

· 临床研究 ·

可独立步行的脑卒中患者运动强度指标选择的初步研究

董燕 王彤 胡晓华

【摘要】 目的 观察可独立步行脑卒中患者心率、主观劳累程度分级与运动强度间的相关性。方法 共选取 18 例具有独立步行功能的脑卒中患者,采用 K4b² 型便携式运动心肺功能仪记录受试者在静息坐位、坐-站转换、靠墙挺髌、患腿支撑-健腿上抬、健腿支撑-患腿上抬、上下楼梯、60 m 行走过程中的心率、耗氧量以及完成每项动作后的主观劳累程度分级。采用相关分析法研究心率及主观劳累程度分级与耗氧量间的相关性。结果 具有独立步行功能脑卒中患者心率与耗氧量间具有中等程度相关性;主观劳累分级与耗氧量间仅为弱相关性。结论 对于具有独立步行功能的脑卒中患者而言,采用心率作为运动强度评定指标优于主观劳累程度分级。

【关键词】 脑卒中; 耗氧量; 心率; 主观劳累程度分级; 运动强度

Evaluation of an index of exercise for stroke patients able to walk independently: A pilot study DONG Yan*, WANG Tong, HU Xiao-hua. * Department of Rehabilitation Medicine, Hangzhou Armed Police Hospital, Hangzhou 310051, China

Corresponding author: WANG Tong, Email: Wangtong60621@yahoo.com.cn

【Abstract】 Objective To discuss the relationship between heart rate (HR), rate of perceived exertion (RPE) and oxygen consumption in therapeutic exercises for stroke patients. **Methods** Eighteen stroke patients able to walk independently participated in the test. K4b² Pulmonary Function Equipment was used to record their heart rates (min^{-1}) and specific oxygen consumption ($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$) during the following exercises: relaxed sitting, sit-to-stand transfers, leaning against a wall and elevating the hips (strength training of the gluteus maximus), raising the unaffected leg while the affected leg is weight bearing, raising the affected leg while the unaffected leg is weight bearing, climbing up and down stairs, and walking 60 meters. RPE was surveyed after each exercise. **Results** The correlation between HR and oxygen consumption was moderate ($r = 0.618, P \leq 0.001$), but it was weak between RPE and oxygen consumption ($r = 0.325, P \leq 0.001$). **Conclusion** Heart rate is a better index than RPE for evaluating exercise intensity with stroke patients able to walk independently.

【Key words】 Stroke; Oxygen consumption; Heart rate; Rate of perceived exertion; Exercise intensity

无论是正常人群还是脑卒中患者,对其运动过程中运动强度进行控制均具有重要意义,如运动强度过小,达不到锻炼目的;运动强度过大,则对身体健康有害。机体耗氧量、代谢当量、心率(heart rate, HR)、主观劳累分级程度(rate of perceived exertion, RPE)等指标均可对运动强度进行监测。在正常人群中,HR 与耗氧量具有中度或中度以上相关性^[1-3],而 RPE 与耗氧量、通气量等指标也呈显著线性相关^[4,5]。由于 HR 和 RPE 相对较容易监测,故常将其作为正常人群在运动训练时的运动强度指标,目前冠心病患者在康复训练中也常采用 HR、RPE 作为运动强度指标。脑卒中患者由于肢体功能障碍常导致动作完成困难,容易出

现精神紧张、情绪波动、用力憋气等情况,致使 HR 加速,从而影响了 HR 反映运动强度的准确性。RPE(具体分级见附件 1)是根据运动者自我感觉劳累程度来衡量相对运动水平的半定量指标,目前在临床上已广泛运用,能否将 RPE 作为偏瘫患者运动强度评级指标还有待进一步证实。本研究主要通过观察具有独立步行功能的脑卒中患者在运动过程中的 HR、RPE 与运动强度间的相关性,以明确脑卒中患者康复训练时的运动强度可靠评价指标。现报道如下。

资料与方法

一、研究资料

共选取 2006 年 12 月至 2007 年 4 月间在南京医科大学附属第一医院康复医学科治疗的脑卒中患者 18 例,患者基本情况详见表 1;所有患者均能独立行走 60 m 以上(不使用辅助器具,患者按其自觉舒适速度

DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2009.01.008

作者单位:310051 杭州,武警浙江省总队杭州医院康复中心一病区(董燕、胡晓华);南京医科大学附属第一医院康复医学科(王彤)

通信作者:王彤,Email:Wangtong60621@yahoo.com.cn

行走),均无明显认知功能障碍,简易智力状态检查(mini-mental state examination, MMSE) > 23 分,既往无心脏病史,未使用倍他乐克等影响 HR 的药物。

表 1 本研究受试者基本资料分析

项 目	统计结果
性别(男/女,例)	16/2
年龄(岁)	42~74(54.33±10.13)
身高(cm)	150~180(168.78±6.99)
体重(kg)	50~95(69.17±11.43)
偏瘫侧别(左侧/右侧,例)	5/13
病变类型(脑出血/脑梗死,例)	9/9
病程(d)	39~1217(205.78±281.03)
MMSE 评分(分)	24~30(28.56±2.04)
Fugl-Meyer 评分(分)	20~92(61.89±21.61)

二、实验操作过程

本研究主要实验设备为意大利 Cosmed 公司生产的 K4b² 型便携式运动心肺功能仪。待受试者熟悉整个实验过程后,让其佩戴 K4b² 型便携式心肺功能仪(包括 HR 记录带及收集呼出气体的面罩,见图 1、图 2)并按照指令逐步完成下列动作:①静坐 5 min;②坐→站转换动作共 20 次;③靠墙挺髌动作共 10 次;④于肋木前患腿支撑,健腿上抬至第二级或第三级肋木(根据受试者能力决定),共训练 20 次,期间将上肢垂直放于身体两侧,若身体不稳时可用上肢轻微扶持外界物体,但不允许长期扶持;⑤于肋木前健腿支撑,患腿重复项目④中指定的动作,共计 20 次;⑥上、下楼梯各 20 级;⑦独立行走 60 m;⑧连续完成上述②~⑦项内容,训练过程中不停顿休息。受试者在完成②~⑦项活动过程中,均于上一项活动结束、HR 恢复至静



图 1 K4b² 型便携式运动心肺功能仪(附主机、面罩和心率记录带)



图 2 受试者佩戴 K4b² 型心肺功能仪进行上、下楼梯训练

息水平(波动 < 5%)且至少稳定 3 min 后再进行下一项活动。上述运动测试项目无时间限制,但鼓励受试者尽快完成。

三、实验数据采集

受试者在运动测试过程中,其佩戴的 K4b² 型便携式运动心肺功能仪会根据受试者呼吸频率自动记录 HR 以及单位体重耗氧量($\text{ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$, VO_2/kg),在每一项运动训练结束时,根据 Borg 15 级计分法,询问并记录患者完成该项动作后的 RPE 得分。

四、实验数据分析

计算每位受试者在完成每项动作过程中 HR 和单位体重耗氧量(VO_2/kg)的平均值以及相对应的 RPE 得分,选用相关分析法研究 HR 与 VO_2/kg 之间以及 RPE 与 VO_2/kg 之间的相关性。

结 果

一、HR 和 VO_2/kg 的相关性分析

对所有受试者进行整体分析,具体结果详见图 3;单个受试者完成各项动作过程中 HR 与 VO_2/kg 的相关性分析结果详见表 2。从图 3 数据可以看出,HR 与 VO_2/kg 之间的皮尔逊相关系数 $r = 0.618$, $P < 0.001$,差异具有统计学意义,提示两者有中等程度相关性,因此可用 HR 表示耗氧量大小(即运动强度大小);表 2 数据显示,18 例受试者中有 17 例在运动过程中其自身 HR 与耗氧量呈相关性,其中中等程度相关者有 2 例,强相关者有 15 例,仅有 1 例受试者(编号为 13)其自身 HR 与耗氧量间相关性不具有统计学意义($P > 0.05$)。

表 2 本研究各例受试者完成动作过程中自身 HR 与耗氧量间的相关性分析

受试者 编号	自身 HR 与耗氧量 间的相关系数 r	P 值	显著 相关性
1	0.922	0.001	有
2	0.968	0.000	有
3	0.754	0.031	有
4	0.930	0.001	有
5	0.876	0.004	有
6	0.964	0.000	有
7	0.833	0.010	有
8	0.850	0.007	有
9	0.908	0.002	有
10	0.875	0.004	有
11	0.899	0.002	有
12	0.803	0.016	有
13	0.657	0.077	无
14	0.856	0.007	有
15	0.878	0.004	有
16	0.850	0.008	有
17	0.877	0.004	有
18	0.748	0.033	有

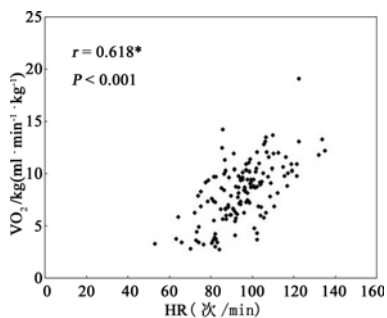


图3 本研究受试者 HR 与耗氧量间的相关性分析($n=18$)

二、主观劳累程度分级与耗氧量间的相关性分析

从图 4 数据可以看出,受试者 RPE 与 VO_2/kg 之间的相关系数为 0.325,仅为弱相关性;进一步分析发现,在相同主观劳累分级情况下,不同受试者间耗氧量跨度很大,如在 RPE = 11 级时,不同受试者耗氧量波动于 $5.834 \sim 14.143 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ 之间;在相同耗氧量情况下,不同受试者间主观劳累分级跨度也较大,如当 $VO_2/kg = 10 \text{ ml} \cdot \text{min}^{-1} \cdot \text{kg}^{-1}$ 时,不同受试者 RPE 波动于 9 ~ 14 级之间。

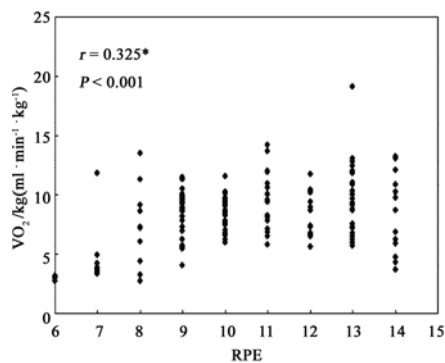


图4 本研究受试者 RPE 与耗氧量之间的相关性分析($n=18$)

讨 论

运动强度监测对于冠心病患者的康复治疗具有重要作用,临床多通过心电图运动试验确定受试者心肌缺血阈值或最大运动量,据此获得患者安全系数,从而确定患者运动时的靶运动强度、靶代谢当量或靶心率等,以确保运动安全性。然而在脑卒中患者康复训练过程中,运动强度却往往被忽视。目前临床发现,脑血管疾病患者多合并有心血管系统受损,如运动强度过大,容易造成心脑血管系统缺血,从而对运动安全性造成影响;若运动强度过小,又无法有效改善肢体功能,因此运动强度监测对脑卒中患者康复具有重要意义。在各种监测运动强度指标中,HR 及 RPE 由于相对较容易获得而被广泛使用,但这两项指标能否客观、准确反映脑卒中患者运动强度尚有待进一步探讨。

本研究中受试者体重差别较大,从 50 kg 到 95 kg

不等,由于耗氧量是按照每分钟消耗的氧气体积计算得来的,故在相同运动强度情况下,体重较重者其耗氧量也相对较大,为了消除体重因素带来的影响,本研究采用单位体重耗氧量进行数据分析。偏瘫患者由于脑损伤类型、部位、面积以及肢体功能障碍程度不同,再加上患者自身年龄、身高、体重等基本情况差异,在研究过程中要做到同源性具有相当难度,同类型研究也普遍存在类似问题^[6,7]。本研究针对脑卒中偏瘫患者 HR 和耗氧量进行相关性分析后发现,两者间呈中等程度相关;但由于各受试者间具有相当大的异源性,因此除进行整体相关性分析外,还针对单个受试者自身 HR 和耗氧量进行相关性分析,发现 18 例受试者中有 17 例其自身 HR 与耗氧量间呈显著相关性,且相关度均较高;其中 HR 与耗氧量无显著相关性的 13 号受试者其年龄为 74 岁,系本研究中年龄最大者,且有 10 年高血压病史,可能是该受试者还存在未发现的心肺系统疾病,从而影响了实验结果。

目前涉及正常人群、运动员 HR 与耗氧量相关性的研究已见诸报道,而涉及肢体功能障碍人群 HR 与耗氧量间相关性的研究通常以偏瘫型脑瘫患儿为研究对象,结果显示多数受试者耗氧量与 HR 间无显著相关性($P > 0.05$),因此使用 HR 来预测脑瘫患儿行走能量消耗时必须谨慎^[5]。一些以正常人群为观察对象的研究报道指出,RPE 与耗氧量、通气量、HR 等指标均呈显著线性相关^[4],相关系数为 0.68 ~ 0.88 ($P < 0.05$)。本研究发现脑卒中偏瘫患者 RPE 与耗氧量间仅为弱相关性,分析其原因可能包括以下方面:脑卒中偏瘫患者往往存在运动控制功能障碍,偏瘫肢体稍活动后多即刻出现局部疲劳感,此时患者容易将其与全身主观劳累感相混淆,即认为机体此时已达到稍劳累程度,从而限制其进一步运动,而这时患者心肺功能往往并未得到充分锻炼。因此,本研究认为 RPE 不适合作为反映脑卒中患者康复训练过程中运动强度的指标。有学者认为在使用主观指标评定运动强度时,可采用“交谈测试”方式进行,即在运动过程中与受试者不断进行交谈,通过观察其言语流畅程度和喘气程度来判断运动量大小^[8]。

综上所述,本研究仅针对可独立步行脑卒中患者运动强度指标进行了初步研究,结果表明,具有独立步行功能的脑卒中偏瘫患者在运动过程中,其 HR 与耗氧量呈中度相关性,而 RPE 与耗氧量间呈弱相关性,因此将 HR 作为运动强度评定指标优于 RPE。本研究受试者均具有独立步行能力,故不能代表整个脑卒中人群,且受试者具有相当大的异源性,样本量偏小,导致本研究结果具有很大局限性,我们下一步研究将扩大样本数量并进行分层比较,以更准确地描述偏瘫患

者运动过程中 HR 与运动强度间的相关性以及各项运动所需的代谢当量。

参 考 文 献

[1] Scott J, Strath AN. Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Med Sci Sports Exerc*, 2000, 32: S465-470.

[2] Hiilloskorpi HK, Pasanen ME, Fogellholm MG. Use of heart rate to predict energy expenditure from low to high activity levels. *Int J Sports Med*, 2003, 24:332-336.

[3] Keytel LR, Goedecke JH, Noakes TD, et al. Prediction of energy expenditure from heart rate monitoring during submaximal exercise. *J Sports Sci*, 2005, 23:289-297.

[4] Utter AC, Robertson RJ. Validation of the adult OMNI scale of perceived exertion for walking/running exercise. *Med Sci Sports Exerc*, 2004, 36:1776-1780.

[5] Keefer DJ, Tseh WD. Comparison of direct and indirect measures of walking energy expenditure in children with hemiplegic cerebral palsy. *Med Child Neurol*, 2004, 46:320-324.

[6] 高霞, 李京平, 陈刚. 偏瘫患者行走能量消耗与速度的相关性. 中

国临床康复, 2006, 10:110-111.

[7] Courbon A, Calmels P, Roche F, et al. Relationship between maximal exercise capacity and walking capacity in adult hemiplegic stroke patients. *Am J Phys Med Rehabil*, 2006, 85:436-442.

[8] 张立. 运动时目标心率与 RPE 在监测运动强度时的功能及应用. 武汉体育学院学报, 1995, 3:67-69.

附件一 主观劳累程度 Borg 15 级评分法

分级	劳累程度
6 ~ 8	非常轻
9	很轻
10 ~ 12	较轻
13	稍累
14 ~ 16	累
17	很累
18 ~ 20	非常累

(修回日期:2008-10-12)

(本文编辑:易 浩)

· 短篇论著 ·

干扰电、氦-氖激光和磁疗联合治疗骨折延迟愈合的疗效观察

丹壁 闫金玉

骨折延迟愈合是较为棘手的骨科疾病。我们从 2001 年至 2006 年采用干扰电、氦-氖激光和磁疗联合治疗骨折延迟愈合患者 52 例,并与同期接受药物治疗的 52 例骨折延迟愈合患者进行对照观察。现报道如下。

一、资料与方法

(一)临床资料

选取 2001 年至 2006 年我科治疗的 104 例骨折延迟愈合患者,均为外伤性骨折。在复位、固定 3 个月后,骨折局部仍然肿胀、压痛,并有功能障碍。X 线摄片示骨折线清晰,未见骨痂或仅有少量孤立骨痂。所有病例均符合骨折延迟愈合诊断标准^[1]。将 104 例患者随机分为观察组和对照组。观察组 52 例中,男 35 例,女 17 例;年龄为(33.2 ± 8.4)岁;病程为(6.3 ± 3.1)个月;肱骨骨折 6 例,桡骨骨折 5 例,尺骨骨折 2 例,尺桡骨双骨折 2 例,手舟骨骨折 1 例,指骨骨折 2 例,股骨骨折 5 例,胫骨骨折 10 例,腓骨骨折 4 例,胫腓骨双骨折 8 例,外踝骨折 2 例,跖骨骨折 1 例,趾骨骨折 2 例,髌骨骨折 2 例。对照组 52 例中,男 34 例,女 18 例;年龄为(32.9 ± 7.8)岁;病程为(5.9 ± 3.3)个月;肱骨骨折 6 例,桡骨骨折 4 例,尺骨骨折 3 例,尺桡骨双骨折 1 例,指骨骨折 2 例,股骨骨折 8 例,胫骨骨折 9 例,腓骨骨折 6 例,胫腓骨双骨折 7 例,外踝骨折 2 例,跖骨骨折 2 例,髌骨骨折 2 例。2 组患者性别、年龄、骨折部位、病程等方面差

异均无统计学意义($P > 0.05$),具有可比性。

(二)治疗方法

1. 观察组:采用干扰电、氦-氖激光和磁疗治疗。小夹板或石膏托固定者,治疗时取下固定物,有金属内固定器者不必去除^[2,3]。①干扰电治疗。采用北京产 K 8832-T 型电脑干扰电治疗仪,最大输出电流 80 mA,最大输出电压 35 V,工作基频 3800 ~ 4000 Hz。一般选用 25 mm² 或 50 mm² 导电橡胶电极,治疗时将 2 组 4 个导电橡胶电极衬垫交叉并置于骨折线远近两端,尽量使两路电流在病灶处交叉。指骨、趾骨等狭小病变部位骨折,采用 1 片四联电极,使电极中心正对病灶并加以固定。电流 10 ~ 30 mA。每日 1 次,每次治疗 20 min,20 次为 1 个疗程。②氦-氖激光照射治疗。采用上海产 HN3SQ 氦-氖激光照射器,输出功率 25 mW,波长 632.8 nm。激光束对准骨折线体表投影区,散焦照射,光斑直径 2 ~ 5 cm,距离 70 ~ 100 cm。每次治疗 20 min,每日 1 次,20 次为 1 个疗程;③磁疗。采用安徽产 MCS-4B 型磁疗机,疏密脉冲磁场。磁头 1 ~ 2 个,与骨折部位体表密切接触,依部位不同采取对置、并置或单极置放。磁场强度 0.2 ~ 0.4 T,频率 20 ~ 80 次/min。每日 1 次,每次治疗 20 min,20 次为 1 个疗程。

2. 对照组:采用谷康泰灵注射液肌肉注射。每日 1 次,每次 4 ml,20 次为 1 个疗程。

2 组均治疗 3 个疗程,疗程间休息 3 d,并摄 X 线片。

(三)疗效评定

参照周嘉顺等^[4]所拟骨折愈合标准评定。痊愈:骨折间隙