

· 综述 ·

矫形器在脑卒中患者中的临床应用及研究进展

黄肖群 肖文武 崔显超 伍满群

脑卒中俗称“中风”,是神经系统常见病、多发病,其发病受高血压、糖尿病、血脂代谢异常、吸烟、肥胖等诸多因素影响。脑卒中后患者通常遗留有不同程度的功能障碍,促进运动功能障碍的恢复是脑卒中偏瘫患者的首要目标。矫形器是康复工程的重要组成部分。矫形器作为一种以减轻四肢、脊柱骨骼肌肉系统功能障碍为目的的体外支撑装置,常用于骨科矫治。近年来,矫形制作材料不断改进,制作水平日益提高,其在脑卒中偏瘫患者中的应用越来越广泛。本文就矫形器在脑卒中偏瘫患者中的临床应用及治疗进展进行探讨并总结如下。

矫形器的作用及原理

基本的作用为稳定和支持、固定和保护、预防和矫正畸形、减轻轴向承重及改善功能。按矫形器的生物力学功能分类,分为固定矫形器、矫正矫形器、免荷矫形器、补高矫形器、补长矫形器等。按矫形器的主要材料分类,分为塑料矫形器、金属矫形器、碳纤维树脂矫形器、皮革矫形器等。随着微电子控制、仿真等技术的不断发展与应用,智能化、人机一体化、仿生矫形器逐渐成为临床康复领域的研究热点。有学者早前就提出矫形器的治疗目的主要是对患者异常运动模式和痉挛的控制、畸形的预防及矫正^[1]。研究认为,上肢矫形器的主要作用有保持手的功能位,降低肌肉张力,防止上肢肌肉挛缩,减低并防治肩关节半脱位及肩手综合征的发生等^[2-3]。脑卒中康复过程中有大量的患者会出现偏瘫侧足内旋跖曲畸形,严重影响患者的平衡及步行功能,下肢矫形器制作安装后能够有效地改善足部承重受力线,防止畸形的发展、矫正畸形并稳定关节,代偿丧失的关节运动功能并保护关节,通过改善步态、减轻疼痛,从而促进康复的进程,有效地改善预后^[4-5]。

脑卒中患者常常伴随有运动、感觉、心理、二便、吞咽言语等功能障碍,临床工作中以运动功能障碍最常见,对患者日常生活能力的影响最大。因此,运动功能障碍的恢复是脑卒中患者康复的首要目标。脑卒中患者常常出现异常的运动模式,矫形器的装配能较好地纠正此类患者的异常运动模式,同时也能有效地起到代偿、稳定及预防并发症等作用^[6]。

上肢矫形器的选用

一、腕手功能障碍矫形器的选用

脑卒中后手功能恢复已成为目前脑卒中康复领域的研究热点、难点和重点之一。手功能障碍常常给患者带来一系列困扰,若不及时干预,长期制动和组织相对缺氧会引起肌肉肌腱

长度的改变和组织纤维化,导致疼痛、水肿,甚至肌肉萎缩及掌指关节挛缩等问题,最终造成不可逆的残疾。

1. 手矫形器的选用:脑卒中患者常表现为不同程度的手指屈曲痉挛,腕背伸功能受限。对于腕背伸功能正常或轻微受限的手功能障碍脑卒中患者,临床中常常选用分指板手部矫形器。研究显示,早期佩戴可显著提高脑卒中患者手部的运动功能、缓解肌痉挛、减轻水肿、消减疼痛,推测其机制可能是通过持续的静力性牵伸,促使肌肉生长,降低了牵张反射的反应性,防止韧带、关节及肌肉组织的压力剥夺,最终达到预防和纠正关节挛缩畸形的目的;此外,分指板的静力性牵伸作用还可促进组织液经淋巴或静脉回流,有利于水肿消除,对肩手综合征的防治也有一定的作用^[7-8]。手部矫形器还有手指固定夹板矫形器,用于固定指间关节,维持其正常的关节活动度,常用于偏瘫上肢严重痉挛的患者。随着手功能康复的日益发展及微电子控制、仿生等技术的不断成熟,一种能在日常生活中辅助使用的轻型化穿戴式外骨骼式手功能矫形训练器得到了广泛关注,且逐渐被越来越多的临床康复工作者所运用。其特点是通过对手部五指的结构进行仿生设计,得到了适用于患者穿戴的手指仿生结构,结合微电子技术及仿真软件,对训练器的抓握运动进行仿真分析,得到符合正常手抓握的运动规律,从而应用于脑卒中手功能障碍的患者。国内学者易金花等^[9]研究证实,轻型化手功能仿生训练器对脑卒中患者有很强地使用价值,安全可靠,适合手功能障碍患者穿戴进行手部康复训练。但目前这种外骨骼式仿生矫形器仍需在自动化控制方面进行改良,在电气方面对软、硬件进行深层次设计,实现其自动控制,更好地帮助手功能障碍患者,实现手部精细功能的最大程度恢复。

2. 腕手矫形器的选用:对于腕关节背伸不能且伴有手功能障碍的脑卒中患者,临床上常常选用应用腕手矫形器,此矫形器的特点是远端需包容五指,并让各掌指、指间关节呈伸展状态,以利于水平位滑行。制作的关键是支持腕关节于背伸位(腕关节背伸 35~40°、尺侧偏 10°),五指分开成鹅掌状,其近端位于前臂中段,但不能影响肘关节的活动,内侧面和边缘要平整、圆滑,以免伤手。国内学者叶大勇等^[10]对 56 例脑卒中偏瘫患者装配腕手矫形器进行训练,发现其能够减轻偏瘫上肢的肌张力和肌痉挛,提高运动功能和整体的生活能力。国外学者 Andringa 等^[11]研究发现,大多数脑卒中恢复期患者在佩戴 1 种新型的动态腕手矫形器并每日至少进行 6 h 的训练,能够较好地减少腕关节 6 个月内的挛缩发生率。另有 Andringa 等^[12]学者通过队列研究发现,脑卒中患者佩戴个体化的腕手矫形器每日训练 8 h 可以改善其腕手的运动功能且无明显的穿戴不适。

3. 腕矫形器的选用:对于手指有半随意伸展运动的脑卒中患者,也可依据实际情况装配背侧保持式腕矫形器,即在前臂及手的背侧中央有 1 支杆和 3 块平坦的金属板,用皮革等材料将矫形器固定在前手臂,使腕关节保持功能位,手指可自由活动,可自由调节腕关节的掌屈和背伸活动。

二、肘关节功能障碍矫形器的选用

对于上肢屈曲畸形、肘关节不能伸直的患者,常装配肘伸直位矫形器,一般按照 Bobath 理论及 Brunnstrom 偏瘫 6 分期理论自行设计。Cempini 等^[13]研究发现,肘伸展位矫形器的早期佩戴可抑制患侧上肢的异常运动模式,其提供的持续静态牵张,可降低亢进的牵张反射活动,使痉挛得到缓解。有研究通过对 12 例脑卒中偏瘫患者进行肘矫形器的佩戴训练治疗,3 个月后发现矫形器可有效改善患者的上肢运动功能,并加速康复进程^[14]。

三、肩关节功能障碍矫形器的选用

对伴有肩关节半脱位及肩手综合征的患者,针对其病变通常予以矫形支具对症装配治疗,临床应用一般包括上臂吊带和肩吊带。有研究发现,肩吊带的早期佩戴可减少肩关节半脱位的发生率,并可有效减轻患者的肩痛^[15]。Stolzenberg 等^[16]研究发现,上臂吊带可以明显减少半脱位的总偏移值,同时发现单侧肩吊带可以明显减轻其垂直方向的偏移,但是不能完全矫正。随着病程的推移,部分脑卒中患者会表现为肩周屈肌张力增高,此时不宜使用肩吊带进行治疗。

下肢矫形器的选用

一、踝足功能障碍矫形器的选用

脑卒中患者两侧肢体运动常不对称,严重影响患者步行运动能力的恢复。踝足矫形器是偏瘫患者使用最多、最常见的一种下肢矫形器,其作用是稳定踝关节,防止踝关节内翻及足下垂,提高患足摆动相移动能力及支撑稳定性。临床中,矫形师通常依据患者的踝关节功能情况及 Brunnstrom 分期理论独立装配静态或者动态的踝足矫形器。大量的研究证明,踝足矫形器在脑卒中患者中的应用能有效防治跟腱挛缩、足跖曲内旋等异常模式,同时还能稳定身体重心、增强协调性及平衡性、改善步行能力。国外学者 Hyun 等^[17]对 15 例首次脑卒中的中老年患者佩戴踝足矫形器进行佩戴训练,发现其能增强患者有氧训练的能力,同时还能提高患者的身体机能和步行功能。

在步行周期上面,国内外有诸多的学者对脑卒中患者佩戴踝足矫形器进行了临床研究,证实其能改善踝关节背屈功能,抑制下肢伸肌过度活动,保证支撑中期稳定性。在步行支撑后期,其能使踝关节保持在背屈稳定位置,增强其伸膝步行的动力;在摆动期,踝足矫形器可维持踝关节处于中立位或背屈位,保证正确的步行姿势^[18-20]。研究发现,脑卒中患者佩戴矫形器训练后,可增强其身体重心稳定性和骨盆旋转运动的功能,且骨盆左右倾斜和旋转运动障碍的改善可能与步行速度提高有关^[21]。学者 Erel 等^[22]通过队列研究,应用动态式踝足矫形器对偏瘫患者进行了为期 3 个月的治疗,发现脑卒中恢复期患者能从中获得较多益处,尤其表现为踝关节背伸及外翻功能方面。另有学者研究也认为,动踝组运动分值、步行功能及 Barthel 指数与固踝组及常规康复组比较,差异有统计学意义,其能明显提高步行能力与日常生活能力^[23]。另外有学者依据早期偏瘫患者踝足的实际功能及神经发育理论自行设计制订 1 种前置式踝足矫形器,通过对 54 例偏瘫患者进行对照研究结果显示其较常规矫形器更有利于减轻患者痉挛;有助于增加早期患者踝关节的活动;可增大患者足底部受力面积,以增加患者足底本体感觉,而且前置式踝足矫形器加大了踝关节的活动度,对踝关节运动功能的改善也具有一定的优势,适合于早期

脑卒中偏瘫患者应用^[24]。随着微电子技术的发展,功能性电刺激等技术的越发成熟,此技术在矫形康复工程中联合应用日益受到关注,成为目前的康复工程的研究热点之一。临床中将装配有功能性电刺激式踝足矫形器应用于脑卒中患者中,能有效提高患者相关肌肉的肌力,防止异常模式的形成,但此技术尚未在临床广泛推广,研究报道较少,需进一步积极研究观察,以便更好地指导临床。

二、膝关节功能障碍矫形器的选用

膝关节作为人体的承重关节,与步行活动关系较大。脑卒中后患者伴有膝关节功能障碍尤为常见,通常表现为膝关节过伸、膝关节不稳以及伸膝无力,严重影响着患者的预后及生活质量。将矫形工程技术应用到伴有膝关节功能障碍的脑卒中患者,能稳定膝关节,防止膝过伸,增强本体稳定性及协调性,有效改善患者的预后及生活质量。国内外有大量的学者对其都进行了相关的报道。王建晖通过对装配膝控制性矫形器的 60 例脑卒中患者进行下肢运动功能康复,研究结果证实其可提升患者膝关节稳定性,避免足内翻与足下垂,可刺激本体感受器,促进平衡反应机制的快速重建,并可缩短患者站立及步行功能的恢复时间,帮助患者恢复正常步态^[25]。Wong 等^[26]通过对佩戴软铰链膝矫形器的 31 例脑卒中患者进行 8 周治疗后,发现其能有效改善并矫正患者的膝过伸功能,增强其身体的平衡性,在步行训练中有效增强患者的自信心。

随着现代生物力学、生物工程学的不断发展,以 E-mag 电磁控制为代表的智能膝关节矫形器得到了临床上的广泛关注与应用。患者佩戴后,通过安装在矫形器上的智能传感器系统,测量行走过程中腿的位置,以此来判断和控制膝关节在相应步态周期中的打开和锁闭,从而让膝关节在整个步行周期中具有稳定的支撑期和灵活的摆动期^[27]。因此患者佩戴该矫形器行走时具有更接近正常的步态,膝关节的自由屈伸让患者无需过度移动身体重心,从而减少能量消耗,提高步行效率,并获得较好的步态。但由于此类智能矫形器成本昂贵,制作工艺要求高,制作周期相对较长,目前临床应用报道相对较少。Portnoy 等^[28]对穿戴智能膝关节矫形器的脑卒中患者进行步行训练,证实其能增强患者的平衡功能,改善其步行姿势,通过步态分析发现其在步长、步宽、步速、周期时间等指标上更加接近于健侧。也有研究认为,仿生膝关节矫形器是对伴有下肢运动功能障碍的脑卒中偏瘫患者康复治疗的一个有效补充,能增强其康复的远期疗效^[29]。由于计算机支持协同工作环境能力的提高和仿真技术的进步,使仿真技术和环境能够较好契合,仿真膝关节虚拟矫形器能更加逼真且适应实际环境状态,该技术将会是未来的研究热点之一。

三、膝踝足功能障碍矫形器的选用

膝踝足矫形器应用是引人关注的热点之一。对于同时伴有膝踝关节不稳和膝关节过伸的脑卒中患者,膝踝足矫形器的联合装配起到了良好作用。Maeshima 等^[30]通过对 50 例脑卒中偏瘫患者进行研究,发现膝踝足矫形器可以促进患侧下肢负重,刺激股四头肌收缩,增强其本体感觉功能,研究还认为后侧可调式膝踝足矫形器治疗较传统膝踝足矫形器,在日常生活能力、住院天数、认知能力、神经症状以及远期预后等指标上的效果更加明显。

矫形器的局限性及展望

矫形器在现代康复中有不可替代的作用,其在脑卒中偏瘫

患者中的应用广泛且意义非凡,但其在临床应用过程中也有诸多的方面还未完全达成共识,例如矫形器装配的介入时间、穿戴治疗的时机、装配后是否有可能增加其废用性肌萎缩的风险性、老年性患者佩戴治疗过程中的问题等,在日后的临床治疗中,需加以重视和关注。脑卒中患者在临床上出现的异常模式往往不会单一出现,目前临床上的矫形器通常又只能解决局部问题,这些对于强调整体康复的观念是不足的。相信随着科学技术的不断发展,更多趋于整体的耗能低、可控性好、驱动性强、仿生性逼真、智能化高的轻型便携式矫形器将会应运而生,并在脑卒中的临床康复中发挥巨大的价值。

参 考 文 献

- [1] 伦亿禧,王强,张永祥.功能性电刺激与踝足矫形器改善卒中偏瘫患者步行功能的疗效对比[J].中华物理医学与康复杂志,2014,36(5):357-360.DOI:10.3760/cma.j.issn.0254-1424.2014.05.010.
- [2] Jeon HS, Woo YK, Yi Ch, et al. Effect of intensive training with a spring-assisted hand orthosis on movement smoothness in upper extremity following stroke: a pilot clinical trial[J]. Top Stroke Rehabil, 2012, 19 (4): 320-328. DOI: 10.1310/tsr1904-320.
- [3] Tyson SF, Kent RM. The effect of upper limb orthotics after stroke: a systematic review[J]. NeuroRehabilitation, 2011, 28 (20): 29-36. DOI: 10.3233/NRE-2011-0629.
- [4] Zissimopoulos A, Fatone S, Gard S. Effects of ankle-foot orthoses on mediolateral foot-placement ability during post-stroke gait[J]. Prosthet Orthot Int, 2015, 39 (5): 372-379. DOI: 10.1177/0309364614534294.
- [5] Kobayashi T, Singer ML, Orendurff MS. The effect of changing plantar-flexion resistive moment of an articulated ankle-foot orthosis on ankle and knee joint angles and moments while walking in patients post stroke[J]. Clin Biomech, 2015, 30 (8): 775-780. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2015.06.014.
- [6] 张磊,王薇,高潇.矫形器在脑卒中后异常运动模式应用的研究进展[J].中国伤残医学,2013,21(4):421-423.
- [7] Mayer NH, Harvey RL. Use of a resting hand orthosis for the hemiparetic hand after stroke[J]. PMR, 2014, 6 (2): 188-195. DOI: 10.1016/j.pmrj.2014.01.012.
- [8] King CE, Dave KR, Wang PT, et al. Performance assessment of a brain-computer interface driven hand orthosis[J]. Ann Biomed Eng, 2014, 42 (10): 2095-2105. DOI: 10.1007/s10439-014-1066-9.
- [9] 易金花,李继才,胡鑫.轻型化外骨骼手功能训练器结构设计及实现[J].中国生物医学工程学报,2014,33(5):630-634. DOI: 10.3969/j.issn.0258-8021.2014.05.015.
- [10] 叶大勇,张希彬,李宝.改良腕关节矫形器对卒中偏瘫患者腕关节屈肌痉挛及运动功能的疗效[J].中国康复理论与实践,2015,29(7):331-335. DOI: 10.3969/j.issn.1006-9771.2015.07.016.
- [11] Andringa AS, Van de Port IG, Meijer JW. Tolerance and effectiveness of a new dynamic hand-wrist orthosis in chronic stroke patients[J]. NeuroRehabilitation, 2013, 33 (2): 225-231. DOI: 10.3233/NRE-130949.
- [12] Andringa A, van de Port I, Meijer JW. Long-term use of a static hand-wrist orthosis in chronic stroke patients: a pilot study[J]. Stroke Res Treat, 2013, 27(2): 546093. DOI: 10.1155/2013/546093.
- [13] Cempini M, Giovacchini F, Vitiello N, et al. NEUROExos: a powered elbow orthosis for post-stroke early neurorehabilitation[J]. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc, 2013, 20(13): 342-345. DOI: 10.1109/EMBC.2013.6609507.
- [14] de Araújo RC, Junior FL, Rocha DN, et al. Effects of intensive arm training with an electromechanical orthosis in chronic stroke patients: a preliminary study[J]. Arch Phys Med Rehabil, 2011, 92 (11): 1746-1753. DOI: 10.1016/j.apmr.2011.05.021.
- [15] Li K, Murai N, Chi S. Clinical reasoning in the use of slings for patients with shoulder subluxation after stroke: a glimpse of the practice phenomenon in California[J]. OTJR (Thorofare N J), 2013, 33 (4): 228-235. DOI: 10.3928/15394492-20130912-01.
- [16] Stolzenberg D, Siu G, Cruz E. Current and future interventions for glenohumeral subluxation in hemiplegia secondary to stroke[J]. Top Stroke Rehabil, 2012, 19 (5): 444-456. DOI: 10.1310/tsr1905-444.
- [17] Hyun CW, Kim BR, Han EY, et al. Use of an ankle-foot orthosis improves aerobic capacity in subacute hemiparetic stroke patients[J]. PM R, 2015, 7 (3): 264-269. DOI: 10.1016/j.pmrj.2014.08.944.
- [18] Ibuki A, Bach T, Rogers D. An investigation of the neurophysiologic effect of tone-reducing AFOs on reflex excitability in subjects with spasticity following stroke while standing[J]. Prosthet Orthot Int, 2010, 34 (2): 154-165. DOI: 10.3109/03093641003649405.
- [19] Chisholm AE, Perry SD. Ankle-foot orthotic management in neuromuscular disorders: recommendations for future research[J]. Disabil Rehabil Assist Technol, 2012, 7 (6): 437-449. DOI: 10.3109/17483107.2012.680940.
- [20] Kobayashi T, Singer ML, Orendurff MS. The effect of changing plantar-flexion resistive moment of an articulated ankle-foot orthosis on ankle and knee joint angles and moments while walking in patients post stroke[J]. Clin Biomech (Bristol, Avon), 2015, 30 (8): 775-780. DOI: 10.1016/j.clinbiomech.2015.06.014.
- [21] 徐光青,兰月,毛玉路,等.踝足矫形器对脑卒中患者躯体运动及其步行能力的影响[J].中国康复医学杂志,2010,25(3):247-253. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2010.03.013.
- [22] Erel S, Uygur F, Engin Simsek I, et al. The effects of dynamic ankle-foot orthoses in chronic stroke patients at three-month follow-up: a randomized controlled trial[J]. Clin Rehabil, 2011, 25 (6): 515-523. DOI: 10.1177/0269215510390719.
- [23] 李哲,郭铜花,白蓉,关晨霞.动态式踝足矫形器对偏瘫患者步行能力的影响[J].中国康复医学杂志,2007,22(11):1018-1021. DOI: 10.3969/j.issn.1001-1242.2007.11.015.
- [24] 沈玄霖,钱亿飞,张杰.早期使用前置式踝足矫形器脑卒中偏瘫患者的步行能力和速度[J].中国组织工程研究,2013,17(30):5551-5556. DOI: 10.3969/j.issn.2095-4344.2013.30.021.
- [25] 王建晖.膝控制矫形器对老年脑卒中后下肢功能障碍患者康复疗效观察[J].中国医学工程,2015,23(9):100-101.
- [26] Wong CK, Bishop L, Stein JA. Wearable robotic knee orthosis for gait training: a case-series of hemiparetic stroke survivors[J]. Prosthet Orthot Int, 2012, 36 (1): 113-120. DOI: 10.1177/0309364611428235.
- [27] 高峰,弥振钢,李强等.E-mag 电磁控制膝关节矫形器在截瘫患者中的应用[J].中国康复,2013,28(4):270-271. DOI: 10.3870/zgkf.2013.04.011.
- [28] Portnoy S, Frechtel A, Raveh E, et al. Prevention of genu recurvatum in poststroke patients using a hinged soft knee orthosis[J]. PM R, 2015, 7 (10): 1042-1051. DOI: 10.1016/j.pmrj.2015.04.007.
- [29] Byl NN. Mobility training using a bionic knee orthosis in patients in a post-stroke chronic state: a case series[J]. J Med Case Rep, 2012, 23 (6): 216-218. DOI: 10.1186/1752-1947-6-216.
- [30] Maeshima S, Okazaki H, Okamoto S, et al. A comparison of knee-ankle-foot orthoses with either metal struts or an adjustable posterior strutin hemiplegic stroke patients[J]. J Stroke Cerebrovasc Dis, 2015, 24 (6): 1312-1316. DOI: 10.1016/j.jstrokecerebrovasdis.2015.02.003.

(修回日期:2015-03-23)

(本文编辑:凌 琛)