

· 综述 ·

偏瘫后上肢及手的双侧训练

许纲

脑卒中后上肢的功能障碍严重影响着患者的日常生活活动能力和自信心,而目前的康复治疗主要是针对发病后的前 3 个月,随后患者往往会用健肢代偿来完成日常活动^[1]。尽管这种代偿可使他们在某些程度上获得独立,但是完全依赖于健肢代偿的活动减缓甚至阻碍了患肢功能的进一步恢复^[2]。近年来,人们发现,通过双侧肢体的协调匹配效应,同时使用健肢,可以促进患肢功能的恢复,这就是所谓的双侧训练^[2-4]。

肢体间的协调与双侧运动

运动控制领域的研究揭示,人体运动系统是一个并列的结构^[5],双侧上肢的同名肌群相互匹配,作为一个协调单元而向心性链接到一起^[6, 7]。肢体间的协调是某些高级生物后天学习而获得的能力,双侧运动是两侧肢体协调地同时执行某种空间动作的模式^[3, 8],我们日常生活中许多活动都要求双手同时参与,协调地进行,这是人类运用非常多的技巧。Turvey^[9]指出机体的协调就是神经肌肉的协同,它是根据某种作业的活动方式组织起来的。肢体同时活动时,各效应器之间在时空上会有一个同步化的趋势,如两肢体之间活动频率和相位的同步,双手动作幅度、方向的匹配,各肢体运动轨迹的相互迁就或干扰等等^[8, 10]。

肢体间的协调是由众多的相互包容的制约机制来调节的^[11]。双侧上肢同时运动,有利于克服神经肌肉对复杂运动的约束^[4, 10]。对称性运动是人体最典型的协调运动模式^[12],双侧上肢的对称性运动比非对称性的运动更容易产生,如果不考虑其它的调节因素,双侧同名肌群同相活动的协调比反相活动的协调更稳定^[8, 13]。

双侧训练

镜像运动(mirror movement)是指在一侧肢体随意收缩过程中,对侧肢体同名肌群也出现不自主的收缩活动。这种现象多见于 8~9 岁以下正常发育的儿童,随着年龄的增长,镜像运动出现的频率和强度逐渐减小^[14, 15]。而运动系统发育成熟的个体,如果出现了镜像运动往往会被视为异常。对于脑卒中偏瘫患者来说,患侧上肢要完成一个简单的动作都非常困难,但其两侧肢体间的镜像运动却非常明显^[16],被称为联合反应。这种联合反应并非无益,Nelles 等^[17]的研究表明,当偏瘫患肢能随着健肢的活动出现镜像运动时,其运动功能的恢复明显优于不出现镜像运动的患者。早在半个多世纪前,Cohn^[18]就注意到脑卒中患者双侧上肢同时做旋前和旋后动作时,患臂的动作频率可在健侧的带动下加快。

肢体间的这种协调和匹配效应,使得我们期望能利用肢体间的交互作用,来促进偏瘫患者患侧上肢运动功能的恢复,即

采用双侧训练的方法,在练习一些有选择的作业中,同时使用双侧上肢完成自由度较小的对称性动作,来促进患肢运动功能的恢复^[2]。Cunningham 等^[19]报道,通过双侧的伸肘动作训练,可使患肢的动作更顺滑,运动速度与健肢更加接近。Mudie 等^[3]设计了三个标准化的伸手触及目标物的活动,比较在不同的训练条件下患肢动作的差异,结果是双侧同时操作相同动作的训练组,其患手的运动能力有迅速并持久的改善,代偿性的动作少,动作的精确性高。通过 6~8 周的双侧训练,患肢的功能恢复明显比单侧训练组要快,并可持续 6 个月。虽然两手同时操作不同动作的一组,患手的运动功能也有显著的改善,但不及双手同时操作相同动作一组。Cauraugh 等^[20, 21]的研究表明,患者健侧做伸腕动作的同时,用表面肌电(surface electromyography, sEMG)信号激发的电刺激,来诱发患肢出现伸腕动作,将患肢腕伸肌的 sEMG 活动强度显示出来,非常有利于双侧动作的匹配。他们发现双手同时活动,比让患手单独完成一个动作,其所需时间更短。Whitall 等^[4]对脑卒中恢复后期患者在有规律的听觉暗示引导下进行双侧训练,经过 6 周的反复训练,患肢的 Fugl-Meyer 上肢动作评分、Wolf 运动功能测验都有明显的改善,其上肢关节活动范围也有一定的改善,训练效应可持续 8 周。Luft 等^[22]对偏瘫患者双手进行同步或交替的推/拉动作训练时发现,双侧训练组中央前、后回以及小脑的活动明显增加,患肢的运动功能也明显提高。Stinear 等^[23]采用主动-被动双侧运动训练,通过健肢主动屈伸活动,使患肢被动地产生同步或非同步的屈伸动作,认为这样可平衡两侧半球皮质的兴奋性,从而促进患肢功能的恢复。Hesse 等^[24]观察到,偏瘫患者在机器人的辅助下进行双侧前臂主动和被动训练,可以促进瘫痪程度比较重的患肢运动控制能力的提高。Smith 等^[25]从脑电图中提取出运动相关电位和反应时作为观察指标,发现短时间的双侧训练,就可以引起大脑运动区的变化,表现为反映运动辅助区兴奋性的运动相关电位早成分波幅有增高的趋势,反应时减少,提示短期的双侧训练就可以引起运动准备水平的改变。

双侧训练的神经机制

尽管我们每天都在使用双手,但我们对双侧运动的神经机制还不十分清楚。两侧上肢同时运动时,可能有多种机制在调节着大脑半球间的交互作用。

当一侧上肢有意向性活动时,兴奋性运动信号可投射到对侧上肢的同名肌群,这可能牵涉到了向双侧分支的皮质运动神经元投射,未交叉的离皮质纤维以及部分神经网络的作用^[2, 11, 31]。尽管大多数哺乳动物的绝大部分皮质脊髓束都在锥体水平交叉到对侧,但约有 10% 的纤维并没有交叉,直接经皮质脊髓束的腹侧投射到肢体远端^[26-28],在脑卒中后的双侧训练会发挥一定的作用^[29, 30]。另外在大脑的多个区域如初级运动区(primary motor areas, M1)、运动辅助区、扣带皮质、运动前

区、上顶叶皮质以及小脑也都参与了双侧的交互作用和肢体间的协调^[2, 11, 31],特别是运动辅助区在双侧运动的高级控制中发挥着作用^[32],每侧半球的运动辅助区信息不仅可投射到同侧 M1,还有少部分投射到对侧 M1,而影响对侧的同名肌群,所以当两上肢共同活动时,激活了位于两侧半球内相似的神经网络^[26, 33-36],双侧上肢就作为一个运动单位协调起来。

胼胝体的连接,特别是后顶叶纤维可能在编码动作的方向方面起着重要作用^[8, 37]。当猴子用双侧前肢去取物时,其两侧的 M1 神经元表现出同一方向的调谐^[38, 39],人们推测胼胝体的直接兴奋途径调节了同侧上肢运动方向的灵敏性^[11]。研究发现当使用一侧上肢时,同侧半球的神经兴奋性就会受到抑制,而大脑半球之间的抑制可特异性地阻止对侧上肢出现镜像运动^[40]。对 10 岁以下儿童进行经颅磁刺激(Transcranial magnetic stimulation, TMS),会很容易地引出双侧反应,这可能是个体发育的一个正常表现^[41]。但随着个体的成熟,10 岁左右儿童的镜像运动渐渐消失。这个过程出现的时间恰恰与胼胝体的髓鞘形成紧密联系,暗示着两侧半球的抑制性交互作用,需要一个成熟的胼胝体来调节^[42, 43]。一侧皮质性卒中所造成的损害,可能会改变胼胝体的抑制,使得未受损的运动皮质过度兴奋^[44, 45],对侧完好半球的过分活跃,可能会抑制受损半球的恢复^[46]。人体通常是以双侧的对称性结构为运动单位,当双侧上肢进行对称性运动时,通过两侧同名肌群的同时活动,激活了两侧半球内相似的神经网络^[26, 33-36],减少了皮质间的抑制^[47]。其实双手运动时, M1 神经元的激活方式和同侧前臂运动之间的关系是割裂的^[48],可能是局部抑制性中间神经元的活动对胼胝体兴奋性信号的输入产生了有效的抑制。在单侧运动时,这些中间神经元是阈下的,只是在双侧运动时其兴奋性才得以提高,对大脑其他区域的信号进行有效的控制^[48]。同侧 M1 兴奋性的抑制程度和应答水平依赖于兴奋性和抑制性通路的相对强度,并且是以环境特异性的方式变化的^[40, 49]。双侧同时练习对称性的动作,充分调动健侧上肢肌肉的神经兴奋性,完好半球的促通效应可交叉过来提高偏瘫侧上肢同名肌群运动传导通路的兴奋性,使得经胼胝体的抑制影响正常化,促进受损半球运动信息的传输^[2],这种输入信号可使得受损的运动皮质在训练中或训练后活跃起来^[50],促进偏瘫侧上肢意向性动作的完成。

双侧训练中需要注意的问题

双侧训练的研究结果并不一致,有人发现双侧训练并没有促进患肢动作的改善^[51]。Mudie 等^[3]对急性期和恢复期的脑卒中患者进行 1 个疗程的双侧训练,发现并没有提高患肢的运动能力。Lewis 等^[52, 53]也发现短期的双侧训练效果很有限。有一些研究甚至发现双侧训练有副作用,即双侧同时连续地做肘关节屈伸动作时,健肢的动作质量在下降,来适应患肢的动作,而患肢的动作质量并没有提高^[16]。说明即便有一侧肢体瘫痪了,机体内仍然存在着对称性约束机制,对健肢产生明显的影响^[51, 52],患肢抑制了健肢的动作^[54]。

偏瘫患者双侧上肢活动时,两侧肢体的匹配主要是通过健肢的调节来实现, Lewis 等发现^[52],正常人和偏瘫患者在完成双手画圈的动作时,都比单手画圈时的动作质量有所下降。双侧运动对肢体间协调的这种副作用,可能是肢体间匹配比较脆

弱的反映。他们认为画圈是多自由度的动作,这种复杂的画圈动作,必须要有远端肌群的参与,尽管远端肌群所接收到的信号是来自双侧,但接收到的信息量最少^[55, 56]。肢体间匹配的强弱可能有一部分依赖于分布于双侧的运动纤维的可用性^[33]。两侧肢体的匹配减少了,肢体间的易化作用也随之消失^[57]。由于这个作业比较复杂,所以对患肢的促进作用没能发挥出来。而 Cunningham 等^[19]设计一个自由度的双侧伸肘作业,仅训练近端肌群,健肢对患肢的促进作用就表现出来了。因此,在设计双侧训练动作时,要清楚地认识到协调作业的主要目的是为了激发出双侧肢体在时间和空间上的同步。那些需要各个肢体不断调整其动作参数的活动,并不适用于偏瘫患者^[2]。偏瘫患者训练早期应以简单的动作为主,即设计单一自由度的动作,进行近端肌群的双侧训练^[57]。

肢体间的协调需要感觉信息的反馈调节^[58]。脑卒中后运动功能恢复的关键就是两侧半球之间感觉运动信息的整合,所以在康复治疗中要充分利用感觉信息的反馈^[33]。双侧训练时配合有节奏的听觉刺激,作为运动的节拍器^[4, 22, 59],或配合用主动的电刺激^[20, 60-63]都获得了较为满意的效果。Altschuler 等^[64]对偏瘫患者进行双侧训练时,指导患者从镜子里观察自己健肢的活动,结果提示,这种行为与感知的结合对促进患肢运动功能的恢复是有帮助的。说明视觉信息可以补充患肢本体感觉的不足,激活行为感知与相关联合区的联系,促进运动功能的恢复^[65, 66]。正常人在镜子前看到自己的单手活动时,就可以改变同侧运动皮质的兴奋性^[67],证明矫正镜的反馈也可对皮质产生促通作用。这些方法给患肢增加了足够的信号刺激,这些信息的反馈可以上传到躯体感觉区,有助于邻近的 M1 重新形成对随意运动的控制。

单个肢体的被动运动,常伴有对侧运动皮质兴奋性的增高^[68-70]。运动肢体同侧的大脑半球由 TMS 诱发的运动诱发电位明显小于对侧半球的反应^[11],这表明由被动运动诱导的一侧运动皮质兴奋性升高,对另一侧运动皮质的促通作用很有限。当一侧肢体进行有意收缩时,受到外界的阻力,或者需要更大的努力才能完成时,出现镜像运动的频率就会增多^[11]。同样,同源运动通路上兴奋性的交叉调节也会随着主动运动肌肉收缩力的增加而提高^[71]。通过功能性神经成像技术也可以发现这种相对应的依赖关系^[36, 72]。所以为了能产生双侧促通效应,双侧训练时必须鼓励患者主动参与,进行自主收缩的活动。肢体间的协调本身是后天通过学习获得的能力,脑卒中后偏瘫后要利用肢体间的协调来带动患肢活动,就更需要反复训练^[22]。

对正常人的研究表明,在进行不对称的活动中,非优势侧上肢配合优势侧上肢表现得更加明显^[73]。TMS 研究表明,对左半球进行刺激所激发出来的同侧反应,与对非优势侧(右侧)半球刺激激发出来的同侧反应并不对称,左半球引发的同侧反应幅度要大^[28, 74],说明双侧协调活动时双手的匹配有着不同的神经生理学基础。而完整半球的同侧下传纤维参与了脑卒中后上肢运动功能的恢复^[26, 29]。所以优势侧手功能健全时,如右手患者,右侧半球受损,双侧训练可能会更有效^[2]。另外临床发现功能障碍程度比较轻的患者,采用双侧训练并不比采用患侧单独练习同样的选择性作业更为有效^[75]。

结论和展望

循证医学的证据表明,充分利用肢体间协调进行双侧训练是偏瘫康复的一个有效方法^[76],而且是很意义的训练方法,毕竟日常生活的许多活动都需要我们双手的协调运动^[77],所以脑卒中后运动的再学习也应该注重双侧上肢协调运动的训练。当然双侧训练策略对脑卒中后运动功能恢复的作用,以及所引起的神经可塑性的变化,都需要更多的临床研究来证实。与双侧动作匹配有关的神经网络损伤程度,对双侧训练的效果有决定性影响,胼胝体、运动辅助区和大量交叉的皮质脊髓束可能对双侧训练也有重要的影响。今后仍需要进一步明确:当一侧肢体的功能下降后,两侧上肢是如何相互作用,即其相互之间是如何匹配或失匹配,弄清这些问题是我们选用该技术的关键^[8, 33]。双侧训练效果的持久性,对各种动作的适用性,以及动作的参数等都还有待于证实。另外同名肌群的同时收缩引起的双侧同步活动是否会限制治疗的效果? 双侧训练中反馈的确切机制? 有许多问题需要临床和基础研究来证实。也许是同时运动的意图,在双侧训练中起着关键作用^[3]。我们还要清醒地认识到,康复的目的在于促进患肢运动功能的恢复,患肢是我们的训练重点^[78]。单一类型的干预措施似乎并不能促进所有偏瘫患者运动功能的恢复。而目前的研究数据,患者样本量相对较小,病灶的大小和位置,发病的时间以及功能障碍的程度都不具有可比性,包括双侧训练在内的各种康复技术的结果会有相当大的差异,都需要进一步观察证实。

参 考 文 献

- [1] Taub E. Harnessing brain plasticity through behavioral techniques to produce new treatments in neurorehabilitation. *Am Psychol*, 2004, 59:692-704.
- [2] Cauraugh JH, Summers JJ. Neural plasticity and bilateral movements: A rehabilitation approach for chronic stroke. *Prog Neurobiol*, 2005, 75:309-320.
- [3] Mudie MH, Matyas TA. Can simultaneous bilateral movement involve the undamaged hemisphere in reconstruction of neural networks damaged by stroke? *Disabil Rehabil*, 2000, 22:23-37.
- [4] Whitall J, McCombe Waller S, Silver KH, et al. Repetitive bilateral arm training with rhythmic auditory cueing improves motor function in chronic hemiparetic stroke. *Stroke*, 2000, 31:2390-2395.
- [5] Neilson PD, Neilson MD. Anisotropic tracking: evidence for automatic synergy formation in a bimanual task. *Hum Mov Sci*, 2002, 21:723-748.
- [6] Swinnen S, Walter CB, Shapiro DC. The coordination of limb movements with different kinematic patterns. *Brain Cogn*, 1988, 8:326-347.
- [7] Kelso JA. Phase transitions and critical behavior in human bimanual coordination. *Am J Physiol*, 1984, 246:1000-1004.
- [8] Swinnen SP, Wenderoth N. Two hands, one brain: cognitive neuroscience of bimanual skill. *Trends Cogn Sci*, 2004, 8:18-25.
- [9] Turvey MT. Coordination. *Am Psychol*, 1990, 45:938-953.
- [10] Franz EA. Spatial coupling in the coordination of complex actions. *Q J Exp Psychol A*, 1997, 50:684-704.
- [11] Carson RG. Neural pathways mediating bilateral interactions between the upper limbs. *Brain Res Brain Res Rev*, 2005, 49:641-662.
- [12] Franz EA, Zelaznik HN, McCabe G. Spatial topological constraints in a bimanual task. *Acta Psychol*, 1991, 77:137-151.
- [13] Vangheluwe S, Puttemans V, Wenderoth N, et al. Inter-and intra-limb transfer of a bimanual task: generalisability of limb dissociation. *Behav Brain Res*, 2004, 154:535-547.
- [14] Mayston MJ, Harrison LM, Stephens JA. A neurophysiological study of mirror movements in adults and children. *Ann Neurol*, 1999, 45:583-594.
- [15] Wolff PH, Gunnoe CE, Cohen C. Associated movements as a measure of developmental age. *Dev Med Child Neurol*, 1983, 25:417-429.
- [16] Rice MS, Newell KM. Upper-extremity interlimb coupling in persons with left hemiplegia due to stroke. *Arch Phys Med Rehabil*, 2004, 85:629-634.
- [17] Nelles G, Cramer SC, Schaechter JD, et al. Quantitative assessment of mirror movements after stroke. *Stroke*, 1998, 29:1182-1187.
- [18] Cohn R. Interaction in bilaterally simultaneous voluntary motor function. *AMA Arch Neurol Psychiatry*, 1951, 65:472-476.
- [19] Cunningham CL, Stoykov ME, Walter CB. Bilateral facilitation of motor control in chronic hemiplegia. *Acta Psychol*, 2002, 110:321-337.
- [20] Cauraugh JH, Kim S. Two coupled motor recovery protocols are better than one: electromyogram-triggered neuromuscular stimulation and bilateral movements. *Stroke*, 2002, 33:1589-1594.
- [21] Cauraugh JH, Kim SB. Stroke motor recovery: active neuromuscular stimulation and repetitive practice schedules. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2003, 74:1562-1566.
- [22] Luft AR, McCombe-Waller S, Whitall J, et al. Repetitive bilateral arm training and motor cortex activation in chronic stroke: a randomized controlled trial. *JAMA*, 2004, 292:1853-1861.
- [23] Stinear JW, Byblow WD. Rhythmic bilateral movement training modulates corticomotor excitability and enhances upper limb motricity poststroke: a pilot study. *J Clin Neurophysiol*, 2004, 21:124-131.
- [24] Hesse S, Schulte-Tigges G, Konrad M, et al. Robot-assisted arm trainer for the passive and active practice of bilateral forearm and wrist movements in hemiparetic subjects. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003, 84:915-920.
- [25] Smith AL, Staines WR. Cortical adaptations and motor performance improvements associated with short-term bimanual training. *Brain Res*, 2006, 1071:165-174.
- [26] Lacroix S, Havton LA, McKay H, et al. Bilateral corticospinal projections arise from each motor cortex in the macaque monkey: a quantitative study. *J Comp Neurol*, 2004, 473:147-161.
- [27] Cattaert D, Semjen A, Summers JJ. Simulating a neural cross-talk model for between-hand interference during bimanual circle drawing. *Biol Cybern*, 1999, 81:343-358.
- [28] Kagerer FA, Summers JJ, Semjen A. Instabilities during antiphase bimanual movements: are ipsilateral pathways involved? *Exp Brain Res*, 2003, 151:489-500.
- [29] Marshall RS, Perera GM, Lazar RM, et al. Evolution of cortical activation during recovery from corticospinal tract infarction. *Stroke*, 2000, 31:656-661.
- [30] Staines WR, McIlroy WE, Graham SJ, et al. Bilateral movement enhances ipsilesional cortical activity in acute stroke: a pilot functional MRI study. *Neurology*, 2001, 56:401-404.
- [31] Debaere F, Wenderoth N, Sunaert S, et al. Changes in brain activation during the acquisition of a new bimanual coordination task. *Neuropsychologia*, 2004, 42:855-867.
- [32] Wiesendanger M, Rouiller EM, Kazennikov O, et al. Is the supple-

- mentary motor area a bilaterally organized system? *Adv Neurol*, 1996,70:85-93.
- [33] Carson RG, Swinnen SP. Coordination and movement pathology: models of structure and function. *Acta Psychol*, 2002,110:357-364.
- [34] Cohen LG, Meer J, Tarkka I, et al. Congenital mirror movements. Abnormal organization of motor pathways in two patients. *Brain*, 1991,114:381-403.
- [35] Wenderoth N, Debaere F, Snaert S, et al. Parieto-premotor areas mediate directional interference during bimanual movements. *Cereb Cortex*, 2004,14:1153-1163.
- [36] Jancke L, Peters M, Himmelbach M, et al. fMRI study of bimanual coordination. *Neuropsychologia*, 2000,38:164-174.
- [37] Franz EA, Zelaznik HN, Swinnen SS, et al. Spatial conceptual influences on the coordination of bimanual actions: when a dual task becomes a single task. *J Mot Behav*, 2001,33:103-112.
- [38] Donchin O, de Oliveira SC, Vaadia E. Who tells one hand what the other is doing: the neurophysiology of bimanual movements. *Neuron*, 1999,23:15-18.
- [39] Steinberg O, Donchin O, Gribova A, et al. Neuronal populations in primary motor cortex encode bimanual arm movements. *Eur J Neurosci*, 2002,15:1371-1380.
- [40] Duque J, Mazzocchio R, Dambrosia J, et al. Kinematically specific interhemispheric inhibition operating in the process of generation of a voluntary movement. *Cereb Cortex*, 2005,15:588-593.
- [41] Muller K, Kass-Iliyya F, Reitz M. Ontogeny of ipsilateral corticospinal projections: a developmental study with transcranial magnetic stimulation. *Ann Neurol*, 1997,42:705-711.
- [42] Bloom JS, Hynd GW. The role of the corpus callosum in interhemispheric transfer of information: excitation or inhibition? *Neuropsychol Rev*, 2005,15:59-71.
- [43] Dennis M. Impaired sensory and motor differentiation with corpus callosum agenesis: a lack of callosal inhibition during ontogeny? *Neuropsychologia*, 1976,14:455-469.
- [44] Liepert J, Bauder H, Wolfgang HR, et al. Treatment-induced cortical reorganization after stroke in humans. *Stroke*, 2000,31:1210-1216.
- [45] Shimizu T, Hosaki A, Hino T, et al. Motor cortical disinhibition in the unaffected hemisphere after unilateral cortical stroke. *Brain*, 2002,125:1896-1907.
- [46] Murase N, Duque J, Mazzocchio R, et al. Influence of interhemispheric interactions on motor function in chronic stroke. *Ann Neurol*, 2004,55:400-409.
- [47] Stinear JW, Byblow WD. Disinhibition in the human motor cortex is enhanced by synchronous upper limb movements. *J Physiol*, 2002,543:307-316.
- [48] Rokni U, Steinberg O, Vaadia E, et al. Cortical representation of bimanual movements. *J Neurosci*, 2003,23:11577-11586.
- [49] Carson RG, Welsh TN, Pambianco-Valero MA. Visual feedback alters the variations in corticospinal excitability that arise from rhythmic movements of the opposite limb. *Exp Brain Res*, 2005,161:325-334.
- [50] Luft AR, Kaelin-Lang A, Hauser TK, et al. Modulation of rodent cortical motor excitability by somatosensory input. *Exp Brain Res*, 2002,142:562-569.
- [51] Steenbergen B, Hulstijn W, de Vries A, et al. Bimanual movement coordination in spastic hemiparesis. *Exp Brain Res*, 1996,110:91-98.
- [52] Lewis GN, Byblow WD. Bimanual coordination dynamics in post-stroke hemiparetics. *J Mot Behav*, 2004,36:174-188.
- [53] Lewis GN, Byblow WD. Neurophysiological and behavioural adaptations to a bilateral training intervention in individuals following stroke. *Clin Rehabil*, 2004,18:48-459.
- [54] Van Thiel E, Steenbergen B. Shoulder and hand displacements during hitting, reaching, and grasping movements in hemiparetic cerebral palsy. *Motor Control*, 2001,5:166-182.
- [55] Ferbert A, Priori A, Rothwell JC, et al. Interhemispheric inhibition of the human motor cortex. *J Physiol*, 1992,453:525-546.
- [56] Colebatch JG, Gandevia SC. The distribution of muscular weakness in upper motor neuron lesions affecting the arm. *Brain*, 1989,112:749-763.
- [57] Garry MI, van Steenis RE, Summers JJ. Interlimb coordination following stroke. *Hum Mov Sci*, 2005,24:849-864.
- [58] Mechsner F, Knoblich G, Mechsner F. Do muscles matter for coordinated action? *J Exp Psychol Hum Percept Perform*, 2004,30:490-503.
- [59] Thaut MH, Kenyon GP, Hurt CP, et al. Kinematic optimization of spatiotemporal patterns in paretic arm training with stroke patients. *Neuropsychologia*, 2002,40:1073-1081.
- [60] Cauraugh JH, Kim S. Progress toward motor recovery with active neuromuscular stimulation: muscle activation pattern evidence after a stroke. *J Neurol Sci*, 2003,207:25-29.
- [61] Cauraugh JH, Kim SB. Chronic stroke motor recovery: duration of active neuromuscular stimulation. *J Neurol Sci*, 2003,215:13-19.
- [62] Cauraugh JH. Coupled rehabilitation protocols and neural plasticity: upper extremity improvements in chronic hemiparesis. *Restor Neurol Neurosci*, 2004,22:337-347.
- [63] Cauraugh JH, Kim SB, Duley A. Coupled bilateral movements and active neuromuscular stimulation: intralimb transfer evidence during bimanual aiming. *Neurosci Lett*, 2005,382:39-44.
- [64] Altschuler EL, Wisdom SB, Stone L, et al. Rehabilitation of hemiparesis after stroke with a mirror. *Lancet*, 1999,353:2035-2036.
- [65] Sathian K, Greenspan AI, Wolf SL. Doing it with mirrors: a case study of a novel approach to neurorehabilitation. *Neurorehabil Neural Repair*, 2000,14:73-76.
- [66] Stevens JA, Stoykov ME. Using motor imagery in the rehabilitation of hemiparesis. *Arch Phys Med Rehabil*, 2003,84:1090-1092.
- [67] Garry MI, Loftus A, Summers JJ. Mirror, mirror on the wall: viewing a mirror reflection of unilateral hand movements facilitates ipsilateral M1 excitability. *Exp Brain Res*, 2005,163:118-122.
- [68] Lewis GN, Byblow WD. Modulations in corticomotor excitability during passive upper-limb movement: is there a cortical influence? *Brain Res*, 2002,943:263-275.
- [69] Stinear JW, Byblow WD. An interhemispheric asymmetry in motor cortex disinhibition during bimanual movement. *Brain Res*, 2004,1022:81-87.
- [70] Lewis GN, Byblow WD, Carson RG. Phasic modulation of corticomotor excitability during passive movement of the upper limb: effects of movement frequency and muscle specificity. *Brain Res*, 2001,900:282-294.
- [71] Hortobagyi T, Taylor JL, Petersen NT, et al. Changes in segmental

- and motor cortical output with contralateral muscle contractions and altered sensory inputs in humans. *J Neurophysiol*, 2003,90:2451-2459.
- [72] Toma K, Mima T, Matsuoka T, et al. Movement rate effect on activation and functional coupling of motor cortical areas. *J Neurophysiol*, 2002,88:3377-3385.
- [73] Byblow WD, Summers JJ, Semjen A, et al. Spontaneous and intentional pattern switching in a multisegmental bimanual coordination task. *Motor Control*, 1999,3:372-393.
- [74] Caramia MD, Palmieri MG, Giacomini P, et al. Ipsilateral activation of the unaffected motor cortex in patients with hemiparetic stroke. *Clin Neurophysiol*, 2000,111:1990-1996.
- [75] Platz T, Bock S, Prass K. Reduced skilfulness of arm motor behaviour among motor stroke patients with good clinical recovery: does it indicate reduced automaticity? Can it be improved by unilateral or bilateral training? A kinematic motion analysis study. *Neuropsychologia*, 2001,39:687-698.
- [76] Stewart KC, Cauraugh JH, Summers JJ. Bilateral movement training and stroke rehabilitation: a systematic review and meta-analysis. *J Neurol Sci*, 2006,244:89-95.
- [77] Gerloff C, Andres FG. Bimanual coordination and interhemispheric interaction. *Acta Psychol*, 2002,110:161-186.
- [78] Renner CI, Woldag H, Atanasova R, et al. Change of facilitation during voluntary bilateral hand activation after stroke. *J Neurol Sci*, 2005,239:25-30.

(修回日期:2006-12-20)

(本文编辑:阮仕衡)

· 临床研究 ·

低频电疗对脑卒中患者肩关节半脱位的预防作用

黄葵 郭蓉 王林

近年来低频电越来越多地应用于脑卒中后偏瘫及其并发症的防治。肩关节半脱位是脑卒中患者最常见的肩关节问题之一,据统计,其发生率为 40.9%~70.0%。国内外已有文献证实了低频电防治肩关节半脱位的有效性,但对于低频电参数的选择尚无统一标准,各医院治疗方法有很大差别。本文研究每日不同频次的低频电治疗,并探讨低频电治疗时间与其对肩关节半脱位预防作用之间的关系。

资料与方法

一、病例选择

选择 2003 年至 2005 年在我院住院的患侧上肢 Brunnstrom 分期为 I~II 期的脑卒中患者 270 例为研究对象,所有患者均经头颅 CT 及临床表现确诊,诊断标准符合第四届脑血管病会议修订的诊断标准。其中,脑出血 127 例,脑梗死 143 例;男 150 例,女 120 例;Brunnstrom I 期 128 例, Brunnstrom II 期 142 例,年龄 (63.40 ± 1.41) 岁。排除昏迷、严重心肺功能不全及周围神经、肌肉、关节病变所致的运动功能障碍。用随机表法将入选患者随机分为未低频电治疗组(对照组)30 例,低频电治疗组(低频电组)240 例,低频电组又按治疗时间分为 20,40,60,80,100,120,140 和 160 min 组,每组 30 例。对照组和低频电组间患者一般状况的差异无统计学意义。

二、治疗方法

所有患者均按病情需要给予神经科及相关药物治疗,并在病情平稳、神经系统体征不再进展时开始神经康复治疗。其中,对照组给予良姿位指导及运动疗法治疗,低频电组在前述治疗的同时给予低频电治疗。治疗仪采用北京产 KD-2A 型经皮神经电刺激仪,电极放置位置为患侧三角肌、冈上肌,电极面

积 $4\text{ cm} \times 10\text{ cm}$,置于肌肉运动点,波形为双向不对称脉冲方波,脉冲频率 30 Hz,波宽 300 ms,通电时间 5 s,通断比 1:5,各组治疗时间分别为 20,40,60,80,100,120,140 和 160 min,按每次 20 min 分次进行,每次间隔时间 30 min,电流强度以可引起明显的肌肉运动且患者能耐受而又不导致肌肉疲劳为度。每 15 d 为 1 个疗程,疗程间休息 3 d,连续治疗 2 个疗程。

三、评定方法

采用盲法,由同一放射科技师和医生于疗程前及治疗结束时分别于患者坐位摄肩关节正位片,测量双侧肩峰至肱骨头的间距,并以此判断有无肩关节半脱位。双侧间距对称者为无肩关节半脱位;双侧间距不对称者为肩关节半脱位;未发生肩关节半脱位为治疗有效;发生半脱位为治疗无效。

四、统计学分析

分别统计各组预防肩关节半脱位的有效例数及有效率,应用 SPSS 11.0 软件,采用 χ^2 检验进行统计学分析。

结 果

各组有效例数及有效率见表 1,其 $\chi^2 = 18.78, P < 0.025$,提示各治疗组疗效差异有统计学意义。

治疗时间为 80,100,120,140 和 160 min 时,低频电组与对照组比较疗效差异具有统计学意义 ($P < 0.05$),疗效优于对照组。治疗时间为 20,40 和 60 min 时,与对照组比较疗效差异无统计学意义,疗效不优于对照组 ($P > 0.05$)。

讨 论

中枢神经系统在结构和功能上具有高度的可塑性,这是一切康复措施能够发挥作用的物质基础。低频电治疗卒中所致瘫痪的确切神经机制仍未完全明了,但已有多方面的临床研究和基础研究证明了它的有效性。

作者单位:110013 沈阳,沈阳市红十字会医院

通讯作者:王林,Email: yzmq. jhgy@ yahoo. com. cn