

· 临床研究 ·

上肢残肢的常规康复治疗 and 肌电信号反馈训练

武继祥 刘宏亮 周贤丽 林永辉 赵正福 陈东 吴宗耀

【摘要】目的 探讨上肢截肢患者的常规康复治疗、残肢肌电信号训练程序以及装配肌电假肢的方法,并观察其效果。**方法** 对 20 例截肢患者(22 个残肢)进行常规康复治疗,包括肌力训练、肌肉收缩控制训练和残肢并发症的处理。采用德国 Otto Bock 公司提供的肌电信号检测和训练软件系统进行肌电信号训练(分为基础肌电信号训练和视觉反馈训练两个阶段),并装配肌电假肢。观察患者的治疗效果。**结果** 20 例截肢患者 22 个残肢肌肉无明显萎缩,肌力好,关节活动范围无明显受限,患者能较好地控制残肢肌肉收缩。装配肌电假肢 20 例(20 个),所有残肢均能有意识地引出肌电信号,控制假肢的手指打开、闭合以及腕关节的旋转或肘关节的屈伸。**结论** 残肢常规康复治疗 and 肌电信号训练对装配肌电假肢,实现有意识地控制假肢功能极为重要。

【关键词】 上肢残肢; 假肢康复; 肌电信号训练; 肌电假肢

The prosthetic rehabilitation and training of myoelectric signal for upper limb stumps WU Ji-xiang, LIU Hong-liang, ZHOU Xian-li, LIN Yong-hui, ZHAO Zheng-fu, CHEN Dong, WU Zong-yao. Department of Physical Medicine and Rehabilitation, Southwest Hospital, Third Military Medical University, Chongqing 400038, China
Corresponding author: LIU Hong-liang, Email: lhliang38@hotmail.com

【Abstract】Objective To evaluate the effect of prosthetic rehabilitation and analyze the exercise training program with myoelectric signal for upper limb stumps. **Methods** Twenty cases with 22 upper limb stumps were treated with exercise for strength training, muscle contraction and control training and the complication of stump were managed. The myoelectric signal of upper limb stumps were detected and the stumps were trained with electronic biofeedback software system, including basic signal of biofeedback training and visual biofeedback training. Then the myoelectric prostheses were assembled. **Results** After prosthetic rehabilitation and myoelectric signal training, there was no significant atrophy of muscle of stumps, muscle strength and range of motion of these twenty limb stumps increased. The amputees could control muscle contraction and grasp, pinch, wrist rotation, elbow extension or flexion consciously. Twenty myoelectric prostheses were assembled. **Conclusion** The prosthetic rehabilitation and myoelectric signal training of limb stump is important for assembling myoelectric prosthesis.

【Key words】 Upper limb stump; Prosthetic rehabilitation; Myoelectric signal training; Myoelectric prosthesis

手是人体最复杂且功能活动最多的器官之一。因严重创伤或恶性肿瘤等原因截肢后,患者丧失手的功能,身体的平衡能力受损,严重影响其日常生活活动能力和形体的美观。上肢肌电假肢的装配和使用能在一定程度上改善患者的日常生活活动能力,弥补肢体缺失造成的功能障碍。我科对 20 例上肢截肢患者的 22 个残肢进行常规康复治疗、肌电信号反馈训练,并安装肌电假肢,取得了理想的效果,现报道如下。

材料和方法

一、临床资料

选择 20 例截肢患者共 22 个残肢,其中男 12 例,

女 8 例;年龄 9~49 岁,平均 21.65 岁;截肢部位:肩离断截肢 3 个、上臂截肢 7 个(双上臂截肢 1 例)、前臂截肢 9 个(双前臂截肢 1 例)、腕离断截肢 3 个;截肢原因:均为外伤后截肢,其中 9 个为汶川大地震时压砸伤,10 个为烧伤(主要为电烧伤),3 个为机器绞伤。

二、残肢常规康复治疗

1. 残肢关节活动范围训练:进行肩关节和肘关节主动和被动训练,以改善和维持肩关节和肘关节关节活动范围。

2. 残肢肌力训练和肌肉收缩控制训练:进行肩胛部肌肉、肱二头肌、肱三头肌的主动和系列沙袋抗阻训练,以增加残肢肌力。同时进行运动想象训练,包括肩离断患者行“含胸(胸大肌)”和“扩胸(斜方肌或背廓肌)”训练;上臂截肢患者行“伸肘(肱三头肌)”和“屈肘(肱二头肌)”训练;前臂截肢患者行“伸腕(腕伸

肌)”和“屈腕(腕屈肌)”训练,以增强对残肢肌肉收缩的控制。

3. 残肢并发症的处理:残肢有肿胀、溃疡、瘢痕等情况时,采用弹力绷带包扎、超短波、紫外线、等幅中频电、直流电碘离子导入、红外线和石蜡疗法等进行治疗。

三、残肢肌电信号反馈训练方法

1. 基础肌电信号训练^[1,2]:采用德国 Otto Bock 公司提供的肌电信号检测和训练软件系统进行肌电信号反馈训练。首先让患者主动收缩残肢,找到残肢肌肉收缩活动最明显的位点,再用测试软件系统或表面肌电图在残肢皮肤上检测出残肢肌电信号最大点,并确定为放置假肢肌电电极的位置。肩离断患者 2 个皮肤电极分别置于胸大肌、斜方肌或背廓肌;上臂截肢患者皮肤电极置于上臂前侧肱二头肌和背侧的肱三头肌;前臂截肢患者皮肤电极置于前臂背侧的腕伸肌和掌侧的腕屈肌。测试仪的接地电极让患者用健手握住或接触于患者任何部位的皮肤。

训练时先在电脑屏幕上调出肌电电位曲线图,让患者想象残肢进行缓慢或快速的主动屈或伸,当患者想象主动屈曲时,会出现红色电位曲线,主动伸展则会出现蓝色电位曲线。嘱患者每次收缩应努力使相应电位曲线达到电位基线以上,并尽量避免另一条电位曲线出现较高的电位。当患者想象主动活动时电位曲线均能超过电位基线后,在电脑屏幕上调出模拟肌电手指,继续想象主动活动,当患者动作正确有效时,屏幕上的手型会出现手指打开或闭合、腕关节的旋转。当患者能通过意念控制残肢肌肉收缩,很好地实现手指的打开、闭合和腕关节的旋转,表明患者已能较好地控制肌电信号。对于二自由度肌电假肢的控制还需要进行信号切换训练,包括屈肌和伸肌同时收缩、肌肉缓慢收缩和快速收缩等,来实现信号的切换。

2. 视觉反馈训练^[1]:利用患者的视觉和肌电假肢手指进行训练。将肌电假肢的 2 个电极分别置于患者残肢上已确定的皮肤位点上,肌电假肢的手指放置在治疗桌上,让患者想象主动活动,通过视觉反馈实现手指的打开和闭合以及腕关节的旋转。要求患者控制闭手时拇指和食指的对指动作是自然闭合,而不是跳跃式;控制开手动作时,手指能自然地打开到预定的位置。

四、假肢的装配^[3]

在残肢皮肤上标记出电极位置及其它骨性标志,用石膏绷带取阴型,灌注石膏阳型和修型,用树脂制作假肢接受腔,再装配电极、线路和电池,连接手指,组装肌电假肢。对于肩离断假肢和上臂假肢需用肩带悬吊。前臂假肢通过肱骨内外髁悬吊,但应尽量保证肘关节屈伸活动不受限制。腕离断假肢,如尺桡骨保留茎突,则通过尺桡骨茎突悬吊,不影响肘关节活动;但

如尺桡骨未保留茎突,则需要通过肱骨内外髁悬吊。

结 果

经康复训练后,残肢肌肉无明显萎缩,肌力好,患者能较好地控制残肢肌肉收缩。3 例残肢瘢痕增生较明显,3 例肩关节前屈受限,1 例肘关节稍屈曲,后伸稍受限。经肌电信号训练,20 例残肢均能通过意念引出良好的肌电信号,并装配肌电假肢 20 个(1 例双上臂截肢和 1 例双前臂截肢患者仅装配了右侧肌电假肢)。其中装配肩离断假肢 5 例(2 例为上臂短残肢),均为国产二自自由度假肢(手指开合和肘关节屈伸);装配上臂假肢 5 例,其中国产二自自由度假肢 3 例和进口混合式肌电假肢 2 例(由肌电假手和索控式肘关节组成);装配前臂假肢 7 例,其中国产二自自由度肌电假肢 5 例,进口二自自由度肌电假肢 2 例;装配腕离断假肢 3 例,其中国产一自自由度肌电假肢 2 例,进口一自自由度肌电假肢 1 例。经假肢穿戴和使用训练后,患者均能通过意识较好地控制肌电假手手指的打开、关闭,腕关节的旋转或肘关节的屈伸,作为辅助手配合健手的活动,提高了患者的日常生活活动能力。

讨 论

一、残肢常规康复训练是装配肌电假肢的基础环节

对于上肢肌电假肢的装配,要求残肢无创面,残肢皮肤尽可能无瘢痕,残肢肌肉无明显萎缩,收缩有力,残肢肩关节和肘关节活动无受限。由于上肢肌电假肢特有的装配要点,应着重做好如下几个方面的康复训练。

1. 残肢肌力训练:残肢肌力训练的目的在于使患者残肢收缩时能产生强烈的肌电信号,并能够很好地负荷假肢,患者在今后假肢的穿戴中才会感到比较轻松,假肢负荷有力。本组患者经主动活动和系列沙袋抗阻训练,残肢肌力有明显改善。残肢肌肉保留越多、肌肉收缩越有力,越能有意识地控制肌肉收缩,越容易获得良好的肌电信号。

2. 残肢肌肉收缩控制训练:上肢肌电假肢通过肌电信号控制假手的打开和闭合,本组 20 例患者进行了针对性残肢肌肉收缩控制训练。开始时,让患者残肢和健肢同时做相同的动作,如屈肘伸肘、屈腕伸腕,要求每次动作做到位,有节律,相邻关节维持稳定,减少连动,让患者体会如何控制残肢肌肉有目的地收缩。然后,让患者残肢单独训练,学会会有意识地控制残肢肌肉收缩。通过训练,患者均能较好地控制残肢肌肉的收缩,为假肢肌电信号的训练创造良好的条件。

3. 防治瘢痕增生:由于肌电假肢需要从皮肤获取控制其打开和闭合的原始信号,因此残肢皮肤的条件

极为重要,要求残肢皮肤尽可能无瘢痕,无感觉过敏。残肢皮肤瘢痕明显增生、面积大,会严重影响肌电信号的采集及假肢的装配和使用。本组中 3 例瘢痕增生较明显的患者,采用等幅中频电、直流电碘离子导入等方法治疗,减少了瘢痕增生,软化瘢痕。并且,在皮肤电极选点时应避开瘢痕。

4. 维持残肢关节活动范围:残肢关节活动范围对于假肢装配和使用极为重要。对于上臂残肢,肩关节活动范围对假肢安装的影响不大;但对于前臂残肢,要求肩关节和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。本组患者经康复治疗,3 例肩关节前屈受限,1 例肘关节稍屈曲、后伸稍受限,均不影响假肢装配和使用。

二、残肢肌电信号训练是装配肌电假肢的关键环节

上肢肌电假肢是在意识的控制下,利用神经支配残端肌肉收缩,产生肌电信号,由置于该处的皮肤电极捕获,经微电子处理器放大后,通过直流电机工作,实现肌电假手的打开、闭合及腕关节旋转等动作,从而部分代偿手的功能^[4]。因此选择好残肢的皮肤电极位置,获取良好的肌电信号,训练有意识地控制肌电信号的发放,是装配假肢、实现假肢功能的关键环节。

1. 皮肤电极位置的选择:为了使获取的肌电信号经放大后实现对肌电假肢活动的控制,必须在残肢皮肤上寻找最强的初始肌电信号皮肤位点,作为今后假肢装配的皮肤电极位置。我们采用德国 Otto Bock 公司提供的肌电信号检测和训练软件系统反复检测 20 例患者残肢皮肤肌电信号,将肌肉收缩时产生最强肌电信号的位点作为皮肤电极位置。对无法通过肌电信号检测和训练软件系统确定最强肌电信号位点的残肢,采用表面肌电图进一步检测,并在之后的肌电信号训练中反复确认,最终确定皮肤电极位置。

2. 肌电信号训练程序:为了在残肢上获得受意识控制良好的肌电信号,我们将残肢肌电信号训练分为 2 个阶段。第 1 阶段为基础肌电信号训练,是肌电信号训练的主要部分,采用肌电信号检测和训练软件系统进行训练,重点是通过检测肌电电位曲线反复寻找和确定残肢肌电信号最强点,并最终确定为皮肤电极位置;通过电脑屏幕上出现的肌电电位曲线让患者反复体会正确的动作,纠正错误的动作,学会通过正确的动作来打开或闭合屏幕上的模拟肌电手指,最终实现对肌电手指有意识地开合或旋转。普通肌电测试仪是通过观察仪器面板上电位指针的变化来训练肌电信号,不直观,患者不容易理解和观察,训练时间较长,效果不太理想。我们采用的肌电信号检测和训练软件系统可以在电脑屏幕上调出电位曲线图,模拟车越过障

碍图以及模拟肌电手指等多种训练形式,只要患者动作正确,就会出现明显的电位曲线图,模拟车越过障碍或手指的打开、闭合和腕关节的旋转,患者容易理解,便于观察,而且训练时间短,效果良好。对于二自由度的肌电假肢,还需要进行信号切换训练,国产二自由度的肌电假肢通常通过屈肌和伸肌的同时收缩来进行信号切换,而进口二自由度的肌电假肢通常采用肌肉缓慢收缩和快速收缩,来实现信号的切换,用普通肌电测试仪训练较为困难,而应用我们选择的肌电信号检测和训练软件系统训练则比较容易,效果良好。第二阶段是视觉反馈训练,重点是通过观察肌电手指打开和闭合,训练视觉和肌电手指的协调性和一致性,初步达到人机合一的效果。

3. 肌电信号训练注意事项:每次训练时间不宜太长,一般 20 min 左右。每日可练习数次,训练强度原则上应以患者感觉轻度疲劳为宜;训练强度过大,肌肉疲劳,会导致肌电信号紊乱,效果适得其反。训练时应保持安静,避免手机等无线电信号干扰。

4. 残肢肌电信号训练效果:本组 20 例患者(22 个残肢)在训练初期,约 60% 残肢肌电信号不良,患者不会有意识地收缩残肢肌肉,3 例残肢肌电信号极差,需使用表面肌电图进行肌电信号检测,再进行肌电信号训练。通过训练,所有残肢均获得良好的肌电信号,并能较好地控制肌电手指。

三、肌电假肢的装配

完成残肢常规康复治疗 and 肌电信号训练后,即可开始假肢的制作和装配。假肢制作中最重要的环节是假肢接受腔的制作。好的接受腔与残肢应有良好的适配性,尤其是要确保皮肤电极位置正确,与残肢皮肤良好接触,能很好地引出肌电信号,实现手指的打开、闭合和腕关节旋转;穿戴假肢后无疼痛,假肢悬吊良好,前臂肌电假肢肘关节活动无明显受限。本组装配的 20 个假肢,经假肢穿戴和使用训练后,患者均能通过意识较好地控制肌电假手的打开和闭合、腕关节的旋转或肘关节的屈伸,初步达到了人机合一的效果,提高了患者的独立生活能力。

参 考 文 献

- [1] 张晓玉,江流恬,申健. 伤残辅助器具装配知识指南. 北京:中国人事出版社,2006:106-128.
- [2] Grabois M. Physical medicine and rehabilitation: the complete approach. Houston:Blackwell Science Inc,2000:530-540.
- [3] 韩伟. 最新矫形器与假肢设计原理、安装应用、疾患部处理及相关标准指导全书. 北京:中国知识出版社,2007:1012-1025.
- [4] 赵辉三. 假肢与矫形器学. 北京:华夏出版社,2005:27-57.

(收稿日期:2008-11-09)

(本文编辑:吴 倩)