

论著·临床研究 doi:10.3969/j.issn.1671-8348.2018.14.014

Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能运动训练系统治疗 脑卒中上肢运动功能障碍的临床研究

钟毓贤,周维金,刘金玉

(中国人民解放军海军总医院康复医学科,北京 100048)

[摘要] **目的** 探讨 Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能运动训练系统替代部分人工康复治疗对脑卒中偏瘫患者上肢功能和日常生活活动能力(ADL)的影响。**方法** 将 48 例患者随机分成智能治疗组和常规治疗组,常规治疗组采用常规的康复治疗,智能治疗组将康复治疗师上肢的屈伸被动运动训练、屈伸助动运动训练、屈伸主动抗阻运动训练、抗痉挛运动训练内容替换为 Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能运动康复系统治疗,治疗前进行肱二头肌的 Lovett 肌力测定结果与 Athos 智能运动服肌力检测结果的相关性分析。治疗 1、3 个月后进行 Fugl-Meyer 运动功能量表上肢部分(FMA-UE)和 ADL 的 Barthel 指数(BI)评分。**结果** 44 例患者肱二头肌的 Lovett 肌力评估结果与 Athos 智能运动服肌肉强度监测结果呈明显正相关($r=0.929$, $P<0.01$);治疗 1、3 个月后两组患者的 FMA-UE 和 BI 评分均较治疗前明显提高($P<0.01$),但两组患者治疗后比较差异无统计学意义($P>0.05$)。**结论** 应用 Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能运动系统替代康复治疗师部分徒手治疗内容不会降低临床疗效,有利于减轻康复治疗师一对一徒手训练负担。

[关键词] 智能训练器;智能运动训练系统;偏瘫;日常生活活动能力**[中图分类号]** R493 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1671-8348(2018)14-1896-04

Clinical study on Athos intelligent sportswear combined with MOTOMed intelligent sports training system for treating upper limb motor dysfunction after cerebral stroke

ZHONG Yuxian, ZHOU Weijin, LIU Jinyu

(Department of Rehabilitation Medicine, Navy General Hospital, Beijing 100048, China)

[Abstract] **Objective** To investigate the effect of Athos intelligent sportswear combined with MOTOMed intelligent sports training system for substituting partial artificial rehabilitation treatment on upper limb function and activities of daily living in the patients with stroke hemiplegia. **Methods** Forty-eight patients were randomly divided into the intelligent treatment group(IT) and conventional treatment(CT). The CT group adopted the routine rehabilitation treatment, and the IT group adopted the treatments of Athos intelligent sportswear combined with MOTOMed intelligent sports training system instead of passive motor training for upper extremities, flexion assistive motion training, flexion active anti-resistance training and anti-spasm exercise training by rehabilitation therapists. The correlation analysis between the biceps Lovett myodynamia testing results and Athos intelligent sportswear myodynamia testing results was conducted before treatment. The Fugl-Meyer assessment of upper extremity(FMA-UE) and Barthel index(BI) of activities of daily living(ADL) were assessed after 1-month and 3-month treatment. **Results** The biceps Lovett myodynamia testing results in 44 cases had significantly positive correlation with the Athos intelligent sportswear muscular strength monitoring results($r=0.929$, $P<0.01$). The FMA-UE and BI scores at 1,3 months of treatment in the two groups were all significantly increased compared with before treatment($P<0.01$). However, the inter-group difference after treatment was not statistically significant($P>0.05$). **Conclusion** Applying the Athos intelligent sportswear combined with MOTOMed movement therapy system for substituting partial manual treatment by rehabilitation therapist does not reduce the clinical effect and is conducive to alleviate the one-to-one manual training burden of rehabilitation therapists.

[Key words] intelligent trainer; motomed gracile; hemiplegia; activities of daily living

脑卒中在慢性疾病中对个体健康和生活的危害影响最大,2013 年全球约有 640 万人死于脑卒中^[1]。2010 年全球疾病负担研究结果显示,脑卒中作为一个

全球性的健康问题,是影响伤残调整寿命年第 3 位的原因^[2]。同样,世界银行 2011 年的报告预测,至 2020 年中国会有 2 000 万以上的脑卒中群体,至 2030 年脑

卒中人数将达到 3 000 万以上^[3]。报告预计在未来数年,脑卒中导致的健康损失、伤残将明显增加,医疗卫生系统投入的康复治疗负担将越来越重。在此背景下,需要通过探索应用智能康复设备部分替代人工康复过程,以达到提高康复治疗效率,在不影响疗效条件下相对减少医疗成本、提高治疗师治疗效率的目的。故本研究选取价格相对低廉的 Athos 智能运动服与 MOTOMed 智能运动训练系统相结合,探讨其治疗卒中偏瘫患者上肢功能的临床疗效。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取 2016 年 9 月至 2017 年 2 月入住本院康复医学科病房的脑卒中偏瘫患者 48 例,入选患者均需符合 1995 年全国第 4 次脑血管病学术会议通过的诊断标准^[4]。入选标准:(1)经头颅 CT 或 MRI 检查和临床医生确诊为脑卒中;(2)生命体征平稳 48 h 以上,病程小于 1 个月;(3)均存在一侧半球出血或梗死及一侧肢体功能障碍;(4)患者坐位平衡能力大于或等于 1 级(能够坐位训练);(5)患者偏瘫侧肱二头肌肌张力小于或等于 1 级;(6)不伴有严重认知功能障碍[简易智能精神状态检查量表(mini-mental state examination, MMSE) > 20 分],神志清楚;(7)自愿参加本次研究并签署知情同意书;(8)生命体征稳定,检查合作,病情稳定;(9)85 岁以下。排除标准:(1)合并严重肝、肾功能不全,充血性心力衰竭、恶性肿瘤患者;(2)外地无法随访者;(3)既往有严重痴呆及精神病史者。研究过程中,3 例因个人因素在研究过程中出院,1 例因压疮转至烧伤科病房治疗,最终纳入 44 例患者进行统计分析。此研究经过本院伦理委员会批准实施,入选患者均签署临床试验知情同意书。在患者入组时,详细记录基线指标:脑卒中患者的年龄、性别、文化程度(文盲、小学、初中或技校、高中或中专、大专、本科及以上),职业,脑卒中类型(脑出血或脑梗死)等资料。将入院患者按随机数字表法分为智能治疗组和常规治疗组,每组 22 例,两组患者基线资料比较,见表 1。

表 1 两组患者基线资料比较 (n=22)

项目	智能治疗组	常规治疗组	P
年龄($\bar{x} \pm s$, 岁)	63.80 ± 10.17	58.00 ± 10.16	0.10
性别(男/女, n)	14/8	10/12	0.15
病程($\bar{x} \pm s$, 周)	3.40 ± 1.39	2.80 ± 0.89	0.14
左半球[n(%)]	15(68.18)	13(59.09)	0.53
右半球[n(%)]	7(31.82)	9(40.91)	0.53
缺血性[n(%)]	11(50.00)	7(31.82)	0.22
出血性[n(%)]	11(50.00)	15(68.18)	0.22
MMSE($\bar{x} \pm s$, 分)	24.06 ± 2.52	25.37 ± 2.83	0.07

1.2 方法

1.2.1 治疗方法 (1)常规治疗组:采用常规的综合康复治疗,包括基本药物治疗、一对一徒手功能训练、日常生活活动能力(activities of daily Living, ADL)训练、肢体功能训练、言语治疗、光电理疗、针灸等。

康复护理包括良肢位摆放护理,下肢静脉血栓预防护理,坠积性肺炎预防护理等。(2)智能治疗组:将康复治疗师针对上肢一对一训练中的屈伸被动运动训练、屈伸助动运动训练、屈伸主动运动训练、抗痉挛运动训练内容替换为 Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能运动系统治疗。①应用 MOTOMed 系统对患者进行上肢训练, MOTOMed 会实时根据张力变化通过反向运动抑制肌张力增高。训练过程中,患者全程穿戴 Athos 智能运动服,智能运动服利用 EMG 技术记录运动时肌纤维发出肌电信号,并实时通过平板屏幕上每块模拟肌肉的颜色深浅变化(图 1),给患者提供肌肉强度的反馈信息,进行选择性的肌力训练。治疗结束后,康复医师对记录下的训练数据进行评估。②智能运动服评估肌力过程,患者穿戴智能运动服,完成康复医师指定的评估动作,传感系统则实时记录运动过程中每块关键肌肉的强度大小,最后统计动作过程中平均使用强度大小(图 2)。以上训练内容均约 40 min。其余治疗均同常规治疗组。

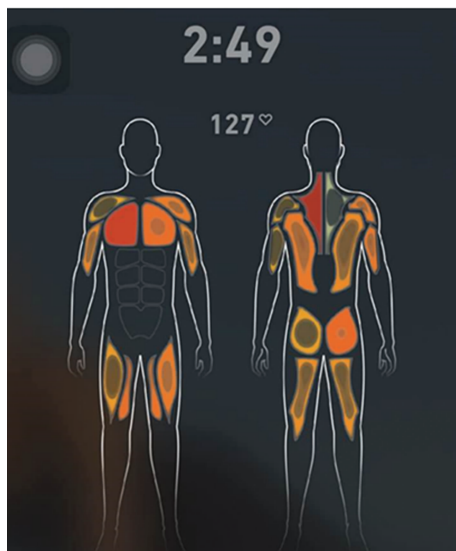


图 1 运动康复过程中热图的实时变化

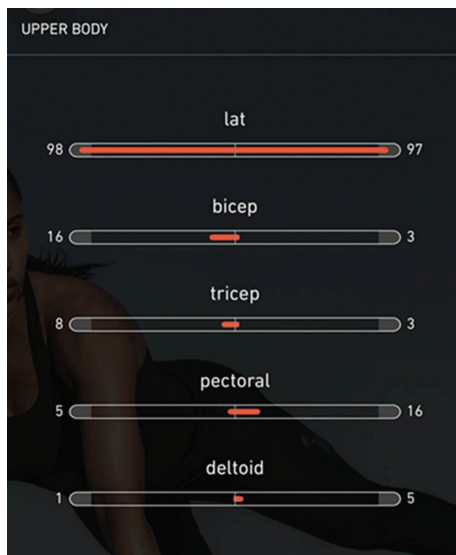


图 2 运动过程结束左右运动肌的平均使用强度

1.2.2 评价标准 在患者入组进行基线数据采集的同时及基线后 1、3 个月,进行 Lovett 肌力分级检查、Athos 智能运动服肌力检测及 Fugl-Meyer 上肢运动功能量表评分(Fugl-Meyer assessment upper extremity,FMA-UE)和 ADL 的 Barthel 指数(barthel index,BI)评分,评估人员由康复专业的非本研究参与者担任,评估人员和评估地点均同基线评估。由于 Athos 智能运动服是首次应用于康复治疗临床领域,故本研究选取肱二头肌对其采集的数据进行了相关性验证。

1.3 统计学处理 采用 SPSS17.0 统计软件进行分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,两组内和两组间符合正态分布的数据分析采用 *t* 检验,非正态分布数据采用显著性检验(*t'*)或秩和检验;相关性分析采用 Spearman 秩相关检验,以 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结 果

2.1 患者肱二头肌 Lovett 肌力分级与 Athos 智能运动服肌肉强度监测结果 本研究中 44 例纳入统计的患者肱二头肌 Lovett 肌力分级评估结果与 Athos 智能运动服肌肉强度监测结果呈明显正相关($r = 0.929, P < 0.01$),见表 2、图 3。

2.2 两组患者在各时间点的 FMA-UP 和 BI 评分比

较 两组患者在各时间点的 FMA-UP 和 BI 评分比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$);与基线比较,两组患者基线后 1、3 个月的 FMA-UP 和 BI 评分均明显提高($P < 0.01$),见表 3。

表 2 Lovett 肌力分级与 Athos 肌肉强度 Spearman 秩相关性分析

项目	Lovett 肌力		Athos 肌力	
	<i>r</i>	<i>P</i>	<i>r</i>	<i>P</i>
Lovett 肌力	1.000	0.000	0.929	0.000
Athos 肌力	0.929	0.000	1.000	0.000

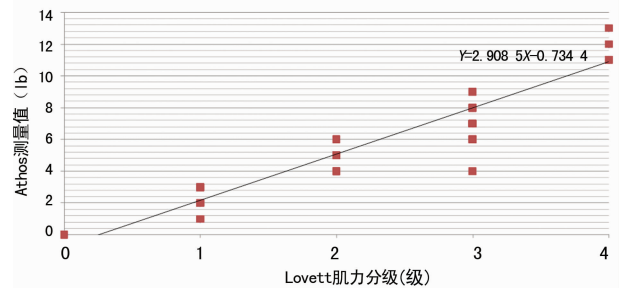


图 3 肱二头肌的 Athos 肌肉强度值测量值与 Lovett 肌力分级相关曲线图

表 3 两组患者各时间点 FMA-UP 和 BI 的评分比较

评价指标	基线		1 个月		3 个月	
	智能治疗组	常规治疗组	智能治疗组	常规治疗组	智能治疗组	常规治疗组
FMA-UP	15.51 ± 8.68	15.71 ± 9.08	29.05 ± 11.14 ^a	30.95 ± 13.30 ^a	52.40 ± 10.23 ^a	54.41 ± 9.55 ^a
BI	30.04 ± 6.12	31.54 ± 5.65	43.52 ± 7.45 ^a	42.69 ± 8.21 ^a	70.25 ± 6.87 ^a	72.23 ± 7.98 ^a

^a: $P < 0.01$, 与同组基线比较

3 讨 论

Bobath 理论是以运动控制为核心,Rood 技术同样也包含牵伸、挤压关节等运动,重视运动输出和运动反应,因此,运动康复是解决脑卒中肢体运动功能障碍的主要手段,且已被基础和临床研究证实^[5-6]。随着人们生活水平的不断提高,脑卒中患者群体的康复需求量逐渐增多,对康复的质量也更加重视,但运动康复治疗师的数量尚未跟上康复需求。据资料统计,上海市康复医师仅为 585 人,占总人口比例为 25.41/100 万人口^[7];康复治疗师共 754 人,康复治疗师占总人口比例为 32.75/100 万人口,故庞大的脑卒中后遗症患者群体与人数有限的康复团队之间形成了切实的“供需矛盾”。为解决这一问题,康复工程学发展迅速,国内外涌现出一批智能化的康复器械^[8-9]。不同于电刺激仪、训练床、助行器等传统康复器械,智能康复器械能够部分代替治疗师进行运动康复治疗^[10-11],它是康复器械与计算机结合的产物、软件与硬件的结合。国外研究也证实了智能康复机器人在脑卒中康复方面能够取得和人工康复无明显差异

的临床疗效^[12-13],但其昂贵的价格达不到减少医疗投入的目的。因此本研究前期挑选了较为廉价的 MOTomed 智能训练系统辅助人工康复,并且 MOTomed 的临床治疗效果已经被研究证实。DIEHL 等^[14]研究表明,MOTomed 可明显提高脑卒中患者步行速度、稳定性及耐力。KAMPS 等^[15]对 MOTomed 智能运动系统在家用训练中的作用和效果进行了实验,对比传统康复治疗,MOTomed 试验组患者的步行距离、步行速度及“起立-走”计时测试均有明显改善。虽然 MOTomed 能够自动检测痉挛并通过反向运动抑制痉挛并且疗效确切。但是,本研究在应用 MOTomed 智能训练系统治疗脑卒中患者过程中仍发现 3 个主要问题:(1)目前对 MOTomed 的康复应用均是简单地在日常康复内容上叠加上 MOTomed 治疗,未体现 MOTomed 系统在治疗效率方面的优越性;(2)利用 MOTomed 训练过程中无有效的实时评估工具,简单地靠患者主观感受了解疗效,康复过程中患者代偿动作较多,无目标肌肉的运动强度提示及治疗结束后的运动模式评估,故康复疗效打

折扣;(3)患者运动过程中缺少生物反馈作用。

通过前期观察和研究总结,发现 Athos 智能运动服的两个主要特性完全可以应用于临床康复训练和评估,即 EMG 实时监测特性和生物反馈特性。运动关键肌的 EMG 实时监测可以判断,哪些肌肉力量较弱,需要强化训练;哪些肌肉产生代偿运动,需要抑制代偿训练。生物反馈特性,通过移动智能设备(手机或平板)屏幕上的模拟人体每个部位的颜色变化,即热图,提示脑卒中患者运动中每一块关键肌的实时使用强度,患者则可以根据屏幕提示,有意识地主动调整自己运动模式,形成操作性条件反射,利于恢复正常的运动模式。因此,将 Athos 智能运动服与 MOTOMed 智能训练系统结合可以解决上面发现的后两个问题。至于第 1 个问题,本研究有目的地将康复治疗师治疗课程中的“上肢屈伸被动运动训练、屈伸助运动训练、屈伸主动运动训练、抗痉挛运动训练”内容完全替代为“Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能训练系统”进行智能训练,从而提高康复治疗效率。

由于将 Athos 智能运动服首次应用于临床康复,因此本研究选取了重要的运动肌“肱二头肌”的强度进行相关性分析,结果提示,Athos 智能运动服的强度测量值与临床公认的 Lovett 肌力分级检查结果呈明显正相关,相关系数达到 0.9 以上,需要指出的是,Athos 智能运动服的测量值是更为精确的定量数据,要优于半定量测定。另外,本研究结果表明,两组患者在各时间点的 FMA-UP 和 BI 评分比较差异均无统计学意义($P>0.05$),但均明显高于基线水平($P<0.01$)。结果可以说明 Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能训练系统能够在不降低临床疗效基础上替代康复治疗师的部分康复内容,从而提高康复治疗效率。

该研究在临床应用过程中同样存在不足之处:(1)Athos 智能运动服虽应用于运动领域的监测和评估,但未设计专门的脑卒中运动模式,故在临床实际应用过程中发现功能越好的患者,Athos 智能运动服监测出来的肌肉应用强度值差别越大、越精确,因此需要进一步改进,如按照 Brunnstrom 分期设计运动模式或添加抗阻运动、主动运动、助动运动、被动运动模式,并且此类改进很容易实现。(2)由于客观条件限制,本研究样本量仍然不足,未实现多中心、大样本的临床试验设计,需要下一步实现。(3)本研究未专门针对痉挛患者进行 Athos 智能运动服的评估,痉挛是否影响 Athos 智能运动服的评估结果仍值得商酌。

综上所述,本研究结果证实,Athos 智能运动服结合 MOTOMed 智能训练系统能够明显改善脑卒中患者上肢运动功能,部分康复效果与康复治疗师的一对一徒手训练比较,差异无统计学意义($P>0.05$)。结合智能运动服本身较廉价、无人值守和可重复使用特性,本研究认为 Athos 智能运动服结合 MOTOMed

训练系统有利于减轻康复治疗师一对一徒手训练负担,减少治疗人员成本费用。

参考文献

- [1] KIM A S, CAHILL E, CHENG N T. Global stroke belt: geographic variation in stroke burden worldwide [J]. *Stroke*, 2015, 46(12): 3564-3570.
- [2] MURRAY C J, LOPEZ A D. Measuring the global burden of disease [J]. *N Engl J Med*, 2013, 369(5): 448-457.
- [3] 杨明珠, 方芳, 陈兰, 等. 国内外心血管疾病健康管理研究进展 [J]. *上海护理*, 2016, 16(2): 64-68.
- [4] 中华医学会第四次脑血管病学术会议组. 各类脑血管疾病诊断要点 [J]. *中华神经外科杂志*, 1996, 29(6): 379-380.
- [5] RADÁK Z, KANEKO T, TAHARA S, et al. Regular exercise improves cognitive function and decreases oxidative damage in rat brain [J]. *Neurochem Int*, 2001, 38(1): 17-23.
- [6] ZHANG P, ZHANG Q, PU H, et al. Very early-initiated physical rehabilitation protects against ischemic brain injury [J]. *Front Biosci*, 2012, 4(7): 2476-2489.
- [7] 郑洁皎, 俞卓伟, 张炜, 等. 上海市康复医疗资源调查报告 [J]. *中国康复医学杂志*, 2013, 28(2): 143-147.
- [8] GAL N, ANDREI D, NEMES D I, et al. A Kinect based intelligent e-rehabilitation system in physical therapy [J]. *Stud Health Technol Inform*, 2015, 210(1): 489-493.
- [9] BANIASAD M, FARAHMAND F, ARAZPOUR M, et al. Role and significance of trunk and upper extremity muscles in walker-assisted paraplegic gait: a case study [J]. *Top Spinal Cord Inj Rehabil*, 2018, 24(1): 18-27.
- [10] VOPLÉ B T, LYNCH D, RYKMAN-BERLAND A, et al. Intensive sensorimotor arm training mediated by therapist or robot improves hemiparesis in patients with chronic stroke [J]. *Neurorehabil Neural Repair*, 2008, 22(3): 305-310.
- [11] COLOMBO R, STERPI I, MAZZON A, et al. Robot-aided neurorehabilitation in sub-acute and chronic stroke: does spontaneous recovery have a limited impact on outcome [J]. *Neurorehabilitation*, 2013, 33(4): 621-629.
- [12] LO A C, GUARINO P D, RICHARDS L G, et al. Robot-assisted therapy for long-term upper-limb impairment after stroke [J]. *N Engl J Med*, 2010, 362(19): 1772-1783.
- [13] ITOH N, TANABE S, HIRANO S, et al. Changes in postural strategy during exercise against perturbation using the balance exercise assist robot: a pilot study [J]. *J Phys Ther Sci*, 2017, 29(1): 16-19.
- [14] DIEHL W, SCHULE K, KAISER T. Use of an assistive movement training apparatus in the Rehabilitation of geriatric patients [J]. *Neuro Geriatrie*, 2008, 5(1): 3-12.
- [15] KAMPS A, SCHULE K. Cyclic movement training of the lower limb in stroke rehabilitation [J]. *Neurol Rehabil*, 2005, 11(5): 1-12.