·临床研究·

肌电生物反馈对发育性髋关节发育不良术后患儿平衡及运动功能的影响*

杨晓颜[1] 杜 青[1,3] 周 璇[1] 于 虹[1] 毛 琳[1] 靳梦蝶[1] 宋琰萍[2]

摘要

目的：观察肌电生物反馈对发育性髋关节发育不良术后患儿平衡及运动功能的影响。

方法：选取33例发育性髋关节发育不良术后3月的患儿，按就诊顺序分为观察组和对照组，观察组16例（22髋），对照组17例（22髋），2组均给予常规康复治疗，观察组在此基础上接受肌电生物反馈治疗，连续12周。治疗前后采用徒手肌力测试测定屈髋肌、伸髋肌、髋外展肌、伸膝肌肌力，Berg平衡量表评定患者的平衡功能，10m步行测试测定步行能力，表面肌电图仪评估股直肌、臀大肌、臀中肌表面肌电信号均方根值（RMS）的变化。

结果：2组患儿肌力（屈髋肌、伸髋肌、髋外展肌、伸膝肌）、RMS值（股直肌、臀大肌、臀中肌）、平衡功能、步行能力治疗前差异无显著性意义（$P>0.05$）。治疗12周后2组患儿肌力、RMS值、Berg平衡量表评分显著高于治疗前（$P<0.01$），10m步行能力测试步行时间较治疗前明显缩短（$P<0.01$）。治疗后伸髋肌、髋外展肌肌力观察组显著高于对照组（$P<0.01$），屈髋肌、伸膝肌肌力观察组高于对照组（$P<0.05$）；观察组股直肌、臀中肌平均RMS值高于对照组（$P<0.05$），观察组臀大肌平均RMS值显著高于对照组（$P<0.01$）。

结论：肌电生物反馈疗法有助于改善发育性髋关节发育不良术后患儿平衡及运动功能。

关键词 发育性髋关节发育不良；肌电生物反馈；表面肌电

中图分类号：R741.0，R493 **文献标识码**：A **文章编号**：1001-1242（2019）-04-0422-05

Effects of electromyographic biofeedback on lower limb function in children with developmental dysplasia of the hip/YANG Xiaoyan, DU Qing, ZHOU Xuan, et al.//Chinese Journal of Rehabilitation Medicine, 2019, 34(4): 422—426

Abstract

Objective: To observe the effect of electromyographic biofeedback on lower limb function in children with developmental dysplasia of the hip.

Method:A total of 33 children who were 3 months after DDH operation were randomly divided into observation group and control group. The observation group of 16 cases (22 hips) accepted rehabilitation treatment including electromyographic biofeedback. The control group of 17 cases (22 hips) received conventional rehabilitation therapy. All Children were evaluated by manual muscle test, RMS of rectus femoris, gluteus maximus, mesoglutaeus by surface electromyography, Berg Balance Scale and 10 meter walking test before and after treatment.

Result: There were no significant difference between the observation group and the control group in muscle strength, RMS of rectus femoris, gluteus maximus, mesoglutaeus, the value of BBS and the seconds of 10 meter walking test before treatment ($P>0.05$). In two groups all children showed significant improvements in muscle strength, RMS value of rectus femoris, gluteus maximus, mesoglutaeus, the value of BBS and the seconds

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2019.04.010

*基金项目：上海市卫生计生系统重要薄弱学科建设项目（2015ZB0406）；上海市科委产学研医合作项目（16DZ1930108）

1 上海交通大学医学院附属新华医院康复医学科，200092；2 上海交通大学医学院附属新华医院崇明分院康复医学科；3 通讯作者

作者简介：杨晓颜，女，主治医师； 收稿日期：2018-01-23

of 10 meter walking test 3 months after treatment (P<0.01). Though in observation group muscle strength, RMS and the value of BBS were higher than that of the control group, and the seconds of 10 meter walking test were shorter than that of the control group.

Conclusion: Electromyographic biofeedback was helpful to improve the lower limb function in children with developmental dysplasia of hip.

Author's address Department of Rehabilitation, Xin Hua Hospital, Shanghai Jiao Tong University School of Medicine, Shanghai,200092

Key word developmental dysplasia of the hip;electromyographic biofeedback; surface electromyography

发育性髋关节发育不良(developmental dysplasia of the hip,DDH)是儿童四肢畸形中较常见的一种疾病,与髋关节发育过程密切相关[1]。治疗方法包括闭合复位保守治疗和开放复位手术治疗,大于18月龄患儿多数需要通过手术矫正[2—4]。手术能恢复髋关节的位置,但手术的创伤同时破坏了髋关节的动力肌,加上术后髋关节制动等问题往往使患儿术后髋关节活动受限、步态异常[5—6]。术后增加患儿下肢肌力,改善平衡与步态是改善患儿运动功能的重点。肌电生物反馈疗法是基于表面肌电系统的生物反馈治疗,对神经系统疾病、骨与关节系统疾病均有效,在脑瘫儿童中也有应用[7—9],但未见将其应用于DDH患儿的报道。

本研究尝试将肌电生物反馈疗法应用于DDH术后患儿的下肢肌力训练中,研究肌电生物反馈疗法对DDH术后患儿平衡及步行功能的影响。

1 资料与方法

1.1 对象

2014年7月—2015年12月在上海交通大学医学院附属新华医院康复医学科就诊的发育性髋关节发育不良患儿中选择33例术后3月的患儿作为研究对象,所有患儿及家长均知情同意,并已签署知情同意书。

入选标准:①符合DDH的诊断标准;②发育性髋关节发育不良术后3月;③年龄大于36个月;④有下肢肌力、平衡功能障碍;⑤能理解指令,配合评估与治疗。

排除标准: ①合并其他疾病导致髋关节发育不良者;②有其他影响神经肌肉或骨关节肌肉疾病等因素。

1.2 病例分组

将符合标准的入组患儿按就诊顺序分为两组,观察组16例(22髋),其中男性4例,女性12例,年龄37—113个月,平均(78.9±17.6)个月;对照组17例(22髋),其中男性4例,女性13例,年龄37—115个月,平均(67.9±19.5)个月。治疗前两组患儿年龄、性别、肌力、平衡、步行速度等指标间差异均无显著性意义(P > 0.05),具有可比性。见表1—4。

1.3 评估方法

两组患儿治疗前、治疗后12周均进行屈髋肌、伸髋肌、髋外展肌、伸膝肌的徒手肌力测试,股直肌、臀大肌、臀中肌的表面肌电图评估,Berg平衡量表评定(Berg balance scale,BBS),10m步行测试。

1.3.1 表面肌电图(surface electromyography,sEMG):评估下肢肌肉功能。治疗前、治疗后12周均采用加拿大Thought Technology公司生产的十通道生物机能实验系统采集患侧股直肌、臀大肌、臀中肌表面肌电信号,使用BioGraph Infiniti软件对采集图像进行分析。信号采集电极为一次性Triodes圆形干电极,直径约5.6cm,有阳极、阴极和地电极3个头,阳极和阴极采集信号,地电极为参考点。测试房间干燥、无噪声,室温保持在25℃左右。在患儿安静、清醒状态下,充分暴露臀部及下肢,先用酒精棉球去除皮肤表面油脂,清洁测试区域,将电极中阳极、阴极沿肌肉纤维走向粘贴、固定于肌腹最丰满处,保证电极与皮肤接触良好,将运动噪音降至最低。

患儿取卧位,表面电极放置好后,检查者预测肌电信号,检查噪音比符合要求。让患儿自然放松,当电脑中测试界面同步显示的sEMG出现非干扰肌电信号时,开始采集患儿股直肌、臀大肌、臀中肌的肌电信号,连续记录30s。然后分别让患儿做坐位伸膝的动作,俯卧位下肢后伸的动作,左侧卧位右髋外

展的动作，右侧卧位左髋外展的动作，每个动作肌电信号采集前，让患者尽量放松，当电脑测试界面同步显示的sEMG无干扰信号时，让患者按测试者口令尽最大力与测试者对抗，每个动作重复3次，每次持续10s，分别记录被测试肌肉主动收缩过程中的肌电信号。所有患儿肌电信号均由同一医师进行检测、分析。

1.3.2 徒手肌力测试：治疗前、治疗后12周分别采用徒手肌力测试测定患儿患侧髋屈曲、后伸、外展肌肌力，伸膝肌肌力，并作记录。

1.3.3 平衡功能测定：治疗前、治疗后12周分别应用BBS评定患儿的平衡功能，并记录分值。

1.3.4 步行能力测定：令患儿在10m长的步道上尽快地行走，用秒表记录步行10m的时间，治疗前、治疗后12周分别进行测定，并作记录。

1.4 治疗方法

对照组患儿每天进行2h常规的康复治疗。

1.4.1 髋关节活动度训练：主动关节活动度训练与被动活动度训练结合，配合关节松动手法。

1.4.2 肌力训练：①俯卧位，将双足放于训练球或滚筒上，双手支撑地面，保持身体伸展，维持3min。②俯卧位，双上肢前伸，将左上肢和右下肢向上抬至最大限度，保持10s后放下，再将右上肢和左下肢向上抬至最大限度，保持10s，重复10次。③仰卧位，将患儿双足放于滚筒上，保持膝关节伸直，上抬臀部，维持10s后缓慢恢复至原位，重复10次。④俯卧位，双手及双膝支撑地面，将一侧下肢逐渐伸展并上抬至最大限度，维持10s后放下，左右交替，重复10次。⑤俯卧位，下肢直腿抬高，保持10s，重复10次，可以左右交替，也可双下肢同时进行；⑥左侧卧位，右下肢伸直外展上抬，保持10s，重复10次；再左侧卧位，左下肢伸直外展上抬，保持10s，重复10次。肌力训练每天4—6次，每次3—5组，连续12周。

1.4.3 下肢协调性运动训练：MOTOmed智能运动训练系统，可以根据患儿自身情况选择运动模式，给予适当的阻力；

1.4.4 本体觉及平衡功能训练：平衡垫或平衡球、平衡仪训练进行本体觉训练，并进行重心转移、坐站转移等训练；

1.4.5 物理治疗：髋关节局部予红外线、低频等物理治疗。物理治疗每周5天，每天1次。在康复治疗时要维持正确的体位，以防患肢内收、外旋，密切观察有无出现髋部的疼痛、肢体短缩、畸形等，如发现异常及时向医生反应，妥善处理。

观察组：在接受常规康复治疗的同时，每天进行臀中肌、臀大肌、股直肌的肌电生物反馈治疗。肌电生物反馈治疗采用加拿大Thought Technology公司生产的MyoTrac生物刺激反馈治疗系统（电刺激频率2—100Hz，刺激强度0—100mA连续可调）。治疗时环境保持安静，将刺激电极沿肌肉纤维走向贴于目标肌肉肌腹最丰满处，借助肌电接收设备采集患儿肌肉主动收缩产生的微弱电信号，通过放大等处理后以视觉及听觉的反馈信号在屏幕上显示，伴随着动画系统，将治疗寓于游戏，充分调动患儿主动性，指导患儿学会自我控制肌肉主动收缩，提高肌肉力量及协调运动能力。以上治疗30min/次，每周5天，治疗12周。

1.5 统计学分析

应用表面肌电分析系统进行肌电信号时域分析处理，提取时域分析值均方根值（root meansquare，RMS）。选取并分析各体位或动作对应的连续5s肌电信号的平均RMS值，取三次测量的平均值进行统计学分析。

全部数据录入Excel 2003，数据经SPSS19软件检验，均正态性分布且方差齐性。计量资料以均数±标准差表示，自身前后对照采用配对样本t检验，组间比较采用独立样本t检验，肌力、BBS值比较使用秩和检验，分别分析治疗前后及不同组别间疗效的差异，$P<0.05$为差异有显著性意义。

2 结果

2.1 两组患儿肌力比较

两组患儿屈髋肌、伸髋肌、髋外展肌、伸膝肌肌力治疗前差异无显著性意义（$P>0.05$），康复治疗12周后各组肌肌力均较治疗前显著改善（$P<0.01$）。治疗12周后伸髋肌、髋外展肌肌力观察组显著高于对照组（$P<0.01$），屈髋肌、伸膝肌肌力观察组高于对照组（$P<0.05$）。见表1。

2.2 两组患儿表面肌电图RMS值比较

两组患儿股直肌、臀大肌、臀中肌平均RMS值

治疗前差异无显著性意义($P>0.05$)。康复治疗12周后,两组患儿股直肌、臀大肌、臀中肌平均RMS值显著高于治疗前($P<0.01$),观察组治疗后股直肌、臀中肌平均RMS值高于对照组,差异有显著性意义($P<0.05$),观察组臀大肌平均RMS值显著高于对照组,差异有显著性意义($P<0.01$)。见表2。

2.3 两组患儿平衡功能比较

两组患儿治疗前BBS值差异无显著性意义($P>0.05$),康复治疗12周后两组患儿BBS值均较治疗前显著改善($P<0.01$),观察组优于对照组,两组比较差异有显著性意义($P<0.05$)。见表3。

2.4 两组患儿10m步行测试比较

两组患儿治疗前10m步行测试结果差异无显著性意义($P>0.05$),康复治疗12周后两组患儿10m步行耗时均较治疗前显著缩短($P<0.01$),观察组优于对照组,两组比较差异有显著性意义($P<0.05$)。见表4。

表1 两组治疗前后下肢肌力 (中位数)

组别/时间	例数	屈髋肌	伸髋肌	伸膝肌	髋外展
观察组					
治疗前	16(22髋)	3	2	3	2
治疗后	17(22髋)	4.5①③	4.25①②	4.5①③	4①②
对照组					
治疗前	16(22髋)	3	2	3	2
治疗后	17(22髋)	4①	3.75①	4①	3.5①

注:①与治疗前比较$P<0.01$;②与对照组比较$P<0.01$;③与对照组比较$P<0.05$

表2 两组患儿治疗前后股直肌、臀大肌、臀中肌平均RMS值统计分析结果 ($\bar{x}\pm s$,μV)

组别/时间	中立位			直腿抬高	髋后伸	髋外展
	股直肌	臀大肌	臀中肌	股直肌	臀大肌	臀中肌
观察组						
治疗前	6.02±2.11	5.93±2.15	5.6±2.06	87.2±7.92	58.73±5.38	51.3±5.43
治疗后	5.92±2.44	5.39±2.35	6.45±1.96	114.33±9.24①③	84.82±6.07①②	75.67±6.63①③
对照组						
治疗前	5.26±2.25	4.74±2.26	5.27±2.29	83.78±7.01	60.37±4.7	55.22±6.27
治疗后	6.73±2.61	5.43±2.22	6.19±1.92	107.21±7.72①	77.94±5.39①	69.58±6.25①

注:①与治疗前比较$P<0.01$;②与对照组比较$P<0.01$;③与对照组比较$P<0.05$

表3 两组治疗前后BBS值 (中位数)

组别	例数	治疗前	治疗后
观察组	16	27.5	52①②
对照组	17	29	49①

注:①与治疗前比较$P<0.01$;②与对照组比较$P<0.05$

表4 两组治疗前后10m步行时间 ($\bar{x}\pm s$)

组别	例数	治疗前	治疗后
观察组	16	19.89±2.24	10.49±1.2①②
对照组	17	20.83±1.6	11.7±1.5①

注:①与治疗前比较$P<0.01$;②与对照组比较$P<0.05$

3 讨论

发育性髋关节发育不良是儿童常见的先天性畸形之一,包括髋臼发育不良、髋关节半脱位和髋关节脱位[3]。病变主要累及髋臼、股骨、关节囊及周围韧带、肌肉等,引起关节功能障碍[10—12]。严重的DDH患儿常存在髋外展肌群肌力减弱,导致跛行或trendelenburg步态[13]。0—6个月DDH患儿首选髋屈曲外展挽具或支具;6—18个月DDH首选闭合复位;>18个月的DDH则须采用切开复位术[2—4]。髋关节脱位的手术治疗包括骨盆截骨、股骨近端截骨等,手术治疗在矫正髋关节脱位和发育畸形的同时,也会不同程度的破坏髋关节周围的动力肌,包括股直肌、髂腰肌、臀肌等,导致髋关节周围肌肉肌力缺失或下降,削弱髋关节的稳定性,而术后局部血肿也会加重关节肿胀与疼痛,抑制关节活动及局部肌肉收缩,导致术后髋关节功能障碍,步态异常[14]。

单纯的肌力训练枯燥、乏味,而发育性髋关节发育不良术后的患儿往往年龄较小,加上术后的疼痛及恐惧心理,使其不能很好地配合肌力训练,术后如何让患儿配合进行主动的肌力训练,增加髋关节稳定性,改善平衡功能,是改善DDH患儿术后整体运动功能的关键。肌电生物反馈疗法能将人们正常意

识不到的肌肉组织生物电活动放大，转换为可以被人们感知到的视听信号，如孩子们喜闻乐见的动画或游戏等，可以将治疗寓于游戏，吸引患儿的注意力，调动患儿的主动性与积极性，也能使肌力训练变为常态化；同时肌电生物反馈系统能采集患儿自身肌肉收缩产生的电信号，根据这个采集的肌电信号强度来设定患儿训练的目标，训练中给予实时反馈，解决了传统肌力训练强度无法掌握的缺点，使受试者可通过视觉或听觉方式了解自身肌肉功能变化情况，能指导患儿学会自我控制肌肉主动收缩，使神经肌肉活动达到最佳募集状态，提高肌肉力量及协调运动能力，加速肢体运动功能恢复。

肌电生物反馈疗法被广泛应用于神经系统疾病、骨与关节相关疾病中，儿童中主要运用于脑瘫患儿[8—9,15—16]。研究表明，肌电生物反馈疗法可以增加脑瘫儿童的肌力，改善其下肢运动功能[8—9]；也可以使运动损伤术后的膝关节通过肌电生物反馈训练增加膝关节周围肌肉力量，使膝关节更稳定、更安全，防止继发性损伤，促进功能恢复[7]。本研究也发现，通过肌电生物反馈疗法训练，观察组DDH术后患儿下肢肌力、RMS值、BBS及步行速度均优于对照组水平。

肌电生物反馈疗法需要采集目标肌肉的肌电信号，因此应用肌电生物反馈疗法进行治疗时，宜选择浅层肌群。我们根据发育性髋关节发育不良患儿术后的功能障碍的特点及肌肉的分布，选择臀中肌、臀大肌、股直肌进行肌电生物反馈疗法训练。

表面肌电信号是肌肉运动单位生物电活动在时间和空间上的总和，能定量反映肌肉激活模式、运动单位兴奋性传导的速度、肌力水平、肌肉活动的疲劳程度等[17—18]。RMS是表面肌电信号的时域值之一，大小取决于肌电幅值的变化，一般与运动单位募集和兴奋节律的同步化有关。肌肉收缩时，随着力量的逐渐增大，募集的运动单位数量增加，波幅增加，即RMS增加[19—20]。一般情况下，参与兴奋传导的运动单位数目可根据生理需要而改变，当肌肉轻度收缩时参与兴奋的运动单位数目少，当肌肉大力收缩时参与兴奋的运动单位数目多[21]。因此，本研究选择目标肌肉最大等长收缩时表面肌电信号的RMS值，作为DDH术后下肢浅层肌群肌肉收缩功能的评估方法，能较客观地反应其治疗前后的变化。

本研究发现，通过系统的常规康复治疗，两组DDH术后患儿屈髋肌、伸髋肌、髋外展肌、伸膝肌肌力及臀大肌、臀中肌、股直肌RMS值、BBS值均较治疗前显著增加，10m步行时间较治疗前显著缩短，差异有显著性意义（$P<0.01$）。而应用肌电生物反馈疗法的观察组患儿，其伸髋肌、髋外展肌肌力，臀大肌RMS值显著优于对照组水平（$P<0.01$），屈髋肌、伸膝肌肌力，股直肌、臀中肌RMS值，平衡功能及步行速度均优于对照组水平（$P<0.05$），两组间差异有显著性意义，说明在常规康复干预的基础上，辅以肌电生物反馈指导下的康复训练，能更好地提高DDH术后患儿整体运动功能。

康复训练应注重主动性和参与性，但往往训练时间有限，不能充分调动患儿积极性与主动性，患儿主动配合差。肌电生物反馈疗法可以直观、精确的了解肌肉的功能，使医生和患者能实时了解训练的效果，而且可以通过动画、音乐等视听信号反馈给患儿，可以提高患儿训练的积极性，缓解由于手术创伤及疼痛等引起的心理恐惧，能使患儿更好的理解训练指令，依从性提高，训练强度有针对性，使得训练效率更高，提升训练效果。本研究结果就很好的说明了肌电生物反馈疗法在儿童肌力训练中的重要意义。但本研究样本量偏小，今后可以增加样本量，增加随访次数，借助步态分析设备进行评估，从而获得更全面、更准确的临床数据，为肌电生物反馈在儿童康复中的应用提供参考。

参考文献

[1] Gulati V, Eseonu K, Sayani J, et al. Developmental dysplasia of the hip in the newborn: A systematic review[J]. World J Orthop, 2013, 4(2):32—41.

[2] Murphy RF, Kim YJ. Surgical management of pediatric developmental dysplasia of the hip[J]. J Am Acad Orthop Surg, 2016, 24(9):615—624.

[3] 中华医学会骨科学分会. 发育性髋关节发育不良诊疗指南（2009年版）[J]. 中国矫形外科杂志，2013，21（9）:953—954.

[4] 中华医学会小儿外科分会骨科学组. 发育性髋关节发育不良临床诊疗指南(0—2岁)[J]. 中华骨科杂志, 2017, 37(11):641—650.

[5] Uruc V, Karabulut S. An unusual complication seen in a six-

（下转第439页）