

## 编译

## 使用心率代表能量消耗的新方法:总心跳指数

吴克芬, 杨建伟编译 周士枋校

(复旦大学附属中山医院康复医学科, 上海 200032)

【关键词】 心率; 能量消耗; 心跳指数

【中图分类号】 R49; R54 【文献标识码】 A 【文章编号】 1001-2001(2006)01-0068-02

运动病损伤增加机体的能量消耗,使功能性活动受限制。由于脊髓损伤(SCI)患者站立和行走时的高能量需求常是影响能否使用行走矫形器的一个因素。因此在设计自控运动辅助器具和作出相关处方时,能量消耗是一个重点考虑因素。

能量消耗传统上用间接热卡测量仪或生理消耗指数(PCI)测量。前者(卡路里)基于假设体内所有的能量释放反应取决于氧摄取量,是最为广泛采纳的标准。在运动中测定氧摄取量最普遍的方法是通过测定呼出气体中的氧含量。目前的技术已发展到可通过轻量级的便携式遥测设备来对每次呼吸的氧气、二氧化碳进行分析。氧摄取量可用单位时间(摄氧量  $V_{O_2}$ , ml/kg · min)或氧单位距离效价(oxygen cost, ml/kg · m)表示,并可作为代谢效率的测试。而 PCI 由 Macgregor 提出,它通过稳态行走和安静心率的差别并被行走速度相除计算出来的。这一指数提供用走每米的心跳数来测量步态效能。PCI 被推荐作为  $V_{O_2}$  测定的一个替代,因为在亚最大运动量的条件下,心率与氧摄取量间存在着线性关系。PCI 易于计算,被广泛应用于临床和研究。

很多研究者对健康人或运动受损个体的  $V_{O_2}$ 、PCI 进行重复性研究,发现前者更具可重复性,与 PCI 相比变化更少,这点支持在临床步态分析中应用气体分析的方法来测定耗  $O_2$  量。但  $V_{O_2}$  测定所需设备笨重,使用者感觉不舒服,影响检测结果,也降低某些人群(特别是儿童)的适用性。而另外的研究表明 PCI 仅仅在健康人群中有较高的可重复性,因为测定 PCI 时要求人体心率达到稳定状态。对于健康者,这一稳态发生在人体心血管系统已适应了新的生理需要,一般在运动开始后第 3 min,但对于步态有缺陷的人群,虽然行走时的努力程度明显提高,却没有被认为已达到亚极限量。Boyd 等人研究发现,9% 脑瘫患儿的心率在行走测试中持续上升,经气体分析表明已达无氧运动。SCI 患者的步态研究也有类似发现,并且他们在达到稳态前就感觉到疲劳。

通过便携式心率监测仪,很容易获得连续的心率监测结果。为了能反映某一活动中精确的总能量消耗,作者提议用运动过程中总的心跳来研究心率情况。假设 1 个指数:它基于心跳的次数,不论运动是稳态或非稳态都可用于测试个体的能量消耗,包括恢复期支付运动开始后的氧债在内。所以本研究的目的就是要明确能否从运动期间和(或)休息期间

的心跳总数得出一个有关步态效率的指数,这一指数与氧耗量相比同样具有较好的可重复性,与可信度,在步态有缺陷的人群中也有足够的敏感度。

## 方法

研究分 2 组进行,正常组 20 例(男 14 例,女 6 例),SCI 组 17 例(男 15 例,女 2 例)均完成早期康复,并能熟练使用行走器具,测试前本人同意。采用设备为便携式呼吸气体分析仪(Cosmed K4 分析仪),心率采样通过 Polar Accurex Plus 仪器进行,每 5 s 1 次。测试步骤:正常组在步态分析室测试 2 次,7 d 内同一时间段内完成;测试前 2 h 不吃、喝及吸烟,到达实验室后,测身高体重,在身体上安装心率和呼吸气体分析仪,然后记录整个测试过程中的数据,稳态测试包括 5 min 安静休息期、10 min 自选速度行走(在 25 m 长的 8 字形跑道上)、运动后 5 min 休息期;一旦心率恢复至基线,即开始非稳态测试,包括 3 min 安静休息、2 min 站立、5 min 运动平板上行走(每间隔 1 min 就根据 Bruce 方案增加运动负荷 1 次,即非稳态)、运动后休息 5 min;第 2 天在同样条件和顺序下再进行测试。SCI 组分为 A( $n=11$ )与 B( $n=9$ )。SCI 组 A 分别在自选运动方式(多数使用轮椅)和使用支具下各进行测试,每种情况下其标准试验法为 5 min 休息、10 min 活动(行走或用轮椅)、5 min 休息,若因疲劳不能完成 10 min 行走,那么记录其实际行走时间、距离;SCI 组 B 参加欧洲功能性电刺激(FES)辅助行走(CREST)的研究,受试者连续 2 d 接受测试,先用 FES,再用行走支具在 8 字形跑道上连续行走 6 min,监测心率,该组成员的氧耗数据没有收集。

下列参数需作计算:①  $PCI = (\text{运动稳态下平均心率} - \text{休息期平均心率}) / \text{行走速度}$ 。② 稳态运动时的氧耗,由原始数据与每分耗  $O_2$  量相比得出。③ 氧价(氧耗被速度相除)。④ 运动中总心跳。⑤ 恢复期总心跳(直至恢复已安静基数,不相差  $>1$  次)。⑥ 运动中额外心跳。⑦ 恢复期额外心跳。⑧ 总心跳指数(THBI) = 运动期间总心跳 / 总距离。正常组在非稳态下 PCI、摄氧量和氧价用传统方法均不可测,因为不是稳态。测试中用 5 min 行走的平均心率和摄氧量分别除以平均速度来计算 PCI 和氧价。

## 结果和讨论

基于目前强调循证医学,所以对方法效果的量化很重要。一种测试方法应该精确、可信度高、敏感性强,对测试者妨碍最小。该研究中对 2 组进行气体分析和心率监测。正

【收稿日期】 2005-02-16

【作者简介】 吴克芬(1977-),女,湖北武汉人,住院医师,本科,主要从事脑卒中骨关节康复方面的研究。

常组用  $V_{O_2}$ 、氧价和 PCI 来计算能量消耗,因为他们可在 10 min 行走测试的开始 3 min 内就达到稳态;而 SCI 组 73% 的受试者在 10 min 行走后仍不能达到稳态心率,这就不能计算 PCI,这一点以往文献也有报道,但对于不能达到稳态的氧耗的介绍很少,本文 A 组有 3 例(27%) 在 10 min 测试后仍不能达氧耗稳态,这就使氧摄取的准确测定变得困难。

对不能达到稳态的受试者,为证实其步态效率,一定要采用另一种不同的方法。对所有人来说,在亚极量运动时氧摄取量与心率呈线性关系,所以在运动中和恢复期的总心跳数可代表能量消耗,这一点 2 组均显而易见。所有测试中心率与氧摄取量紧密相关,因为这二者与个体的有氧适应能力有关,而氧价与 PCI 或 THBI 的相关性很弱,分别  $r=0.59$ 、 $0.150$ ,这一发现限制心率指数在个体条件改变时的效果评测试验中的使用。心率指数的任何改变都将代表氧耗的改变,因此也表示能量消耗的改变。当然,从心率方面无法精确地知道能量消耗是多少,除非知道每个人心率与氧摄取量的比值。许多研究的焦点都在于明确对一群个体所采用的干预措施的效果上。其他有关能量消耗的研究中,恢复期也被用到,但可重复性最差。并且正常组中有 3 例在 10 min 行走后的 5 min 休息期内其心率没有达到基线,另有 5 人在运动平板测试后心率也未能恢复至基线。Macgregor 有关 PCI 的文章中推荐将休息时心率包括在内,这样指数就可代表由于运动引起的能量增加值。研究发现运动中的心跳总数比休息时的额外心跳数更具可重复性,因为休息时的心跳易受到外部因素干扰,所以测试结果可重复性就大打折扣。研究中最具可重复性的是运动期间的总心跳数,它在稳态和非稳态时的同组相关系数(ICC)分别是  $0.897$ 、 $0.893$ ,因此作者推荐用运动期间总心跳/总行走距离(THBI)作为能量效果测定的新方法。THBI 可重复性高,稳态运动下 ICC 为  $0.950$ ,最小可测差异(SDD)% 仅为  $15.7\%$ ,比氧耗、氧价及 PCI 均有改进,其优点还在于非稳态下其他标准不能使用时,它可以使用。该研究在非稳态下 THBI 可重复性也高(ICC= $0.893$ ,SDD%= $14.5\%$ ),这比从整个测试中取平均

数据得出的氧耗、氧价及 PCI 更好。

目前研究中不可能对 SCI 患者进行反复的气体分析,但可获得 CREST 工程中患者在 2 种不同条件下(使用和不使用 FES 下行走)重复的 THBI 和 PCI 数据。在不使用 FES 时 THBI 比 PCI 可重复性高(前者 ICC= $0.995$ ,SDD= $26.7\%$ ,后者 ICC= $0.939$ ,SDD= $121.5\%$ ),与以往报道相仿。Ijerman 曾对 10 例反复使用步态矫形器者测定氧价,使用 FES 时 PCI 和 THBI 的 ICCs 较高(分别为  $0.961$ 、 $0.965$ ),但 SDDs 较大(分别为  $65.8\%$ 、 $54.5\%$ ),ICC、SDD 均高可能因为人群组的变量较大或每天行走测试中的差异等多方面因素引起,并且使用 FES 时每天电极摆放位置或刺激程度的不同也可能导致能量消耗的差异,这些均不适于重复性的研究。轮椅和行走测试者都表现出行走比使用轮椅要付出更多努力,因此运动中轮椅的使用占主要地位。本文对用行走与轮椅的能量消耗测试时两者结果一样,可能是因为受试者调整了行走速度,从而控制在同一劳力水平上。为了体现行走和使用轮椅这两者在能量消耗上的差异,进行能量效率的测试更有用,氧价和 THBI 2 个指标在行走时比使用轮椅时都有显著增加( $P<0.05$ ),THBI 一般与氧价有相似曲线,这表明它们的敏感度相仿。为了得出更精确的敏感度,需要对更大的人群样本做进一步的试验研究。

结论

THBI 这个新的指数可代表稳态和非稳态下步态的能量效率。它易于计算,所需设备也易于获得,装配舒适,且非创伤性。重复性统计发现 THBI 与氧价有可比性,敏感度高,并优于 PCI,在改变负荷时与氧价有相似曲线。许多 SCI 患者行走时,心率或氧摄取量均不能达到稳态,而 THBI 这一新的方法可量化行走中的能量消耗。但若不清楚每一个体的  $V_{O_2}$  与心率的关系,那么就算使用包括心率在内的所有参数,也无法将 THBI 转换成能量消耗值。但不管怎样,THBI 可反映能量消耗,只要测试对象相同,还可用于比较研究。重复性研究适用于较大样本的群体。基于上述的研究,相对于现在通用的标准而言,THBI 是个有价值的替代指标。

传统医学

张自茂编译 谭维溢校

(佛山市第一人民医院,广东 佛山 528000)

【关键词】 传统医学;自然疗法;阿育吠陀医学;灵气疗法;中国传统医学

【中图分类号】 R49 【文献标识码】 A 【文章编号】 1001-2001(2006)01-0069-03

古时候人们已经使用一些他们自己的传统方法来治疗疾病。现代医学的许多方法都是源于这些基本原理和古人数百年来的医疗实践。中医和印度的草药学、古希腊和埃及

的医学都是其中的佼佼者,但古希腊和古埃及的医学已成为历史,而中医和印度的阿育吠陀医学(Ayurveda)仍然在广泛应用。本文旨在回顾一些应用得最广泛的传统医学手段。

1 自然医学

自然医学(naturopathic medicine)的思想可以追溯到几

【收稿日期】 2005-07-22  
【作者简介】 张自茂(1970-),男,四川自贡人,副主任医师,主要从事神经系统疾病的康复。