上首次报道了其团队在感觉评估及治疗方面取得的研究进展。在治疗方面,贾杰课题组^[54]回顾了当前脑卒中后上肢感觉障碍的研究进展,发现当前针对卒中后上肢感觉功能障碍的治疗仍较少,且缺乏证据支撑。针对脑卒中后上肢感觉定量评估现状,贾杰课题组^[55]分析指出:当前各种研究中使用的躯体感觉评估方法具有多样性,而大多数评估方法侧重于皮质感觉功能。上述发现说明了对脑卒中后手部康复进行全面定量体感测试的必要性。当前国际上针对手及上肢感觉的定量评估主要采用 Semmes-Weinstein 单丝测试(Semmes-Weinstein monofilament test, SWMT)、两点辨别觉测试等。贾杰课题组^[56]分析了老年脑卒中患者触觉与两点辨别觉变化,以及这两种感觉与患者上肢运动功能间的相关性,初步研究表明老年脑卒中患者的触觉及两点辨别能力明显下降,并且触觉损伤与运动功能下降有关。Suda 等^[57]研究了规范化 SWMT 和拇指定位法(thumb localizing test, TLT)在测试轻触觉及本体感觉时的信度与效度,发现在严格遵守评估规程前提下 SWMT 及 TLT 测试均具有较好的信、效度。相关学者建议上述测试可应用于脑卒中患者感觉功能检查。

手及上肢功能的相关因素研究

在脑卒中后手及上肢功能康复中,除了关注手及上肢本身

外,越来越多学者也关注到手及上肢功能障碍所带来的影响以及与其他因素的相关作用,这为手及上肢功能康复提供了新的思考途径。

手及上肢功能作为人体精细功能的基础,涉及复杂的中枢神经调控以及周围环境的交互作用。贾杰课题组^[58]从行为和脑科学角度总结分析了手动作与言语间的关系,发现言语活动可增强手部运动皮质兴奋性;观察手的抓握动作也会影响说话时嘴唇运动及声音成分等,可见二者间存在紧密联系。此外贾杰课题组^[59]还发现,上肢训练联合呼吸功能训练对脑卒中患者具有协同作用,有利于患者身体功能全面恢复。

手及上肢功能对患者日常生活具有重要作用。Matsuoka 等^[60]设计了活动特异性上肢偏瘫量表(activities-specific upper-extremity hemiparesis scale, ASUHS),该量表包含了 168 项日常活动,主要用于分析可使用患侧上肢执行的具体活动。通过该量表和 FMA-UL 分析 62 例右利手脑卒中患者偏瘫上肢功能和 4 项与“吃”相关的日常活动情况,研究者对结果分析后建议采用该量表作为上肢功能障碍患者进行日常活动训练的评估指标。Yamamoto 等^[61]在排除脑卒中患者下肢运动功能影响后,分析了上肢运动功能与每项日常生活活动的关系,发现所有入选亚急性期脑卒中患者(共 60 例)FMA-UL 评分与各项 FIM 运动评分无显著相关性。对上肢功能水平进行分层处理(如 FMA-UL 评分<23 分为严重, FMA-UL 评分>44 分为轻度),显示轻度卒中患者 FMA-UL 评分与饮食、穿衣、上厕所、走路或坐轮椅等活动具有中度相关性。Hung 等^[62]从心理学角度分析了上肢运动功能与日常生活活动表现间的关联性,发现脑卒中患者康复干预前其上肢运动功能与干预后日常生活活动表现存在相关性,部分相关性受干预后自我效能感调节。因此,治疗师可通过提高患者自我效能感来改善其日常生活活动中上肢表现。

Sawa 等^[63]将病程超过 10 年的 36 例脑卒中患者按照功能手、辅助手和废用手等手功能状态分为 3 组,结果显示 3 组患者接受残疾的过程存在明显差异,如功能手组患者从发病早期就提高了对瘫痪手的接受程度;辅助手组患者往往在发病后 2~4 年内就放弃手的恢复;废用手组患者从发病开始、且在此后 10 年期间均对不能接受瘫痪手有强烈执念。针对上述现象,研究者提出:为促进对残疾的接受度,有必要开发一套康复系统,能始终如一地指导患者在发病后任何时候照顾瘫痪手。

机遇与挑战

本届 ISRPM 大会从口头汇报到壁报交流均关注了脑卒中后手及上肢功能康复,并主要从治疗、评估和相关因素等角度展现了当前脑卒中后手及上肢功能康复方面的国际研究热点。

通过总结、归纳并分析本届大会对于脑卒中后手及上肢功能的相关报道,并与 2016 年 ISRPM 大会比较^[64],可以发现当前脑卒中后手及上肢功能康复形式更加多样,也更加注重创新。在功能层面,逐渐突破运动功能并开始关注感觉功能的影响;在康复方法层面,不仅关注治疗技术,而且还关注疗效评估,且更加注重患者日常生活需求,这也凸显今后发展趋势。此外临床经验与循证积累可以促进理论创新,从而引领康复技术与模式革新。国内以贾杰课题组为代表,针对脑卒中后手及上肢康复先后提出“中枢-外周-中枢”闭环康复理论、“上下肢一体化”整体康复理论^[65]及“左右制衡”康复理论^[66]等,为手

及上肢康复创新奠定了理论基础。

未来针对各种临床理论也应注重理论与实践相结合,从而发挥应有的作用。值得注意的是,作为当下医学前沿,康复医学本身应加强临床循证实践脑卒中后手及上肢功能康复更应如此,在多模态创新驱动下,建立规范化临床操作指南和路径,切实满足脑卒中患者对于手及上肢功能康复的需求。这也是当下我们所要面临的挑战之一。

参 考 文 献

- [1] 王陇德,刘建民,杨弋,等.我国脑卒中防治仍面临巨大挑战——《中国脑卒中防治报告 2018》概要[J].中国循环杂志,2019,4(2):105-119.DOI:10.3969/j.issn.1000-3614.2019.02.001.
- [2] Krebs HI. Robot assisted training for the upper limb after stroke (RATULS): a 770 stroke patients study-kinematics & kinetics results [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; SL1-1.
- [3] Miyasaka H, Ohnishi H, Shindo N, et al. The effect of robot-aided training on upper limb sub-acute stroke paralysis: the randomized clinical trial [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P2-14.
- [4] Tahara M, Nishida D, Mizuno K, et al. The effects of robotic training on finger functions using AMADEO in patients with stroke-a case series study [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-1146.
- [5] Mashizume Y, Takahashi K. Occupational therapists' perception towards robotic therapy using ReoGo-J in upper extremity rehabilitation for chronic stroke patients [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-1145.
- [6] Jo YJ, Kim JY, Ryoung ARA, et al. Robot-assisted upper arm training (RAT) in subacute hemiplegic stroke patients [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P2-22.
- [7] Remy-Neris O, Medee B, Jeannic AL, et al. Is rehabilitation robotics cost effective after stroke? the REM_AVC study [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-512.
- [8] Lowenthal RJ, Soroker N, Liebermann DG, et al. tDCS effect on movement coordination in a grasping and lifting task in sub acute stroke patients [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; O6-3.
- [9] Shibata T, Watanabe Y, Tanaka M, et al. Effects of transcranial direct current stimulation (tDCS) as assessed by neuronal activity topography in subacute stroke: a case report [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-959.
- [10] Chuankai W, Jia J. A review about the effect of transcranial direct current stimulation [tDCS] on upper limb and hand function in patients with chronic stroke [C]. Abstracts-JARM2019, Kobe, 2019; 0-4-2-3.
- [11] Francisco GE. Neuromodulation to augment post-stroke motor recovery: vagus nerve stimulation paired with rehabilitation [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; KL2-1.
- [12] Minami S, Nakagawa H, Kobayashi R, et al. Effect of supplementary functional electrical stimulation of the upper extremity surface stimulation for chronic hemiplegia: development of a purposeful activity and electrical stimulation rehabilitation programme [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P1-207.
- [13] Yamaguchi T. Integrated volitional control electrical stimulator (IVES TM) for the recovery of the upper extremity after stroke: basic concepts and clinical applications [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; LS4-1.
- [14] Itoh H, Ochi M, Matsushima Y, et al. A-randomized-controlled trial of central and peripheral simulations electrical stimulations in patients with subacute stroke [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P1-58.
- [15] Yang JD, Chen HC, Liou TH. Effectiveness of electrical stimulation therapy in improving arm function after stroke: a systematic review and Meta-analysis of randomized controlled trials [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-1039.
- [16] Chen Z, Sun Y, Xu Q, et al. Effect of rTMS combined with mandatory motor therapy on upper limb function recovery in stroke patients with hemiplegia [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-715.
- [17] Etoh S, Jonoshita Y, Ohama R, et al. The effect of transcranial magnetic stimulation synchronized with repetitive facilitative exercise on the hemiplegic hand function after stroke: case report [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-733.
- [18] Tang ZM, Wen HM, Li X, et al. The effect of rTMS combined motor imitation training for hands function of hemiplegia patients [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-982.
- [19] Fujimura K, Kagaya H, Endo C, et al. Improvement of shoulder subluxation after stroke by repetitive peripheral magnetic stimulation [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P2-19.
- [20] Takahashi R, Hirono S, Homma S, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation facilitating occupational therapy for upper limb paralysis in acute-phase stroke survivors [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-973.
- [21] Chen S, Jia J, Li Y, et al. Repetitive peripheral magnetic stimulation (rPMS) to enhance motor function of upper limb and activate brain activity after stroke [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-719.
- [22] Jia J, He Z. Repetitive peripheral magnetic stimulation for neuropathic pain in a chronic stroke patient after contralateral C7 nerve transfer: a case report [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-790.
- [23] Jacinto J, Turner SL, Ashford S, et al. Time to retreatment with botulinum toxin A in upper limb spasticity management: upper limb international spasticity (ULIS)-III study interim analysis [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-611.
- [24] Haryadi RD, Arfianti L, Andriana M. The effect of combined EMG-modulated NMES, training, and botulinum toxin A motor point block on hand function in patients with stroke: a case-report [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-191.
- [25] Hashimoto Y, Amano S, Umeji A, et al. Improvement of upper extremity function after constraint-induced movement therapy combined with robotic training following botulinum toxin injection in patients with chronic severe-moderate hemiparesis after stroke [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-754.
- [26] Oh-Park M. Instrument guided injections for spasticity management by using ultrasound and nerve stimulator [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; SW18-3.
- [27] Zheng MX, Hua XY, Feng JT, et al. Trial of contralateral seventh cervical nerve transfer for spastic arm paralysis [J]. N Engl J Med, 2018, 378(1): 22-34. DOI: 10.1056/NEJMoa1615208.
- [28] Winston P, Krauss EM. Surgical micro fascicular neurectomy in the upper extremity for the treatment of spasticity [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P3-321.
- [29] Li S, Jarri K, Zhang B. A retrospective review on phenol neurolysis for spasticity management in the distal upper extremity [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; SS26-1.
- [30] Watanabe T, Esquenazi A, Cao N, et al. Neuromodulation for spasticity management [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; SW22-4.
- [31] Hsieh YW, Zhu JD, Cheng CH, et al. The effect of mirror visual feedback on motor cortex excitability in patients with subacute stroke: an MEG study [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P1-47.
- [32] Tai RY, Yeh TH, Zhu JD, et al. The impact of bilateral and unilateral mirror therapy on motor cortical activations in patients with stroke [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P1-123.
- [33] Butet S, Lioi G, Fleury M, et al. A dynamic, multi-target motor imagery training using EEG-fMRI neurofeedback: an exploratory study on stroke patients [C]. Abstracts-ISPRM2019, Kobe, 2019; P1-16.

- [34] Okawada M, Kaneko F, Yoneta M, et al. Complex intervention of KinVis therapy and BCI therapy changes electroencephalogram in parallel with upper limb functional improvement in stroke patients with severe paralysis [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-914.
- [35] Zhuang JY, Ding L, Jia J. Effects of associated mirror therapy on upper limb dysfunction after stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-1057.
- [36] Ding L, Zhuang JY, Chen SG, et al. Closed-loop rehabilitation model: an instance of the feasibility and effectiveness of camera-based mirror visual feedback for stroke patients [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; O11-2.
- [37] Chen SG, Jia J, Shu XK. Exploration of motor function and brain computer interface (BCI) accuracy in stroke patients with hand dysfunction [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; O6-7.
- [38] Wang HW, Yang H, Fan MX, et al. Altered resting-state effective connectivity of the primary motor cortex in chronic stroke patients after motor imagery training [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; O11-3.
- [39] Uswatte G. Rehabilitation for adults with severe upper-extremity impairment after stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; SL4-1.
- [40] Uchita A, Amano S, Umeji A, et al. Improvement of upper extremity function after constraint-induced movement therapy combined with pre-conditioning stimulations in patients with chronic stroke: a retrospective study [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-1002.
- [41] Kang MG, Seo HG, Yun SJ, et al. Effects of upper extremity rehabilitation using smart glove in subacute stroke patients [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-270.
- [42] Teshima R, Kondo K, Noguchi N, et al. Dual-task interference in a grip and lift task after stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-988.
- [43] Hong FJ, Ye QY, Geng CS, et al. Precision of multi-dimensional visual hand function rehabilitation quantitative assessment system in assessing active range of motion for stroke patients [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-1225.
- [44] Inui A, Mifune Y, Nishimoto H, et al. Analysis of finger motion using motion capture sensor [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P1-56.
- [45] Okada Y, Fujie K, Suzuki S, et al. Quantitative evaluation of movement disorder of the wrist of hemiplegic patients with cerebral stroke during the course of rehabilitation [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-480.
- [46] Kim WJ, Kwon JK, Jo GY, et al. Edema of hemiplegic upper limb in stroke patients: segmental bioelectrical impedance analysis [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-296.
- [47] Sakai K, Kaneko F, Okawada M, et al. Combination of KinVis and BCI therapy for severe motor paralysis after stroke evaluated with surface electromyography [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-945.
- [48] Mai XP, Liu P, Li L, et al. Change of brachialis muscle architecture following upper limb isokinetic strengthening for patients after chronic stroke: evidence from ultrasonography [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-860.
- [49] Ogura M, Kawakami M, Teramae T, et al. Changes of muscle synergy with modulation of gravity load during shoulder flexion in patients with hemiparetic stroke -quantitative evaluation using an exoskeleton robot [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-1133.
- [50] Hsieh YW, Hsueh I, Chou YT, et al. Development and validation of a short form of the Fugl-Meyer motor scale in patients with stroke [J]. Stroke, 2007, 38(11): 3052.
- [51] Amano S, Umeji A, Takebayashi T, et al. Reliability and validity of the shortened Fugl-Meyer assessment for the assessment of arm function in hemiparetic patients after stroke: a retrospective study [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-55.
- [52] Tochio K, Kimura D, Hamaguchi Y, et al. Evaluation of separate peg and reaching movement time with a 9-hole pegboard newly developed [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-1178.
- [53] Kuroki M, Kawakami M, Okuyama K, et al. Factors related to the daily use of the upper limb in patients with chronic hemiparetic stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-331.
- [54] Ren J. The present situation of rehabilitation therapy for sensory disturbance after stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-513.
- [55] Fan CY, Jia J. Quantitative tests of somatosensory in hand rehabilitation after stroke: a review [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-734.
- [56] Shao P, Jia J. Changes of tactile sensation and two-point discrimination across upper limbs and their relationship with upper limb motor function in elderly patients after stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-541.
- [57] Suda M, Kawakami M, Oshima O, et al. Assessment of somatosensory impairment in patients with stroke: validity and reliability of the semmes-weinstein monofilament test and the thumb localizing test [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-565.
- [58] Pan YQ, Jia J. Research progress on the relationship between speech and hand movement [C]. Abstracts-JARM2019, Kobe, 2019; 0-4-3-2.
- [59] Lin JL, Jia J. A review of the cross-promotion effect of upper limb motor training and pulmonary function rehabilitation after stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-848.
- [60] Matsuoka K, Watanabe A, Kawaguchi T, et al. Relationship between daily activities performed with the affected upper extremity after stroke and the level of upper extremity function [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-874.
- [61] Yamamoto H, Takeda K, Tanabe S, et al. Relationship between upper limb motor function and each activity of daily living after removing the influence of lower limb motor function in stroke patients [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-643.
- [62] Hung PH, Ma HI, Wu CY, et al. Self-efficacy mediates the association between upper extremity motor function and performance of daily living activities in stroke patients [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-221.
- [63] Sawa SJ, Iso H, Yamakawa Y, et al. The IBARAKI stroke follow-up study: the relationship between hand function and acceptance of disability in patients with chronic stroke [C]. Abstracts-IPSRM2019, Kobe, 2019; P3-33.
- [64] 贾杰. 创新与循证并进中枢与外周交融——IPSRM 2016 上肢及手功能康复研究专题报道 [J]. 中华物理医学与康复杂志, 2016, 38(7): 550-554. DOI: 10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2016.07.019.
- [65] 贾杰. “上下肢一体化”整体康复: 脑卒中后手功能康复新理念 [J]. 中国康复理论与实践, 2017, 23(1): 1-3. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2017.01.001.
- [66] 贾杰. 脑卒中后左右制衡机制及其对上肢手功能康复的意义 [J]. 中国康复理论与实践, 2018, 24(12): 1365-1370. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2018.12.001.

(修回日期: 2019-07-10)

(本文编辑: 易 浩)