

· 临床研究 ·

对截肢患者肌电假手的功能训练和评定的临床研究

陆廷仁 张少军

【摘要】 目的 探讨截肢患者肌电假手生物反馈训练的最佳方法及其效果评定。**方法** 14 例上肢截肢者,共 16 只肌电假手;男 11 例,女 3 例;年龄(25 ± 8.69)岁;右侧截肢 11 例,左侧截肢 1 例,双侧截肢 2 例。肌电假手生物反馈训练分为:基础电信号训练、视觉反馈训练和日常生活能力训练。训练时间为 4~6 周。**结果** 16 只肌电假手均能按照截肢者的意愿实现开手/闭手及旋腕动作,完成穿衣、洗漱、进餐、写字等日常功能。**结论** 欲使肌电假手达到预期设定的目标,其训练有 2 个关键:一是寻找残肢肌肉的最强肌电信号;二是不断强化生物反馈过程,使视觉和肌电假手的动作协调自如。

【关键词】 肌电假手; 生物反馈; ADL 功能

Clinical study of functional training and efficacy evaluation of myoelectric artificial hand in patients with upper limb amputated LU Ting-ren*, ZHANG Shao-jun.* Department of Rehabilitation Medicine, Ruijin Hospital, the 2nd Medical University of Shanghai, Shanghai 200025, China

【Abstract】 Objective To study the best method for myoelectric feedback training and evaluate the effectiveness of myoelectric artificial hand. **Methods** Fourteen cases of upper limb amputees (11 male, 3 female, aged 25 ± 8.69 years, right side 13, left side 3, totally 16 myoelectric artificial hands) were recruited for this study. The bio-feedback training process was divided into three steps: basic signal of myoelectric feedback training, visible feedback training, and ADL function training. **Results** After the training, 16 myoelectric artificial hands could grasp, pinch and rotate wrist, and could perform ADL such as dressing, eating, cleaning. **Conclusion** To achieve the goal set for the myoelectric artificial hand, emphasis should be on locating the most stronger myoelectric signal of the stump and strengthening the feedback training.

【Key words】 Myoelectric artificial hand; Feedback training; ADL function

手是人体最复杂、最精密的器官之一,如果因严重创伤或恶性肿瘤等原因施行了截肢术,不仅使患者丧失运动功能,导致机体平衡失调、感觉反馈损害,同时也影响整体的美观,将会给患者带来极大的生理及心理打击。肌电假手是根据截肢者的意愿,利用神经支配残端肌肉收缩产生肌电信号,然后由放置于该处的皮肤电极引出,经电子线路放大,用来控制直流电机的驱动,实现大脑的直接控制,使肌电假手完成开、闭手及旋转等动作,从而部分代偿手的功能^[1]。近年来,我们对 14 例上肢截肢者(共 16 只肌电假手)进行了功能训练,使肌电假手达到预期效果。现将我们进行的肌电假手功能训练方法、评估和临床经验报告如下。

资料和方法

一、资料

作者单位:200025 上海,上海第二医科大学附属瑞金医院康复科(陆廷仁);北京假肢厂(张少军)

14 例上肢截肢患者,共有 16 侧上肢截肢,男 11 例,女 3 例。平均年龄(25 ± 8.69)岁;右侧截肢 11 例,左侧截肢 1 例,双侧截肢 2 例。截肢原因:机器碾压伤 8 例,电烧伤 4 例,刀砍伤 1 例,车祸 1 例。截肢部位:上臂 7 例,肘离断 1 例,前臂 7 例,腕离断 1 例。假肢类型:肌电假手 8 例、混合式上肢假肢(由肌电假手和索控式肘关节组成)8 例。

二、上肢残端并发症的康复治疗

肌电假手的装配要求患者上肢残端的皮肤软组织无创面,无感觉过敏,无不稳定疤痕及粘连且残端已成熟定型。对于前臂截肢者,要求其肘关节活动范围正常或接近正常,否则会影响到肌电假手的安装和使用。本组患者中 6 例肢体残端为疤痕粘连,8 例存在感觉过敏,3 例残端肿胀膨隆,分别给予蜡疗、音频电和超声波治疗,使疤痕软化松解。对于痛觉过敏患者,采取在敏感区逐渐增加刺激强度和脑中频电治疗,达到脱敏目的。对于残端膨隆者采用弹力绷带加压包扎,使残端消肿、成熟定型。经过上述治疗后,所有残肢均

符合装配肌电假手的条件。

三、训练方法

1. 基础肌电信号训练:采用 TO77202 型肌电测试仪进行训练。测试仪共有 2 个皮肤电极,前臂截肢者分别置于前臂背侧的伸腕伸指肌群和掌侧的屈腕屈指肌群;上臂截肢者分别置于上臂前侧的肱二头肌和背侧的肱三头肌^[2,3]。测试仪的接地电极可接触于患者任何部位的皮肤。训练时应安静、无干扰,光线合适,患者取舒适坐位。电极放置点与患者体位每次应相对固定以利于评估效果,电极安放牢固后再接通电源。嘱患者进行主动肌肉活动,若仪器显示肌电值有相应变化,说明连接良好,即可开始训练,记录其基数值。每次训练结束时,应先切断电源,再取下电极,并及时清洁皮肤和电极。

2. 伸腕伸指和开手训练:指导前臂截肢患者进行“意念”中的伸腕、伸指及“开手”等动作训练。指导上臂截肢患者进行“意念”中的伸肘、前臂旋后及“开手”等动作训练。每次训练 1 h,每天上午、下午各 2 次。训练间隙允许患者休息 10 min,以防止肌肉过度疲劳。经过若干次训练后,如患者能使控制肌电仪的指针达到或超过 40 μV ,并能维持 3 s 以上,则视为训练合格,可转入下一步训练。

3. 屈腕、屈指和闭手训练:指导前臂截肢患者进行“意念”中的屈腕、屈指及“闭手”等动作训练。指导上臂截肢患者进行“意念”中的肱二头肌收缩、屈曲肘关节及“闭手”等动作练习。每次训练 1 h,每天上午、下午各 2 次。训练间隙休息 10 min,经若干次训练后,若患者能使控制肌电仪的指针达到或超过 40 μV ,并能维持 3 s 以上,则可以让患者进行“意念”中“开手”及“闭手”的交替练习。假如患者能通过意念随意控制“开手”及“闭手”的交替动作(即肌电信号强度及时间均符合要求),则表明基础肌电信号训练已经合格。

4. 视觉反馈训练:以患者的视觉代替肌电仪进行练习。患者坐于治疗桌旁,将肌电假手的“手头”零部件放在桌面,与患者相距 30~40 cm,把“手头”的 2 个电极分别放置于残肢的背侧和掌侧,具体位置同上所述。指导患者用视觉反馈来控制 and 调整肌电假手“手头”部件的“开手”和“闭手”动作。每天训练 4 次,每次 1 h。

四、评估标准

合格标准:①控制“闭手”动作时,肌电假手拇指和示指的对指动作是自然地闭合,而不是跳跃式、猛烈地闭合;②控制“开手”动作时,肌电假手自然地开手

到预定位置;③接受腔适配良好,电极位置不影响假肢安装。假肢接受腔是假肢与残肢之间的一种连接装置,能将残肢舒适地容纳于其中,并能将作用力有效地传递到假肢远端部位的人体-机械系统的界面部件。接受腔适配即指接受腔与残肢之间相互配合的状态。功能上符合解剖学、生理学以及生物力学的相互配合状态称之为“良好适配”。上肢假肢代偿功能评价项目见表 1^[4]。

五、肌电假手的功能锻炼

主要是患者的日常生活活动练习^[5,6]:①握持动作,例如握持水杯、勺、门把手等;②夹捏动作,例如写字、拿书刊报纸,拿钥匙开门等;③双侧肌电假手患者还要练习穿衣、梳头等动作;④混合式上臂假肢患者还要进行屈肘功能练习。

结 果

本组有 2 例双侧肌电假手患者,进行上肢代偿功能评估时,健手用功能较好的一侧假肢替代。经过上述训练后,14 名患者的 16 只肌电假手均达到了握持、夹捏和旋腕的设计功能,例如拿匙进餐能够到嘴,拿钥匙开门能准确到位,握持门把手旋转开门、关门等日常生活活动协调自如,患者满意。对线达到假肢生物力学要求,肌电假手装配合格,患者均能完成表 1 设计的各项评价项目。

表 1 上肢假肢代偿功能评价项目

动作名称	假肢使用	健手作用
1. 使用火柴	握住火柴盒	擦火
2. 使用钥匙锁	握住锁	转动
3. 开、闭门	握门	转动门球
4. 捧端盘子/拿水杯	握住盘子一边	另一边
5. 系鞋带	抓住鞋带短端	打结
6. 使用铅笔刀	握住卷刀	转动铅笔
7. 打开牙膏盖	握住牙膏	旋开盖子
8. 使用电话机	拿听筒	拨号码
9. 使用长柄用具 (例如扫地)	握住柄下部	挡住及推动用具
10. 穿衣	固定衣服	扣扣子
11. 拧毛巾/梳洗	握住一端	拧动另一端
12. 阅读(报刊、书)	固定报纸或书	翻转页

讨 论

肌电信号源于脊髓中的运动神经细胞(前角细胞),运动神经元的细胞体处于其中,其轴突和末梢分支伸展到肌纤维处,经终板区与肌纤维耦合(是生化过程性质的耦合)。这些部分合在一起构成运动单位,每个运动单位的肌纤维数目差异较大。运动单位

以全或无的方式发放冲动,这种活动是一种生物电活动。在中枢神经的控制下,运动神经元产生电脉冲发放,沿轴突传导到肌纤维,并能在所有的肌纤维上引起脉冲序列。这些电脉冲能引起肌纤维收缩从而产生肌张力。同时传播中的电脉冲在人体皮肤表面引起电流场,并在检测电极间表现出电位差。一般情况下,这种电位差值只有几个 μV ,就是这个微小的肌电电位差信号,被用来作为控制和操纵肌电假肢各种功能的原始信号。肌电电位差信号通常是由 2 个被安置于残肢皮肤表面的电极测取,通过放大器对测取到的电压信号进行放大,然后利用这个放大的电压信号控制肌电假手的张开、闭合和旋转等动作。

为了使测取的电压能够最后经放大成为控制信号,达到肌电控制系统所需的高灵敏度,故必须寻找最强的初始肌电信号皮肤敏感点。因此,我们在安装电极之前,首先借助一台肌电测试仪,在残端肢体的皮肤表面找出前臂(或上臂)伸肌群或屈肌群收缩时,于体表处产生的 2 个最强肌电信号点,并测出这 2 点的电压值。我们的经验是测取的初始电压值应达到或超过 $40 \mu\text{V}$,这样才可能使之成为有效的控制信号。通过肌电生物反馈训练可以使初始找点(测试点)、分析电信号、训练肌肉收缩形象化。利用肌电训练仪,可以测量患者肌电电压信号,按照各自的生理条件调整电极信号放大倍数,还可以根据患者各自的具体情况安排训练程序。

肌电假手的功能训练程序大致分为基础肌电信号训练、视觉反馈训练和肌电假手的日常功能训练三个阶段。第一阶段,通过对残端肌肉进行强化锻炼,利用肌电仪加以监测,直至这些肌肉能产生操纵肌电假手所需要的肌电压为止。训练重点是:①反复寻找最敏感的肌电位置;②借助肌电仪纠正患者训练中的错误动作,前臂截肢者需锻炼 20 次左右,上臂截肢者需锻炼 40 次左右。第二阶段,由于肌电假手没有感觉,肌电假手“开手”和“闭手”的范围及力度主要是依赖视觉反馈加以控制。因此视觉反馈重点是练习视觉和肌电假手的协调性。一般训练时间为 1 周左右。第三阶段,由于日常生活用具的形状、大小、质地不一,肌电假手的日常功能训练重点是让患者感悟使用肌电假手抓握各种不同物体时的体会,一般训练时间为 2 周左右。

每个阶段的训练各有侧重。前阶段是后阶段训练的基础,后阶段是前阶段训练的继续。只有当前阶段评估合格后,方可转入后一阶段的训练,从而保证训练疗效。

前臂截肢者,进行“意念”中的伸腕伸指时,应同步结合“意念”中“开手”练习;屈腕屈指时,应同步结合“闭手”练习,此时的肌电信号最强,灵敏度高,患者费力较少,效果好。同样,上臂截肢者进行“意念”中的伸肘关节和前臂旋后时,应同步结合“开手”练习;进行屈肘关节训练时,应同步练习“闭手”动作,效果最好。

每次训练强度原则上应以患者感觉轻度疲劳为度。训练初期可采取低强度、多次数进行,以后根据患者具体情况逐渐加大强度。假如患者训练强度过大,肌肉疲劳,会导致肌电信号紊乱,适得其反。综上所述,肌电假手取得最后成功的决定性因素不仅在于技术工艺的完善与否,而且最重要的还在于患者能否掌握这项操作难度高、功能繁多的技术,直至将肌电假手视为自身的一部分,建立起一个可靠的人-机结合系统。我们通过上述功能训练与评定,所有患者均取得了满意疗效,值得临床推广应用。

参 考 文 献

- 1 刘志全,杨成瑞. 假肢. 见:卓大宏,主编. 中国康复医学. 北京:华夏出版社,1990. 436-476.
- 2 Brown DM. Current concepts and capabilities of electromyographic and electromyographic feedback in the total management of traumatic hand injuries. In: Hunter, Schneider, Mackin, et al. Rehabilitation of the hand. Missouri: The C. V. Mosby Company, 1984. 729-769.
- 3 Catherine A. Biofeedback. In: Catherine A. Occupational therapy for physical dysfunction. Baltimore: Williams & Wilkins, 1995. 645-657.
- 4 泽村诚志[日],主编. 孙国风,译. 假肢学. 北京:中国社会出版社,1992. 109-110.
- 5 Turner A. The practice of occupational therapy. 2nd ed. Edinburgh: Churchill Livingstone, 1987. 284-294.
- 6 Esquenazi A. Upper limb amputee rehabilitation and prosthetic restoration. In: Braddom RL. Physical medicine and rehabilitation. 2nd ed. Philadelphia: WB Saunders Company, 2000. 263-277.

(收稿日期:2002-10-24)

(本文编辑:易 浩)

本刊办刊方向:

立足现实; ; 关注前沿; ; 贴近读者; ; 追求卓越