

上肢康复机器人对脑卒中后肩痛患者的疗效观察

苏鹏^{1,5},李冬静²,程露露^{3,5},曾斯琴⁴,胡婷¹,杨德才¹,陈瑞全²,孟思进⁵

摘要 目的:观察上肢康复机器人训练对脑卒中后肩痛(HSP)患者的疼痛、上肢运动功能及肩关节本体感觉的影响。方法:采用随机数字表法将43例HSP患者随机分为对照组(21例)和机器人训练组(22例),对照组仅接受常规康复训练,机器人训练组在对照组的基础上辅以上肢康复机器人训练,均训练4周。于治疗前后进行视觉模拟评分法(VAS)评分、Fugl-Meyer上肢运动功能(FMA-UE)评分及肩关节本体感觉评定(肩关节前屈45°、90°时的角度差绝对值)。结果:2组完成本研究者均为20例。治疗前2组各项指标均差异无统计学意义($P>0.05$)。治疗后2组VAS评分均显著降低($P<0.05$),且机器人训练组VAS评分显著低于对照组($P<0.05$);2组FMA-UE评分均显著提高($P<0.05$),且机器人训练组FMA-UE评分显著高于对照组($P<0.05$);2组肩关节前屈45°、90°时的角度差绝对值均显著减小($P<0.05$),且机器人训练组肩关节前屈45°、90°时的角度差绝对值显著小于对照组($P<0.05$)。结论:与常规康复训练比较,常规康复训练辅以上肢康复机器人训练更有助于改善HSP患者的疼痛、上肢运动功能及肩关节本体感觉。

关键词 上肢康复机器人;脑卒中后肩痛;上肢运动功能;本体感觉

中图分类号 R741;R743;R496 **文献标识码** A **DOI** 10.16780/j.cnki.sjssgncj.20220925

本文引用格式:苏鹏,李冬静,程露露,曾斯琴,胡婷,杨德才,陈瑞全,孟思进.上肢康复机器人对脑卒中后肩痛患者的疗效观察[J].神经损伤与功能重建,2023,18(3):181-183.

随着社会老龄化进程加快,脑卒中患者的康复问题现已成为日益突出的全球公共健康问题之一^[1]。我国脑卒中患者数量日趋增加,加重了社会和家庭的疾病负担^[2,3]。脑卒中后肩痛(hemiplegic shoulder pain, HSP)是一种常见的脑卒中患者恢复期上肢并发症。HSP的出现阻碍了患者上肢功能恢复,往往造成患者住院时间延长,甚至引发患者出现焦虑抑郁等负面情绪^[4]。

随着科技的进步,康复机器人的出现引领着康复治疗模式及方式发生新的改变。近些年来,上肢康复机器人逐步在临床康复治疗中应用广泛,其能够提供量化、个性化、交互性的康复训练,弥补传统物理治疗中的不足,实现患者康复效益最佳化^[5]。然而上肢康复机器人应用于HSP患者鲜有研究,本研究欲将上肢康复机器人应用于HSP治疗中,并与常规康复训练进行疗效比较,以期为临床康复决策提供参考。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选择2021年1月至12月在安徽中医药大学第一附属医院针灸康复科收治的HSP患者43例。纳入标准:①年龄 ≥ 18 周岁且 ≤ 70 周岁,性别不限;②首次发病,纳入时病程不超过6个月;③符合《中国脑血管病防治指南》中脑卒中诊断标准^[6];④偏瘫侧肩痛,且视觉模拟评分法(visual analogue scale, VAS)评分 ≥ 5 分^[7];⑤无认知障碍等;⑥签署知情同意书。排除标准:①在研究过程中病情加重者;②不能配合本研究,患者家属或本人要求退出者;③合并有严重的心肺肝肾疾病者;④既往有肩部手

术史或肩部外伤史或慢性肩痛史者。采用随机数字表将43例患者分为机器人训练组(22例)和对照组(21例)。2组患者的基本情况(性别、年龄、病程、偏瘫侧)比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。本研究通过武汉体育学院医学伦理委员会审查和批准。

1.2 方法

2组患者均接受常规药物治疗,主要用于营养神经、改善微循环和控制慢性疾病等。2组具体康复训练如下^[8]:①对照组:主要接受常规上肢康复训练,以上肢粗大运动训练和精细运动训练为主。上肢粗大运动训练包括增加肌力训练、改善活动度练习等;精细运动训练包括抓握练习、协调练习以及上肢日常活动能力训练等。每天上下午各进行1次30 min的训练,每周5 d,持续4周。②机器人训练组:在对照组常规训练基础上辅以上肢康复机器人训练,选用广州一康医疗设备公司自主研发的A2型上肢康复机器人进行训练。具体操作如下:根据患者偏瘫侧的不同,选择合适的上臂和前臂配件,并按照要求进行组装;患者取端坐位于配套座椅上,并系上安全带;将患者上肢穿戴于上臂架内后,嘱患者主动运动或被动运动上肢的肩、肘、腕关节,根据患者反馈调整为舒适位;检查各连接处的安全锁情况,确认无误后进入训练系统,完成对患者相关信息的注册;首次训练时,先对患者的上肢功能情况进行评定,由产品自带的评定模块进行完成;依据评定数据,选择相应的训练模块进行训练。本研究中使用的A2型上肢康复机器人可以为患者提供一维、二维、三维训练,可实现对上肢单关节练习、上肢多关节协调性及手部抓握力量训练、上肢多关节灵活性及技巧性练习。本组患者每天接受1

作者单位

1. 池州市第三人民医院康复医学中心 安徽 池州 247100
 2. 安徽中医药大学第一附属医院针灸康复科 合肥 230031
 3. 安徽中医药大学针灸推拿学院 合肥 230031
 4. 湖南中医药大学高等专科学校康复保健学院 湖南 株洲 412012
 5. 武汉体育学院运动医学院,运动训练监控湖北省重点实验室 武汉 430079
- 收稿日期** 2022-10-25
通讯作者 孟思进
825049367@qq.com

次 30 min 的常规康复训练和 1 次 30 min 的上肢康复机器人训练,分上下午随机进行,每周 5 次,持续 4 周。

1.3 疗效评定

在治疗前后对患者进行相关康复评定。①采用 VAS 对患者肩部疼痛进行量化评定。患者选取 0~10 cm 游标卡尺中的任意一数字代表疼痛剧烈程度,0 表示无痛,10 表示疼痛剧烈难以忍受。②采用 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分表(Fugl-Meyer assessment-upper extremities,FMA-UE)对上肢功能进行评定。该量表共有 33 项,单项评分 0~2 分,总分 66 分,评分越高提示上肢功能越佳。③采用主动角度重建法进行肩关节本体感觉评定^[9]。利用 A2 型上肢康复机器人自带活动度测量模块进行,选取肩关节前屈 45°、90°为目标角度,具体操作如下:患者在睁眼状态下将其患侧上肢被动移动至目标角度,并保持 10 s,再将其上肢放置于起始位并戴上眼罩后,嘱患者主动做肩前屈至目标角度,取实测值与目标角度差值的绝对值,绝对值越小提示肩关节本体感觉越佳。

1.4 统计学处理

采用 SPSS25.0 进行统计学分析,计数资料以例数或频数(百分比)表示,采用 χ^2 检验;计量资料采用 $(\bar{x}\pm s)$ 表示。当计量资料符合正态分布时,治疗前后组内比较采用配对样本 *t* 检验,组间比较采用独立样本 *t* 检验。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

在本研究过程中,2 组患者均存在失访,最终 2 组各有 20 例患者完成本研究,2 组患者基本情况比较差异均无统计学意义($P>0.05$),见表 1。

2.1 2 组患者治疗前后 VAS 评分比较

治疗前 2 组患者 VAS 评分差异无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组 VAS 评分较治疗前均有明显降低($P<0.05$),且机器人

训练组明显低于对照组($P<0.05$),见表 2。

2.2 2 组患者治疗前后 FMA-UE 评分比较

治疗前 2 组患者 FMA-UE 评分差异无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组 FMA-UE 评分较治疗前均有明显提高($P<0.05$),且机器人训练组明显高于对照组($P<0.05$),见表 3。

2.3 2 组患者治疗前后肩关节本体感觉比较

治疗前 2 组患者肩关节前屈 45°与 90°时的角度差绝对值差异无统计学意义($P>0.05$);治疗后 2 组患者肩关节前屈 45°与 90°时的角度差绝对值较治疗前均有明显减小($P<0.05$),且机器人训练组明显小于对照组($P<0.05$),见表 4。

3 讨论

HSP 一直以来都是脑卒中上肢功能康复中的棘手问题,HSP 的发生给患者的功能康复造成困扰,也极大影响到患者整体康复治疗进程。目前针对 HSP 的治疗多采用物理因子治疗、中国传统康复技术、手法治疗以及超声引导下注射等,但在治疗周期长、疗效维持时间短等不足^[10]。因此,寻求针对 HSP 积极有效的康复手段一直以来都是上肢康复研究领域中的热点方向之一。本研究采用常规康复训练辅以上肢康复机器人训练治疗 HSP 患者取得较好效果。

3.1 上肢康复机器人对 HSP 患者疼痛及上肢运动功能的影响

缓解疼痛和改善上肢运动功能是 HSP 患者首要的康复治疗目标,而上肢康复机器人训练方式独具特色地达到了这一目标。首先,上肢康复机器人可以提供减重位下的训练,能够促进上肢血液及淋巴回流,从而降低肩部周围肌肉及软组织的炎症因子水平^[11,12],有助于缓解疼痛和改善上肢运动功能。其次,上肢康复机器人提供了富有趣味的虚拟现实,其中虚拟场景式训练给患者带来积极的心理效应^[13],有助于降低患者对疼痛的感知。此外,上肢康复机器人提供的任务导向性训练使上肢训练

表 1 2 组患者基本情况比较

| 组别 | 例数 | 性别/例 | | 年龄/ (岁, $\bar{x}\pm s$) | 病程/ (月, $\bar{x}\pm s$) | 脑卒中类型/例 | | 偏瘫侧/例 | |
|--------|----|------|---|-----------------------------|-----------------------------|---------|-----|-------|----|
| | | 男 | 女 | | | 脑梗死 | 脑出血 | 左侧 | 右侧 |
| 对照组 | 20 | 15 | 5 | 63.35±7.67 | 3.80±0.77 | 13 | 7 | 11 | 9 |
| 机器人训练组 | 20 | 14 | 6 | 64.30±6.70 | 4.25±0.97 | 12 | 8 | 13 | 7 |

表 2 2 组患者治疗前后 VAS 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

| 组别 | 例数 | 治疗前 | 治疗后 |
|--------|----|-----------|-------------------------|
| 对照组 | 20 | 5.68±0.60 | 3.97±0.86 ^① |
| 机器人训练组 | 20 | 5.72±0.73 | 2.74±0.89 ^{①②} |

注:与治疗前比较,^① $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^② $P<0.05$

表 3 2 组患者治疗前后 FMA-UE 评分比较(分, $\bar{x}\pm s$)

| 组别 | 例数 | 治疗前 | 治疗后 |
|--------|----|------------|--------------------------|
| 对照组 | 20 | 26.65±3.90 | 31.75±5.38 ^① |
| 机器人训练组 | 20 | 27.95±4.37 | 38.55±4.26 ^{①②} |

注:与治疗前比较,^① $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^② $P<0.05$

表 4 2 组患者治疗前后肩关节本体感觉比较(°, $\bar{x}\pm s$)

| 组别 | 例数 | 目标角度 45° | | 目标角度 90° | |
|--------|----|-----------|-------------------------|-----------|-------------------------|
| | | 治疗前 | 治疗后 | 治疗前 | 治疗后 |
| 对照组 | 20 | 8.23±2.08 | 6.27±1.12 ^① | 7.20±1.94 | 3.31±0.90 ^① |
| 机器人训练组 | 20 | 9.46±2.14 | 3.78±1.19 ^{①②} | 7.22±1.52 | 2.11±0.99 ^{①②} |

注:与治疗前比较,^① $P<0.05$;与对照组治疗后比较,^② $P<0.05$

针对性强、目标性强,在短时间内实现了患者大量无痛纠错训练,促使患者对某一动作进行强化性习得,使上肢功能得以高效训练^[14]以达到功能的改善。最后,上肢康复机器人的人机交互训练模式^[15],旨在强调患者动作与周围环境进行互动,激发患者训练动机,激励患者主动参与训练,从而实现上肢运动功能改善。本研究结果显示,2组治疗方式均能改善HSP患者的疼痛及上肢运动功能,但机器人训练组优于对照组,提示与常规康复训练比较,常规康复训练辅以上肢康复机器人训练能够取得更好的效果。Jiang等^[16]进行了一项上肢康复机器人对脑卒中患者的短期疗效研究,结果显示上肢康复机器人治疗在改善患者上肢运动功能和日常生活活动能力方面优于传统物理治疗,这与本项研究结果基本一致。

3.2 上肢康复机器人对HSP患者肩关节本体感觉的改善

HSP患者的肩关节本体感觉障碍问题尚未得到广泛重视,而肩关节本体感觉的缺失会极大影响到患者运动控制能力和运动精细程度^[17]。积极且持续性感觉刺激是实现本体感觉恢复的有效途径之一,上肢康复机器人提供的持续性感觉输入,帮助患侧上肢建立正确运动控制^[18];同时上肢康复机器人可以提供高密度、精细化、针对性强的训练,帮助患者对上肢运动技能的学习与掌握,进而提升肩关节本体感觉感知度。Colombo等^[19]研究认为上肢康复机器人提供的密集型训练对脑卒中患者的上肢本体感觉恢复起到至关重要的作用。本研究中使用上肢康复机器人可以与患者进行实时互动,能够实时对患者动作准确性进行反馈,这有助于患者对错误动作的识别与正确运动模式的重建,进而达到对患侧肩关节本体感觉的恢复^[20]。本研究结果显示,两种干预手段均能改善患者肩关节本体感觉,与对照组比较,机器人训练组改善更为明显,这表明与常规康复训练比较,常规康复训练辅以上肢康复机器人训练更加有助于患者本体感觉的恢复。但本研究受实验条件等影响,对于疗效评价指标较为单一,未能引入神经电生理进行疗效评价,需在后续的研究中完善。

综上所述,在常规康复训练基础上辅以上肢康复机器人训练有助于改善HSP患者的疼痛、上肢运动功能及肩关节本体感觉,并优于常规康复训练,值得临床推广。

参考文献

[1] GBD 2019 Stroke Collaborators. Global, regional, and national burden of stroke and its risk factors, 1990-2019: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2019[J]. *Lancet Neurol*, 2021, 20: 795-820.
[2] GBD 2016 Neurology Collaborators. Global, regional, and national

burden of neurological disorders, 1990-2016: A systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2016[J]. *Lancet Neurol*, 2019, 18: 459-480.

[3] 杨等,刘文辉,王丛笑,等.上肢康复机器人辅助治疗在脑卒中中偏瘫患者上肢功能康复中的应用[J].*神经损伤与功能重建*, 2019, 14: 447-449.

[4] Glize B, Cook A, Benard A, et al. Early multidisciplinary prevention program of post-stroke shoulder pain: A randomized clinical trial[J]. *Clin Rehabil*, 2022, 36: 1042-1051.

[5] Morone G, Palomba A, Cinnera AM, et al. Systematic review of guidelines to identify recommendations for upper limb robotic rehabilitation after stroke[J]. *Eur J Phys Rehabil Med*, 2021, 57: 238-245.

[6] 中华医学会神经病学分会脑血管病学组急性缺血性脑卒中诊治指南撰写组.中国急性缺血性脑卒中诊治指南2010[J].*中华神经科杂志*, 2010, 43: 146-153.

[7] 李林,王强,元相喜,等.姿势解密技术对脑卒中后偏瘫肩痛的影响[J].*中华物理医学与康复杂志*, 2021, 43: 807-809.

[8] 何艳,张通.机器人辅助训练对脑卒中患者上肢功能的效果[J].*中国康复理论与实践*, 2021, 27: 797-801.

[9] Duray M, Baskan E. The effects of hemiplegic shoulder pain on upper extremity motor function and proprioception[J]. *NeuroRehabilitation*, 2020, 46: 561-567.

[10] Dyer S, Mordaunt DA, Adey-Wakeling Z. Interventions for post-stroke shoulder pain: An overview of systematic reviews[J]. *Int J Gen Med*, 2020, 13: 1411-1426.

[11] Pan R, Zhou MC, Cai H, et al. A randomized controlled trial of a modified wheelchair arm-support to reduce shoulder pain in stroke patients[J]. *Clin Rehabil*, 2018, 32: 37-47.

[12] 孙莹,罗艳,施加加,等.减重措施联合常规康复训练对脑卒中患者肩关节半脱位后肩痛的影响[J].*中国康复*, 2014, 29: 208-210.

[13] Matamala-Gomez M, Donegan T, Bottiroli S, et al. Immersive virtual reality and virtual embodiment for pain relief[J]. *Front Hum Neurosci*, 2019, 13: 279.

[14] Qu Q, Lin YN, He ZJ, et al. The effect of applying robot-assisted task-oriented training using human-robot collaborative interaction force control technology on upper limb function in stroke patients: Preliminary findings[J]. *Biomed Res Int*, 2021, 2021: 9916492.

[15] 励建安.人机共融,天人合一——关于康复机器人应用与发展的思考[J].*中国康复医学杂志*, 2020, 35: 897-899.

[16] Jiang SR, You H, Zhao WJ, et al. Effects of short-term upper limb robot-assisted therapy on the rehabilitation of sub-acute stroke patients[J]. *Technol Health Care*, 2021, 29: 295-303.

[17] Niessen MH, Veeger DH, Meskers CG, et al. Relationship among shoulder proprioception, kinematics, and pain after stroke[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2009, 90: 1557-1564.

[18] French B, Thomas LH, Coupe J, et al. Repetitive task training for improving functional ability after stroke[J]. *Cochrane Database Syst Rev*, 2016, 11: CD006073.

[19] Colombo R, Sterpi I, Mazzone A, et al. Improving proprioceptive deficits after stroke through robot-assisted training of the upper limb: A pilot case report study[J]. *Neurocase*, 2016, 22: 191-200.

[20] Lee HC, Kuo FL, Lin YN, et al. Effects of robot-assisted rehabilitation on hand function of people with stroke: A randomized, crossover-controlled, assessor-blinded study[J]. *Am J Occup Ther*, 2021, 75: 7501205020p1-7501205020p11.

(本文编辑:雷琪)