

表2 95例学龄前孤独症儿童综合性康复训练前后功能发展和发育商 $(\bar{x} \pm s)$

项目	训练前	训练后 ^①
表达	2.2105 ± 3.658	6.7684 ± 5.001
粗大动作	5.5578 ± 2.2865	9.1157 ± 1.9832
感知觉	4.7368 ± 2.6746	8.5789 ± 2.2167
接受	1.7368 ± 2.8292	6.7157 ± 5.4454
精细动作	2.7684 ± 2.4644	6.9578 ± 2.0365
模仿	2.2210 ± 2.7951	6.6631 ± 2.6642
手眼协调	3.8105 ± 2.9365	8.3684 ± 3.6468
发育商	54.2789 ± 16.623	69.3210 ± 21.079

①训练前后比较各项均有 $P < 0.001$

的增长,加快了儿童的发展速度。

本实践研究的创新在于:①强调以人为本,尊重每一个个体,将儿科临床医学、发展心理学、行为心理学有机结合,从儿童生理调适到愉快情绪的建立再到反应方式的改变和综合能力的提高,进而提高其生存质量。②强调孤独症儿童对外在环境反应模式或反应方式的改变,并在此基础上发展形成行为能力。在既往的文献中虽然也有提到行为的改变,但往往将行为模式与能力混为一谈;而在实践中发现,它们是独立的两个方面,训练要求和训练形式也有差别。③强调对基础能力的训练,并将基础能力与基础课程区分开来。虽然基础课程可以训练某些基础能力,但基础课程并不代表基础能力,某一项基础能力需要多种课程的练习。另外,在基础能力部分,本研究将孤独症儿童的能力泛化独立成项,加强训练。④强调尊重每个儿童的兴趣和家长的参与,对建立和维持儿童的学习兴趣和动机有明显的效果,同时减轻家长的疑惑和心理的压力,增加家长的康复信心^[10]。⑤强调多种技巧和方法的运用,特别是应用行为分析的理论及该理论体

系下的各种方法和技巧的综合运用。根据儿童的年度计划,合理地选择和运用应用行为分析理论及该理论体系下的各种技巧如塑形、提示、强化、泛化等,这些技巧在游戏、音乐、运动、情景等多种教学形式中都是不可或缺的^[11]。

参考文献

[1] 何仍,路英智.精神病学[M].中国中医药出版社,2000,784—786.
[2] 周福华,崔静,陈玉梅.早期综合训练对孤独症患儿模仿情感、视听觉及语言交流能力干预效应[J].中国临床康复,2005,9(12):216.
[3] 邵智,姚莉,周玉福,等.整合疗法干预孤独症儿童社会认知的临床研究[J].中国儿童保健杂志,2009,17(1):33.
[4] 朱友涵,孙桂民.自闭症儿童问题行为干预的研究[J].中国康复医学杂志,2009,24(9):851.
[5] 侯加平,袁晓斌,李秀云,等.综合措施干预孤独症儿童的效果研究[J].世界中西医结合杂志,2008,3(11):646.
[6] 李玲,刘畅,刘李艳,等.综合干预治疗孤独症40例疗效分析[J].中国儿童保健杂志,2009,17(5):575.
[7] 匡桂芳,贺莉娜,辛晓昱,等.综合疗法治疗儿童孤独症的疗效[J].中国心理卫生杂志,2004,18(9):607.
[8] 刘志云,周林萍.综合疗法治疗儿童孤独症的临床疗效分析[J].天津医科大学学报,2008,14(3):398.
[9] 袁茵,贾美香,阎玲,等.儿童孤独症及相关发育障碍心理教育评定量表-中文修订版[M].辽宁师范大学、北京医科大学精神卫生研究所,2001.3—4.
[10] Koegel RL, Koegel LK. Pivotal response treatments for autism [M].Paul H.Brookes Publishing Co.,Inc. 2006.
[11] 黄伟合.儿童自闭症及其他发展性行为干预——家长和专业人员的指导手册[M].上海:华东师范大学出版社,2005.

·短篇论著·

不同步行方式下正常人腰腹肌肌电信号分析

林彩娜¹ 马超^{1,2} 伍少玲¹ 燕铁斌¹

腰痛(low back pain, LBP)是现代社会一个主要的公共健康问题,有报道表明其发病率为30%^[1]。约有70%—85%的人发生过腰痛,腰痛已成为就诊的主要原因,是45岁以下人群常见的劳动力丧失的原因,同时也造成了沉重的社会经济负担。2005年瑞士的腰痛直接花费估计是26亿欧元,医疗费用占健康卫生支出的6.1%^[2],所以如何有效地预防和治

疗腰痛是非常重要的。当前退步走(backward walking,BW)已日益成为健身锻炼的手段。国外有很多退步走的研究,但是重点在于对身体功能、步态方面的影响,然而与腰痛有关的肌肉却未加研究,国内相关研究也较少见^[3]。

表面肌电图(surface electromyography,sEMG)又称动态肌电图(dynamic electromyography),作为肌肉功能评价的一

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2012.01.020

1 中山大学孙逸仙纪念医院康复医学科,广州,510120; 2 通讯作者
作者简介:林彩娜,女,康复治疗师;收稿日期:2011-04-23

种特异性良好的非损伤性检测手段,对骨骼肌收缩活动及疲劳机制的定量评估有着重要的意义^[4]。基础研究发现腰痛的发生与肌肉疲劳和收缩能力下降有关,本研究利用表面肌电在诊断和评价腰痛疗效方面的优势,对与腰椎活动和稳定性相关肌肉进行分析,通过观察相同肌肉在不同步行状态下的肌电信号,分析不同步行方式的信号特征并探讨其作用。

1 对象与方法

1.1 研究对象

14例健康人参加本研究。入选标准:无任何腰痛病史,外伤史及手术史的健康成人;年龄20—50岁;BMI $\leq 28\text{kg/m}^2$;无心血管疾病及其他躯体畸形;受试前24h内未进行任何形式的剧烈活动。排除标准:受试者腰部有疼痛、外伤、手术及肿瘤;年龄 <20 岁或 >50 岁,BMI $>28\text{kg/m}^2$,使用肌肉松弛药。入选对象中,男7例,女7例;平均年龄 (33.6 ± 8.5) 岁;平均身高 $(1.6 \pm 0.1)\text{m}$;平均体重 $(57.0 \pm 9.23)\text{kg}$;平均BMI $(21.0 \pm 2.3)\text{kg/m}^2$ 。

1.2 实验步骤

1.2.1 测试前准备:先向受试者解释实验的目的和步骤,然后在跑步机(BX-22,长150cm;宽45cm,无坡度)上以2.5km/h的测试速度沿直线练习正走和退步走,让受试者适应其步行方式和速度。所有受试者在测试开始前采用随机方法确定两种步行方式的测试顺序,并测其安静状态下心率。

1.2.2 放置表面电极:受试者仰卧,选择腰腹部肌肉,定位如下:双侧腹直肌(脐水平旁开4cm);双侧腹外斜肌(在肋弓最下缘,肋弓下缘与耻骨联合连线上);双侧腰竖脊肌(L1棘突水平旁开3cm);双侧多裂肌(L4棘突水平旁开2cm)在放置电极位置皮肤区域进行准备,即用清水清洗后用专用砂皮打磨,再用75%乙醇棉球清洁。将8对Ag/AgCl圆盘表面电极(韩国产一次性3M心电图监护电极片)分别置于标记位置^[5],参考电极放置在髂前上棘,记录电极间距为2cm(中心至中心)。每个电极均用医用胶布固定于皮肤表面,以防止在运动过程中电极松脱造成人为的干扰。测试皮肤阻抗, $<2\text{k}\Omega$ 为理想状态。

1.2.3 仪器与参数:采用美国产16通道Noraxon Telemetry系统进行肌电信号采集。测试时所使用的参数包括:固定频率1000Hz,波宽10—500Hz,采样频率1000Hz,滤波范围20—200Hz,陷波滤波器频率50—60Hz。

1.2.4 sEMG测试过程分两步:首先检测上述4组肌肉的次最大用力收缩^[6](sub-maximum voluntary contraction, sub-MVC)时的肌电信号;通过压力传感系统,转换成电信号传输到示波器上,并在表面肌电图机上记录到sub-MVC的波幅变化。接着让受试者按照抽取的顺序在跑步机上以2.5km/h的速度正走或者退步走5min,步行时自然摆臂,不使

用扶手,目视前方,尽量避免头部和上身躯干的过度活动;休息至受试者无自觉劳累后,心跳恢复至安静状态心率,再相反方向步行5min,分别记录正走、退步走时的腰腹肌四组的肌电信号并保存。

1.2.5 sEMG分析:利用Matlab软件程序提取第1.5min到第3.5min的数据,对原始信号进行去除基线、解调、平滑处理,解调过程对信号取绝对值,并提取包络信号,得出平均波幅(mean amplitude, MA);然后对sEMG进行快速傅利叶变换(fast Fourier transformation, FFT),并通过计算得出中位频率(median frequency, MF);同时通过运算功能键的程序处理,获得肌电信号积分值(integrated electromyography, IEMG)。

1.3 统计学分析

表面肌电各项分析指标如MA, MF, IEMG,所有的数据以均数 $\pm$ 标准差表示,采用配对 t 检验对14例受试者在正走、退步走两种步态下所获得的指标进行统计学分析。

2 结果

2.1 受试者正走和退步走的波幅和中位频率比较

退步走时的腹直肌和竖脊肌的平均波幅较正走时降低,两者间比较差异有显著性($P<0.05$),腹直肌和竖脊肌的中位频率与正走比较明显增加,两者间差异有显著性($P<0.05$),见表1。

2.2 受试者正走和退步走2min的IEMG比较

退步走与正走相比,各组肌肉的IEMG均没有明显改变($P>0.05$),见表2。

表1 14例受试者两种不同步行方式指标MA和MF比较($\bar{x} \pm s$)

肌肉	MA(mV)		MF(Hz)	
	正走	退步走	正走	退步走
腹直肌	5.0 $\pm$ 1.0	4.1 $\pm$ 0.6 ^②	37.0 $\pm$ 9.6	45.3 $\pm$ 22.4 ^①
腹外斜肌	7.3 $\pm$ 1.8	8.1 $\pm$ 2.8	33.1 $\pm$ 12.8	33.8 $\pm$ 11.0
竖脊肌	13.1 $\pm$ 3.5	10.3 $\pm$ 2.5 ^①	40.4 $\pm$ 9.4	50.2 $\pm$ 14.5 ^①
多裂肌	13.1 $\pm$ 2.7	13.8 $\pm$ 3.1	61.6 $\pm$ 25.0	64.6 $\pm$ 31.4

① $P<0.05$;② $P<0.01$

表2 14例受试者两种不同步行方式指标IEMG比较($\bar{x} \pm s, \text{mV}$)

步行方式	腹直肌	腹外斜肌	竖脊肌	多裂肌
正走	1437.8 $\pm$ 370.5	2301.3 $\pm$ 406.1	4226.1 $\pm$ 612.6	4421.3 $\pm$ 525.2
退步走	1516.7 $\pm$ 405.2	2448.6 $\pm$ 554.9	4489.4 $\pm$ 674.8	4720.5 $\pm$ 664.9

3 讨论

3.1 核心肌群及其作用

核心肌群是指负责脊柱稳定,支撑脊椎的肌肉群,分为深层肌群和表浅肌群。核心肌群是横膈膜以下到骨盆底部之间的肌肉,环绕着腰腹。深层肌群又称局部肌群系统(the local system),主要包括腹横肌和多裂肌,为各椎体提

供的稳定的作用。表浅肌群又称整体肌群系统(the global system),包括整体稳定系统(the global stabilizing systems)和整体活动系统(the global mobilizing systems),腹外斜肌属于整体稳定系统,腹直肌和竖脊肌属于整体活动系统。脊柱的稳定性与活动性对步行活动是必要的,而活动需要腹肌和腰肌的精确控制。

3.2 腰痛的肌电信号变化

目前慢性腰痛尚未有明确的病因。腰痛患者由于脊柱的稳定性下降导致改变运动控制模式。研究发现^[7],腰痛患者的竖脊肌和腹直肌在步行时共同激活程度增加。腰痛的原因可能是受累肌肉不自主收缩活动增加或者痉挛。在步行过程中,腰痛患者的竖脊肌活动水平在整个步行周期均有明显增加,研究^[8]发现,慢性腰痛的患者在完全屈曲时腰部肌肉的放松屈曲-放松现象(flexion relaxation phenomenon, FRP)减少。

3.3 退步走与正走的肌电信号比较

本研究发现,退步走时腹直肌和竖脊肌的MA、MF和正走比较差异均有显著性。MA通常用于评价肌肉活动水平,说明正走时腹直肌和竖脊肌的活动水平比退步走时高。有研究指出慢性腰痛患者在步行时腹直肌和竖脊肌的MA均比正常人高。此研究发现正走时腹直肌和竖脊肌的MF明显比退步走时低。MF是一个用于提示神经肌肉疲劳的指标。当肌肉持续收缩产生疲劳时,MF值降低。慢性腰痛患者背部肌肉比健康人更容易疲劳。正走时腹直肌和竖脊肌MA增加,导致肌肉持续收缩,造成肌肉缺乏放松。FRP是动态评价腰痛的指标,有些腰痛患者身上发现不存在FRP^[9]。肌肉的持续收缩,减少肌肉放松,加重了痉挛,形成一个恶性循环。此次研究腹外斜肌和多裂肌在两种方式的步行中未见明显的改变。可能原因是它们在控制脊柱的功能不同。竖脊肌在矢状面或者冠状面上控制躯干的运动,腹直肌与腰-骨盆矢状面有关,而腹外斜肌与腰-骨盆水平面有关。从解剖上看,腹直肌和竖脊肌是互为拮抗肌的功能,因此可以脊椎矢状面的运动是由两者共同控制的,而不是腹外斜肌控制的。

从表2得知此次研究四组肌肉的IEMG均没有明显变化。吕晓梅^[4]等研究证实退步走的腰部竖脊肌的IEMG明显比向前走高,但未对影响IEMG因素进行分析。但此次研究未见多裂肌有明显变化,考虑以下因素:作为深层肌肉,在体表比较难准确定位,而位置的偏差容易导致收集的信号不准;由于多裂肌容积小,容易受附近其他肌肉的信号影响,如表层肌肉等。

在慢性腰痛患者中,氧耐力水平比健康人的水平低。而研究^[10]发现退步走时的心率、耗氧量均比正走时高,更能增加有氧耐力。

3.4 不足之处

本研究利用跑步机固定步行速度,避免因速度不同而造成的试验误差,但相对于地面的步行,跑步机上的步行相对减少部分腰椎活动其他关节的活动,因此,需要进一步研究平地行走时两者是否存在不同。

4 结论

健康成年人退步走时,腹直肌和竖脊肌电信号的平均波幅降低,中位频率增加,表层腰腹肌的肌电活动减少,增加肌肉放松时间,不容易引起肌肉疲劳。

致谢:感谢香港理工大学康复系司徒佩玉女士对本实验提出宝贵的指导意见,感谢澳门镜湖医院李丽娟治疗师为数据的收集给予了大力的帮助!

参考文献

- [1] Kim N, Yang B, Lee T. An economic analysis of usual care and acupuncture collaborative treatment on chronic low back pain: a Markov model decision analysis [J]. BMC Complement Altern Med, 2010,25(10):74.
- [2] Wieser S, Horisberger B, Schmidhauser S. Cost of low back pain in Switzerland in 2005 [J]. Eur J Health Econ, 2011,12(5):455—467.
- [3] 吕晓梅,赵焕彬,张海涛.健身反向走的生物力学分析[J].中国体育科技, 2008,44(4):139—143.
- [4] Peper E, Wilson VS, Gibney KH. The integration of electromyography (SEMG) at the workstation: assessment, treatment, and prevention of repetitive strain injury (RSI) [J]. Applied Psychophysiology and Biofeedback, 2003, 28:167—182.
- [5] Mathieu Panchoa de Seze. Anatomical optimization of skin electrode placement to record electromyographic activity of erector spinae muscles[J]. Surg Radiol Anat, 2008, 30(2): 137—143.
- [6] Dankaerts W, O'Sullivan PB, Burnett AF. Reliability of EMG measurements for trunk muscles during maximal and sub-maximal voluntary isometric contractions in healthy controls and CLBP patients[J]. J Electromyogr Kinesiol, 2004, 14(3):333—342.
- [7] van der Hulst M, Vollenbroek-Hutten MM, Rietman JS. Lumbar and abdominal muscle activity during walking in subjects with chronic low back pain: support of the "guarding" hypothesis[J]? J Electromyogr Kinesiol, 2010, 20(1):31—38.
- [8] Descarreaux M, Lafond D, Jeffrey-Gauthier R. Changes in the flexion relaxation response induced by lumbar muscle fatigue [J]. BMC Musculoskelet Disord, 2010, 4(11):112.
- [9] O'Sullivan PB. Evaluation of the flexion relaxation phenomenon of the trunk muscles in sitting[J]. Spine, 2006, 31(17): 2009—2016.
- [10] Hooper TL, Dunn DM, Props JE, et al. The effects of graded forward and backward walking on heart rate and oxygen consumption[J]. J Orthop Sports Phys Ther, 2004, 34(2):65—71.