

· 特约稿 ·

# 手上肢康复支架的设计与应用

黄锦文<sup>1</sup>

## 1 康复支架的定义及发展史

“康复支架”是一个较新的名字,国内常用称作“夹板”或“矫形器”。夹板的定义是利用坚硬物,如木、金属等,来保护或防止骨折的移位。根据这个定义,在古埃及时代,人类已开始利用树枝或竹等材料作为固定骨折之用。在公元前 1500 年已有人利用铜作为固定的材料。在中古时期,藤亦是夹板的材料。约在公元 1000 年,有人用面粉、蛋白、树叶和泥土制作如石膏等作为夹板的材料,木及皮革等材料亦于公元 1400 年开始被使用。远在 1592 年已有人利用如盔甲似的矫形器改善躯体的变形。1750—1850 年间,英国及法国的外科医生就开始与机械师合作制作矫形器。1888 年已有上肢矫形器制作的专著问世。

20 世纪初,伤口感染是一个普遍发生的问题。1924 年, Kanavel 医生强调将手放在功能位置是处理手“感染”的一个重要步骤。他采用有弹性拉力的矫形器防止手部感染后软组织的挛缩。1940 年间,美国亦爆发了小儿麻痹症,最高峰期的新症患者高达 5 万多人。矫形器在儿麻早期的应用包括将肩关节外展、肘关节屈曲、前臂外旋、腕关节背伸及拇指在对掌外展位置。矫形器在儿麻后期的应用主要是减少关节僵硬及促进手功能的恢复。这个时期矫形器所用的材料多以金属和皮革为主。治疗师利用滑轮将前臂吊起,帮助患者克服重力的困难,使前臂关节尽早开始活动。治疗师亦利用橡皮筋或弹簧帮助患者手指的活动。

手外科医师在第一次及第二次世界大战伤兵的治疗中吸收了很多经验,例如在手术后将手放在功能位置、打石膏时小心过大的压力、手术后利用适当的矫形器及运动,防止关节的僵硬。矫形器的发展也由 50 年代只注重设计至现在注重融合于整体的疗程。

材料方面,在 19 世纪 90 年代初期多采用皮革、金属、木、石膏及布等,在 20 世纪 40 年代开始有高温塑料及泡沫胶的使用,人造纤维在 50 年代亦曾被用作矫形器的材料。随着低温塑料在 60 年代的发展,矫形器的制作变得更为方便,在外形方面也更符合患者的要求。

随着各方面的转变,夹板及矫形器已不能够完全表达它

的用途。夹板给人太重固定的感觉,而矫形器则偏重于矫形,所以两个名词都未能涵盖现时广泛的临床用途。康复支架是一个较适当的名词,它清楚点明治疗的目的,而名字亦不受材料的限制。

## 2 康复支架的分类与功能

康复支架可分为静态、动态及功能性支架三种。前两种以支架的形态及对病损的作用为分类准则,功能性支架则主要用来帮助病者处理日常生活活动的需要,如利用支架固定餐具或其他辅助器等。根据临床的需要,康复支架的设计可变得非常复杂,一个支架内可包括动态、静态及功能三个元素,康复支架的功能可分为 8 类。

### 2.1 预防和矫正畸形

手术后一般处理是禁止关节活动,待伤口愈合,但有些软组织,如韧带长时间在短缩的位置会失去弹性,形成关节活动障碍。爪形手的形成原因很多时因为手被放在不当位置,形成掌指关节及指间关节的韧带挛缩。如较长时间固定关节,一定要注意固定的位置,确保韧带的长度,减少挛缩的发生。手休息支架(hand resting splint)的设计是将手放在休息位或安全位,腕关节 20° 直伸,掌指关节 70° 屈曲,手指关节全伸(图 1)。

关节畸形的其中一个主要成因是软组织的挛缩,引起关节不能活动。软组织挛缩的成因是细胞内的胶原纤维在愈合过程中失衡,新的组织排列不能像正常的组织一样保持弹性。但有些研究发现,如果在愈合过程中给软组织提供适当的牵拉,可影响胶原纤维的质量,使组织较有弹性,研究亦指出牵拉的力度及时间是成效的最主要因素。康复支架在这方面提供了很好的治疗方法,从设计上支架可提供拉力;在时间上它发挥“廉价劳功”的作用,给患者提供长时间的服务;在矫正畸形方面,支架的设计利用三点的力学原理来提供牵拉,增加软组织的弹性及长度,减少关节的畸形。手指直伸支架(finger extension splint)利用橡皮根或钢丝的动力使手指变直(图 2)。

### 2.2 预防进一步肌肉失衡

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2011.02.003

1 香港大埔医院职业治疗部,香港新界大埔全安路 9 号

作者简介:黄锦文,男 香港职业治疗学院会长,香港大埔医院职业治疗部经理;收稿日期:2010-02-26

损伤常引起肌肉不能活动,在尺神经受伤的情况下更会引至爪形手 (ulnar claw hand) 的出现。爪形手的成因是肌肉失衡,由尺神经控制的蚓状肌失去作用,不能平衡伸肌及屈肌的拉力,所以掌指关节被拉到过伸的位置,而近端指间关

节则在屈曲位置。康复支架将掌指关节放在屈曲的位置来抗衡伸肌的拉力,鼓励患者在支架内做伸直手指的动作来锻炼蚓状肌(图3)。

### 2.3 辅助或替代瘫痪肌

图1 手休息支架



图2 手指直伸支架

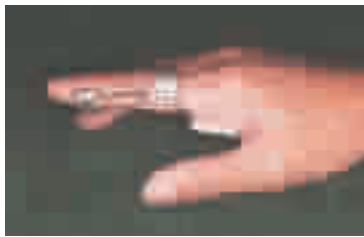


图3 锻炼蚓状肌的康复支架



手康复的一个重要原则是鼓励早期活动,在许可的情况下患者应尽早活动。早期活动可以减少水肿、防止关节僵硬等。周围神经损伤的患者,早期活动有助于神经线愈合,活动可增加血液循环,给伤处提供更多养料促进愈合。周围神经损伤者往往因为肌肉不能活动而影响康复,治疗师可为患者设计康复支架来辅助或代替瘫痪的肌肉,使患者能尽早活动。桡神经瘫动力型支架 (radial nerve palsy splint) 利用钢丝替代指伸肌腱,患者只要主动屈曲手指,然后放松屈肌,钢丝会把手指带回张开位置(图4)。正中及尺神经瘫动力型支

架将手指放在手功能位置上,促进手部的活动及训练(图5)。

### 2.4 保护疼痛部分

手部创伤可能引发发炎及疼痛,一般的处理是让患处休息。康复支架发挥的作用是将关节固定,减少关节活动,使患处得到休息,防止进一步的创伤令疼痛增加。最常使用的是腕休息支架 (wrist resting splint) 及工作支架 (working splint),这些支架能固定腕关节在功能位置而手指可以灵活运用应付日常工作的需要(图6)。

网球肘支架 (tennis elbow brace) 的作用是减轻腕/指伸

图4 桡神经瘫动力型支架



图5 正中及尺神经瘫动力型支架



图6 腕休息支架



肌直肌收缩时引起的疼痛(图7)。它的原理跟腕休息支架不同,是利用压力来控制腕/指伸直肌收缩的程度,使肌肉在肱骨的接触处或发炎位置的拉力减少,避免增加疼痛。

侧韧带撕裂保护支架 (torn collateral ligament protection splint) 也是用来减少关节活动时的疼痛(图8)。当关节活动时都有外偏或内偏的倾向,这会使手指两边的侧韧带承受不同的拉力,增加受伤那边的痛楚。康复支架的设计是利用金属链铰,使关节的活动保持在一个平面上,减少外偏或内偏的倾向。

### 2.5 帮助愈合

骨折的处理是将患处的上一个和下一个关节固定,减少因关节活动引起骨折移位。但长时间的固定反而会影响骨折的愈合。根据 Sarmiento 医生的理论,长骨中段的骨折只在早期需要完全固定,在骨痂开始长出时应该给患者多些功能性

活动,以增加血液循环,帮助伤口愈合。他在胫骨骨折后的第四周为患者换上用低温塑料制造的圆筒型支架 (functional bracing), 支架的理论是圆筒型支架内的肌肉和软组织就好象“活塞”内的液体,产生压力将胫骨保持在原来位置,骨折部位不易移位,由于低温塑料较轻便,患者可做更多功能活动来增加血液循环帮助愈合。后来 Sarmiento 医生又将圆筒型支架的应用伸展到肱骨中段骨折(图9),在骨折复位后立即使用。这个方法只适用于长骨中段的骨折,如果骨折靠近关节,则需要较长时间固定关节。

### 2.6 防止粘连

很久以前,肌腱修复后将手固定3周,待肌腱缝口较稳定时才开始活动。但3周的固定常常引至肌腱的粘连,令关节僵硬。在70年代 Kleinert 及 Duran 等已开始利用支架作早期的活动以减少粘连的发生。粘连发生的原因是愈合的正常

图7 网球肘支架



图8 侧韧带撕裂保护支架



图9 低温塑料制造的圆筒型支架



过程,为了提供营养帮助伤口愈合,很多旁边的组织与伤口粘连在一起,影响日后的活动。后来研究发现肌腱可从肌腱鞘中取得营养,不需要旁边的细胞供应。这个研究确定早期活动的可行性。

早期活动要考虑的另一个问题是怎样控制对肌腱缝口的拉力,所以支架的设计首先要控制肌腱的长度,如屈肌腱支架将腕关节及掌指关节屈曲,使屈肌腱处于较松弛状态,再加上橡皮筋等活动部分,运用“保护式被动活动”方法(controlled passive motion)使肌腱在受保护的情况下滑动,减少粘连的发生(图10)。患者只要在支架内主动伸直手指,然后放松伸肌腱,橡皮筋便会将手指带回屈曲位置,过程中屈肌没有主动收缩,所以对缝口不会造成很大的影响,这个方法对屈肌腱损伤的治疗效果很好。随着缝线技术的进步,在80年中期更有人尝试用“保护式主动活动”方法(controlled active motion),效果亦不错,有些研究显示用这方法的肌腱撕裂率亦可接受。

图10 屈肌腱支架



在伸肌腱支架设计方面,也有研究腕关节背伸及手指关节的角度和伸肌腱长度及拉力的关系,然后定下伸肌腱术后3周腕关节、掌指关节及指间关节的角度,并运用“保护式被动活动”方法,减少粘连的发生(图11)。

### 2.7 术前准备

严重的手创伤可能需要断肢再植,或将脚趾移植到手上。移植的手术一般待伤口稳定后才进行。在手术前治疗师可为患者提供一只临时假手指(temporary finger prosthesis)作为手功能训练之用(图12)。假手指的长度和角度最好和脚趾相似,这样患者可能在术前开始学习适应,尤其是与其他手

指的配合,有助于术后手功能的训练。

### 2.8 减少瘢痕引起的畸形

瘢痕处理是手康复的一个重要课题。瘢痕的形成与胶原纤维的增生关系密切。研究发现,压力和拉力可使胶原纤维的排列更接近正常的组织,除了压力衣外,复康支架也可通过橡皮筋或布带,使支架与皮肤的接触面的压力加大,或通过钢丝或弹簧制造拉力来控制瘢痕的增生。指蹼展开支架(web spreader)加上橡皮筋便是其中1个例子(图13)。

图11 伸肌腱支架



图12 临时假手指



图13 指蹼展开支架





### 3 康复支架的设计

康复支架的设计需要灵活的头脑,因为每个患者手部受伤的情况及对支架的需求都不同,而且材料亦不一定齐备,所以治疗师要根据患者的情况和当时有的材料来设计支架。在一般情况下治疗师要留意以下几个原则:

#### 3.1 基本原则

在制作康复支架前,必须清楚了解患者的情况,如受伤部位、手术日期及情况或X线片等资料,如果是骨折,要弄清骨折的稳定情况。在制造支架前应向患者清楚解释有关配戴支架的理由和效果。在塑造支架时,须将受伤肢体固定在适当位置,如伸肌或屈肌肌腱撕裂的患者须注意其腕关节的位置;肱骨骨折的患者应注意其上臂的体位。患者离开前,检查支架是否适合,血液循环有否受阻,有没有受压迫处。另外还要指导患者如何穿脱支架、穿戴的时间、运动的方法及支架的保养等。

#### 3.2 设计原则

设计康复支架时要考虑患者的个体差异,如伤口情况、关节需要固定或活动及支架的功能。设计要力求简单,尽量令患者达到最佳功能及避免妨碍知觉,并且容易穿脱,如将布带的D型环放置在尺侧,以方便穿脱。支架的外观也非常重要,在低温塑料及魔术贴的颜色上,可提供多些选择,使支架变成衣物的一部分,这样会令患者更合作地配戴。

#### 3.3 制作原则

选择适当的制作材料,因为低温塑料的厚度影响其支撑力,如一般会选用2mm或以上的厚度来制造手腕的支架,太厚的材料影响其塑形的能力,手指的支架多用1.6mm等较薄的材料。如需要常更改角度的支架最好选择有“记忆力”的材料,这些材料可以循环使用,减少浪费。热水的温度亦非常重要,如Aquaplast, Kлары或Orfit等须在65℃下操作,太冷或太热的水温会影响制作的时间和支具的质量。工具的选择亦会影响制作的效率。

制作支架时要注意安全,如塑造软颈圈前,应以绷带或棉套覆盖着患者与材料接触的身体部位以防烫伤。又如在患者手上调整钢丝张力时,钢丝的尖端要包裹,以防弄伤患者。支架的尖角部位须弄成钝圆,边沿须平滑。如需要将两部分连接,连接物的表面宜牢固,连接前保持清洁,勿涂污接触面,以达到较美观的效果。螺丝和丝母须用胶布或软垫包盖,减少与皮肤接触面的压力或松脱的机会。在塑造前或后应在无孔的材料上打孔,以增加透气,在穿戴支架前,应穿上薄绵布以吸汗。在塑造时,如须用绷带固定支架,压力必须平均。

#### 3.4 机械原则

制作康复支架时要留意压力的问题。受力处要增大接触面,勿将支架缠得过紧,若发现皮肤颜色变红,将边缘张开,避免压创口处,以胶布包裹手指时,避免引至止血带作用。

运用力学原理,增加机械效率。例如加长手部休息支架

或肘关节伸直支架的前臂部位,可减少由阻力加在手掌或前臂的压力;又如制造屈肌腱支架时,假指甲必须依附完整指甲,而不是只依附指甲尖。

在牵拉手指时,应使用适当的旋转力,如手指动力型牵拉支架的拉力必须与关节成直角(90°),以减少加在关节面上的不良推力或拉力。在提供拉力改善僵硬手时,要考虑力矩效应(torque effect),力矩的大小取决于关节轴心线和活动支架的依附点之间的距离,太大的力矩会令软组织受伤,太小则不能发挥作用。支架的设计亦时常使用杠杆原理来改善手指或手腕的挛缩或畸形。

支架的弯度也可增加其对屈曲的抗力,例如前臂的U型令支架更难被屈曲。摩擦力亦是设计康复支架的一个考虑,如果是烧伤早期的患者,应尽量减低支架和皮肤接触面的摩擦力,以免产生水泡或过敏。但制造肩吊带时,如手臂套布的摩擦力不够,手臂部分很容易被向上拉而移位,影响支架的效果。

#### 3.5 合身原则

支架要避免压迫骨突起处,引起缺血或不适。一般可在骨突起处支架部位放宽成穹顶形或加上软垫,亦可将支架边缘张开成喇叭形。掌弓如果被压平会很影响手的功能,尤其是对掌的动作。所以在塑造支架时一定要保持掌心的弧度,否则很容易将掌弓压平。掌纹在制造支架的过程中,起了很大的作用,在划支架的纸样时,我们必须参考掌纹的位置,尤其是掌横纹和鱼际纹,如果位置不当会影响掌指关节和拇指的活动幅度。

康复支架的设计必须依照手部正常的解剖结构。在塑造手或腕休息支架时,防止桡或尺侧歪斜,在用绷带塑造支架时,避免支架移位,否则会做成不必要的压力。金属铰链支架或线圈,要对正关节轴枢。屈曲手指时,拉力应指向舟骨。

## 4 康复支架在手康复中的应用

康复支架只是手康复其中一种治疗媒介。手康复还包括伤口处理、控制肿胀、主动活动、压力治疗、疼痛处理、感觉再训练、安全教育、功能训练及职业康复等多个范畴。手康复需要多专业的合作,发挥团队的精神,才可帮患者达到最佳的治疗效果。手外科医师与治疗师应保持良好的沟通,在不同的病种上可先制订一般的治疗程序,这样可保持治疗的质量及方便评估治疗的有效性。

表1是香港一些医院治疗锤状指的程序,治疗师应根据个别情况作适当调整。

## 5 结论

上肢康复支架在手康复中发挥很大的作用,它可达到很多的治疗目标,例如固定骨折位置、促进愈合、减少粘连、辅助瘫痪肌等功能。设计及制造康复支架是一门科学,亦是一

表 1 锤状指治疗程序

骨折天数	支架类型	穿戴时间	运动
1	锤状指支架(长)	全日	活动其他无关联的关节
15	锤状指支架(短)	全日	活动其他无关联的关节
43	锤状指支架	晚间	日间,手指关节可作自由、无阻力活动
85	除去所有支架(如远端指间关节屈曲不足,可用屈曲手指套)	(每天数次,每次 10 至 15min)	开始练力及做被动式屈曲活动

门艺术,治疗师不仅要有医学的知识,而且还要有很好的手工艺才能设计及制造合适而漂亮的支架。

参考文献

[1] Boyer MI, Goldfarb CA, Gelberman RH. Recent progress in flexor tendon healing: The modulation of tendon healing with rehabilitation variables[J]. J Hand Ther, 2005,18(2):80—85.  
 [2] Cetin Alp. Rehabilitation of flexor tendon injuries of the hand [J]. Critical Review in Physical and Rehabilitation Medicine, 2003,15(1): 1—19.  
 [3] Cetin A, Dincer F, Kecik A, et al. Rehabilitation of flexor

tendon injuries by use of a combined regimen of modified Kleinert and modified Duran techniques[J]. American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation, 2001,80(10): 721—728.  
 [4] Cyr LM, Ross RG. How controlled stress affects healing tissues [J]. J Hand Ther,1998,11(2):125—130.  
 [5] Fess EE, Gettle KS, Philips CA, et al. Hand and Upper Extremity Splinting: Principles & Methods [M]. 3rd Edition, St. Louis: Elsevier Mosby. 2005.  
 [6] Fess EE, McCollum M. The influence of splinting on healing tissues[J]. J Hand Ther,1998,11(2):157—161.  
 [7] Newport ML, Tucker RL. New perspectives on extensor tendon repair and implications for rehabilitation [J]. J Hand Ther, 2005,18(2):175—181.  
 [8] Peck FH, Bucher CA, Watson JS, et al. A comparative study of two methods of controlled mobilization of flexor tendon repairs in zone II[J]. Journal of Hand Surgery (British and European Volume), 1998,23B: 41—45.  
 [9] Pettengill KM. The evolution of early mobilization of the repaired flexor tendon[J]. J Hand Ther,2005,18(2):157—168.  
 [10] Rosenthal EA, Stoddard CW. Questions hand therapists ask about treatment of tendon injuries [J]. J Hand Ther,2005,18(2):313—318.  
 [11] Steelman P. Treatment of flexor tendon injuries: Therapist's commentary[J]. J Hand Ther,1999,12(2):149—151.  
 [12] Taras JS, Lamb MJ. Treatment of flexor tendon injuries: surgeons' perspective [J]. J Hand Ther,1999,12(2):141—148.

## 2011 年神经系统病损康复治疗进展高级研讨班通知

由中华医学会物理医学与康复学分会主办、河北省医学会物理医学与康复专业委员会承办的“2011 年神经系统病损康复治疗进展高级研讨班”[项目编号:20114216000004(国)]于 2011 年 4 月 15—19 日在河北省石家庄市举行,届时将邀请省内知名康复专家介绍最新的康复治疗技术和新进展。培训结束将授予国家级继续教育 I 类学分 10 分。

**授课主要内容:** ①脊髓损伤的物理因子治疗(华桂茹); ②运动控制理论及其在中枢神经系统损伤后的应用(李玲); ③神经系统病损后肌痉挛的处理(励建安); ④脑卒中三级康复治疗网络建设和实施(吴毅); ⑤功能性电刺激与肌电反馈在脑损伤后的应用(燕铁斌); ⑥脑卒中后吞咽功能障碍的康复治疗技术(窦祖林); ⑦缺血性脑血管疾病的诊断和治疗(张祥建); ⑧脑卒中的康复治疗程序和方法(贾子善); ⑨臂丛神经损伤的诊治进展及康复治疗方法(邵新中); ⑩脑外伤的功能障碍及康复治疗(李红玲)。

**培训对象:** 康复科医师、治疗师、神经科医师、骨科医师、中医康复以及相关临床、科研及治疗人员。报到时间:2011 年 4 月 15 日;学习时间:2010 年 4 月 15—19 日;报到地点:中山宾馆(河北省石家庄市新华区中华北大街市庄路 57 号);学习地点:河北医科大学第二医院;收费标准:培训费 700 元,同一单位组织 3 人(含 3 人)以上参会,免一人培训费。会议统一安排食宿,费用自理。有意参加者请于 2011 年 3 月 31 日前将报名回执寄到:河北省石家庄市和平西路 215 号河北医科大学第二医院康复科,李红玲收,邮编:050000。

欢迎电话报名和电子邮件报名,联系人:李红玲,咨询电话:0311-66002789, 0311-66002557 手机:15803210622;电子信箱:honglingli2007@126.com

河北医科大学第二医院  
中华医学会物理医学与康复学分会