

·综述·

## 强制性运动疗法的临床研究进展\*

何 婧<sup>1</sup> 朱玉连<sup>1</sup> 白玉龙<sup>1,2,3</sup>

强制性运动疗法(constraint-induced movement therapy, CIMIT)是目前临床上常用的新型康复治疗技术之一,其机制主要是建立在大脑功能重塑的基础上。CIMIT通过限制健侧肢体的运动,同时集中对患侧进行大量、重复的练习和日常生活相关的活动训练,并逐渐增加难度以达到恢复功能的目标。CIMIT可通过克服患肢的“习得性废用(learned non-use)”,来改善患者的日常生活活动,从而促进神经功能恢复。

### 1 起源

CIMIT最早起源于动物实验,早在1917年Ogden和Franz<sup>[1]</sup>就在猴子上进行了研究,他们损伤了猴子的锥体束并限制了其健侧肢体,发现其可以逐渐恢复患侧肢体的功能。

CIMIT真正开始提出则要追溯到上个世纪七十年代Taub等<sup>[2]</sup>对猴子去神经传入的研究。在Taub的研究中,猴子的一侧上肢去感觉神经传入,一开始不限制猴子的健侧肢体的时候,猴子并不会使用患侧肢体;接着研究者限制了猴子的健侧肢体,结果发现健侧肢体限制2周后猴子竟然开始使用它的患侧肢体,克服了患侧肢体的“习得性废用”,强制性运动的概念也便由此而来。

### 2 应用

强制性运动疗法是以克服“习得性废用”为理论基础,而“习得性废用”是神经系统疾病的常见表现,因此CIMIT应用的范围也较为广泛。

#### 2.1 周围神经疾病

根据Taub的实验,我们可以发现强制性运动疗法可运用于去神经传入相关疾病,临床上也有研究报道了CIMIT在臂丛神经损伤上的应用。Buesch等<sup>[3]</sup>对产后臂丛神经损伤患儿进行126h的CIMIT干预后,结果显示患儿的墨尔本单侧上肢评定(Melbourne assessment of unilateral upper limb)评分有较大改善,说明CIMIT能改善臂丛神经损伤后的肢体功能。

此外,CIMIT在手指张力障碍的治疗中也有所应用。早在1998年Berque等<sup>[4]</sup>就报道了CIMIT可应用于音乐家手指张

力障碍的治疗。这些音乐家经过CIMIT干预后,结果显示反应手指恢复情况的节拍器速率有明显改善,而这些患者在异常运动频率量表(frequency of abnormal movements scale)上的评分也有较大改善。

#### 2.2 中枢神经疾病

根据查阅文献所得,我们发现CIMIT在临床上不仅仅只涉及周围神经损伤,而其更多的是在中枢神经疾病中的应用。

**2.2.1 应用于帕金森疾病:**早在2005年已有研究者对CIMIT在帕金森患者中的应用进行了报道<sup>[5]</sup>,而最近又有新的文献报道了改良CIMIT对帕金森患者的疗效,根据Lee等<sup>[6]</sup>的报道,帕金森患者应用CIMIT后其上肢的精细及粗大运动功能均会有一定程度的提高。

**2.2.2 应用于成人脑卒中及其后遗症:**CIMIT在成人脑卒中的应用则显得较为成熟。Lin等<sup>[7]</sup>将脑卒中后患者随机分为强制性运动组和对照组,强制性运动组进行每天2h、每周5d、共维持3周的强制性运动训练,对照组则采用相同强度的常规康复训练。结果显示强制性运动组在功能独立性以及肢体运动功能上均优于对照组。

脑卒中后患者往往会遗留有不同程度的功能障碍,CIMIT在改善上肢运动功能障碍中有其独特的疗效。国内外有不少文献报道了其对上肢运动功能障碍的疗效<sup>[8-11]</sup>,目前也有不少研究者开展了CIMIT对下肢运动功能改善的研究,研究者们发现CIMIT对改善下肢的步态、平衡能力等均有一定的疗效<sup>[12-14]</sup>,同时对日常生活活动能力方面也起到了一定的改善作用<sup>[15]</sup>。

CIMIT除了对脑卒中后的偏身瘫痪有明显的改善作用,针对脑卒中其他后遗症如单侧忽略、失语等,CIMIT均已初见成效<sup>[16-18]</sup>。鞠晶昀等<sup>[19]</sup>报道了强制性运动疗法对脑卒中所致偏侧空间忽略的治疗作用,研究者通过Albert线段划消测验、Schenkenberg二等分线段测验、绘图测验等测试方法来评估患者的单侧忽略改善情况,结果显示与常规治疗方法相比强制性运动疗法可更好改善脑卒中所致偏侧空间忽略症状。在2001年,Pulvermüller等<sup>[20]</sup>将CIMIT在慢性失语症患者

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2013.03.021

\*基金项目:上海市自然科学基金面上项目(12ZR1404000);上海卫生局科研课题(2009-250);闸北区卫生重点项目(重点2011ZD07)

1 复旦大学附属华山医院康复医学科,上海,200040; 2 复旦大学附属华山医院永和分院康复医学科; 3 通讯作者

作者简介:何婧,女,硕士; 收稿日期:2012-06-29

中的应用情况进行了报道。研究者将慢性失语症患者随机分为强制性言语治疗组和常规言语治疗组,两组患者均进行为时30—35h的相应的言语治疗方案干预,共治疗10天,结果用亚琛失语症测验(aachen aphasia test, AAT)和交流活动量表(communitive activity log, CAL)进行评估,显示强制性言语治疗组在口语交谈能力、命名能力等方面明显高于常规言语治疗组<sup>[20]</sup>,可见强制性运动疗法在失语领域也已有一定成效。

**2.2.3 应用于小儿脑瘫:**CIMT在脑瘫患儿的应用中更显示出了其独特的优势。国内外研究都报道了CIMT能改善脑瘫患儿肢体的粗大运动和精细运动功能,也能改善患儿的日常生活活动能力及认知状态<sup>[21—22]</sup>,甚至有研究对患儿家属的压力状态做了评估<sup>[23]</sup>,结果显示应用CIMT的患儿家属的高压力状态较对照组更为短暂,并且在训练一段时间后可以消除。可见,CIMT在脑瘫患儿康复的研究中具有重要价值。而近些年,随着研究的深度和广度的不断增加,研究者们还发现当对脑瘫患儿进行CIMT时,在家里并由家人对其进行CIMT的限制和监督较患儿在诊所由治疗师对其进行CIMT的限制和监督,其后期的功能改善效果更佳<sup>[24]</sup>。

### 3 机制

强制性运动疗法的理论基础即为大脑可塑性,而大脑可塑性可以在多层面、多系统水平进行。从解剖学上讲<sup>[25]</sup>,大脑对肢体的运动是交叉支配,当患侧大脑受损时,健侧大脑活动就会加强,从而促进大脑的重组;大脑两侧半球间的联系,通过半球间联系可以使功能支配区转移,即由受损区向未受损的对侧大脑转移;残留部分有巨大代偿能力,通过训练可学会生来不具备的运动方式;通过训练可以使一个系统承担与其本身功能毫不相干的功能,即感觉替代研究,如盲人的手指尖两点感觉的阈值较明眼人低,但通过训练可以加强盲人的皮肤精细分辨能力,使触觉讯号直接映射到视觉皮质,从而提高了其两点感觉阈值<sup>[26]</sup>;周围完整神经功能的替代,1996年Nudo等<sup>[27]</sup>应用皮质内微刺激技术,可以精确地发现疾病发生后大脑皮质功能区的可塑性,即由梗塞灶周边脑组织形成的功能代偿,使精细活动如手指运动都可能有所恢复。而恢复期大脑可以通过潜伏通路和突触的启用、失神经过敏等从而出现可塑性。

而在CIMT中,大脑可塑性的主要表现之一则为皮质功能重组,在1998年,德国Jena大学的Liepert等<sup>[28]</sup>研究了脑卒中患者经CIMT前后的运动皮质重组情况,他们应用经颅磁刺激(transcranial magnetic stimulation, TMS)和运动诱发电位(motor evoked potential, MEP)测量患者治疗前后运动区的变化,结果发现在损伤灶周围,运动功能区发生了重塑现象。

研究者们普遍认为通过对患肢的训练可以增加患者皮

质的运动区中相应的支配面积,也可以增加其他皮质运动区的募集,从而发生功能重组。而通过近几年核磁共振、脑血流灌注断层显像等影像学技术的研究也均证明了CIMT干预后可使大脑皮质发生重组<sup>[29—31]</sup>。Sawaki等<sup>[32]</sup>采用了经颅磁刺激的方法,证明了应用强制性运动疗法后的患者,在运动患手和健手时对侧大脑较常规干预组有更明显的激活,而国内的相关研究也得出了相似的结论<sup>[33—36]</sup>。目前研究者还报道,CIMT干预后参加皮质功能重组的主要部分可能为对侧的初级感觉运动区(SM1)和同侧的小脑部分<sup>[37]</sup>,而Könönen等<sup>[38]</sup>报道了皮质脊髓束在CIMT干预中没有发挥功能重组作用。

CIMT已经广泛运用于神经系统疾病的康复治疗中,但其作用机制研究仍显得十分薄弱,仅维持在上述的一些影像学研究上,可见要探索出CIMT的真正的作用机制任重而道远。

### 4 问题与讨论

尽管国际上对CIMT的疗效的肯定已经趋向一致,但有关CIMT的一些问题仍存在一些争论。以下就从目前广为关注的几个问题上做一些阐述。

#### 4.1 CIMT和mCIMT

尽管CIMT疗效是肯定的,但是其训练强度很大,容易使人产生疲劳,而脑卒中后的患者往往年龄较大,这种训练强度对他们来说并不适宜,因此在临床应用上仍有不少患者及治疗师不愿意采用CIMT。并且CIMT主要强调了患者患侧上肢的单独运动,但却忽视了双上肢的协同作用。从而有研究者进一步提出了改良强制性运动疗法(modified constraint induced movement therapy, mCIMT)的概念,改良强制性运动疗法是在CIMT基础上根据患者的情况和耐受能力进行调整。mCIMT只选择适合患者的2—3个塑形动作,每次2h,每周3次,患肢限制3d/周,连续训练10周,除此之外的其他训练内容如进食、梳妆、洗漱、如厕、穿衣等都在日常生活中进行。

目前,国际上对mCIMT的接受更为广泛<sup>[39—41]</sup>,国内也做了不少有关CIMT和mCIMT的疗效对比研究<sup>[42—43]</sup>,比如刘永平等<sup>[44]</sup>对改良和传统强制性运动疗法对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能疗效进行了研究,结果显示改良强制性运动疗法在改善日常生活活动能力方面优于强制性运动疗法。可见,mCIMT可能更适合于脑卒中后的患者。

#### 4.2 CIMT和BIM

传统的观点认为CIMT主要包括2个方面:限制健侧肢体和强制性使用患侧肢体进行大量的、重复的、密集的训练。但是目前有研究者提出CIMT可以在不限制健侧肢体的条件下进行,也就是说限制健侧肢体并不是CIMT的必要措施,而其主要起效因素应为患肢的干预强度。因此Hayner等<sup>[45]</sup>做了相

关研究,她将符合纳入标准的12例脑卒中患者分为强制性运动组(CIMT)和双侧运动组(bimanual training, BIM),两组接受相同强度的训练,每天训练6h,一共治疗10天。然后在治疗前、治疗后、治疗后6个月时分别用Wolf运动功能试验(Wolf motor function test, WMFT)、加拿大作业活动测量表(Canadian occupational performance measure, COPM)进行评估,结果显示两组患侧上肢的功能均有所改善,但两组之间无明显差别。由此可见,干预强度的因素应该比限制活动更加重要。还有其他的研究也指出了强制性运动干预后患肢的恢复情况与相同运动量的双侧运动疗法没有区别<sup>[46]</sup>。

但是在2011年Wu等<sup>[47]</sup>在Hayner等<sup>[45]</sup>的实验基础上做了更进一步的研究,他们将纳入的66例患者随机分为强制性运动组(CIMT)、双侧运动组(BIM)和常规康复治疗组(CT)。前两组进行每天2h的训练,每周训练5天,一共训练3周。采用Wolf运动功能试验、运动活动记录表(motor activity log, MAL)在治疗前和治疗后进行评估。结果他们发现强制性运动组和双侧运动组在单手和双手的运动轨迹上均较常规康复治疗组更为平稳。同时双侧运动组在增加手部力量上有较多优势,而强制性运动组在增加手部运动功能以及增加患肢在日常生活中的应用有较多优势。可见,CIMT和BIM在改善肢体运动功能的疗效上各有千秋。

#### 4.3 CIMT训练强度

Hayner等<sup>[45]</sup>已提出CIMT的核心措施是训练强度,那是否是越高的运动强度就越好呢?为了探讨这个问题,Dromerick等<sup>[48]</sup>对不同强度的CIMT进行了研究,他将患者随机分为3组,即对照组、低强度干预组和高强度干预组。入选发病在28天之内的脑卒中患者进行2周的CIMT干预,之后用上肢动作研究量表(action research arm test, ARAT)来评估患者功能改善。结果发现高强度的CIMT改善患肢的情况反而不如低强度和对照组,但是Dromerick等的研究缺乏足够的样本量,仍需大样本的研究来论证这个观点。而为何高强度的CIMT在促进神经功能恢复上不如低强度和常规治疗组,这也是有待于进一步探讨的问题。

而最近又有文章对CIMT的具体训练强度进行了综述,文中指出CIMT训练强度在60—72h,>2周的情况下,主要可以改善患肢的灵活性;CIMT训练强度在20—56h,>2周或者训练强度为30h,>3周又或者训练强度为15—30h,训练>10周,像上述的三种训练强度才能增加患侧肢体远端的运动功能;而且只有训练强度为30h且训练时间>3周的训练强度下,患者的自理能力才能有所增加<sup>[49]</sup>。可见确定CIMT的训练参数也是十分重要的。

#### 4.4 CIMT介入时间

目前已有大量文献报道CIMT在脑卒中后急性期、亚急性期、恢复期均可以促进神经功能的恢复<sup>[50—53]</sup>,但也有研究

显示CIMT并不适合于脑卒中急性期患者的康复,并且大强度的运动甚至会使病情加重<sup>[54]</sup>。同时Kozlowski等<sup>[55]</sup>通过动物试验证实,早期过度训练患肢可导致神经损害加重和肢体功能恶化。恶化原因可能与限制健肢运动可使大脑皮质神经细胞黏附分子(neural cell adhesion molecule, NCAM)表达减少<sup>[56]</sup>,及梗死灶周围谷氨酸神经元过度兴奋,加重神经元的损伤<sup>[57]</sup>有关。有资料表明,脑梗死后1周内进行CIMT可能会加重神经功能损害,而2周后开始CIMT则相对安全<sup>[58]</sup>。

#### 4.5 CIMT疗效维持时间

CIMT可以改善脑卒中后患者的肢体功能,那其疗效又能维持多长时间呢?到目前为止国内外对这方面的研究仍十分缺乏,大部分的研究都将6个月作为随访时间,但6个月之后的疗效是否能继续维持,这仍值得深入探讨。Page等<sup>[59]</sup>曾报道CIMT的效用可以维持到3个月,而Wolf等<sup>[60]</sup>则报道CIMT的效用可以维持到2年,近年来又有文献报道了应用CIMT干预的一个病例,结果显示经过2周的CIMT干预,随访4—5年之后再进行评估,结果发现患者在WMFT、脑卒中影响量表(stroke impact scale, SIS)、MAL评分上都仍有改善<sup>[61]</sup>。但此研究只是个例报道,缺乏足够的样本量,因此有待于更多研究去探索CIMT的维持时间。

## 5 展望

强制性运动疗法是一个适合于多种疾病的新型治疗技术,其在中枢神经系统疾病的应用中较为成熟。国际上对CIMT疗效也已趋于一致,但其作用机制仍不十分明确,并且训练强度、介入时机以及疗效维持时间等问题都仍需进一步研究来验证。如何把CIMT有机地融入目前康复治疗体系中,以取得更好的康复治疗效果是今后临床和基础研究的发展趋势。

## 参考文献

- [1] Ogden R, Franz SI. On cerebral motor control: The recovery from experimentally produced hemiplegia[J]. Psychobiol, 1917, 1(1):33—49.
- [2] Taub E. Movement in nonhuman primates deprived of somatosensory feedback[J]. Exerc Sport Sci Rev, 1976, 4:335—374.
- [3] Buesch FE, Schlaepfer B, de Bruin ED, et al. Constraint-induced movement therapy for children with obstetric brachial plexus palsy: two single-case series[J]. Int J Rehabil Res, 2010, 33(2):187—192.
- [4] Berque P, Gray H, Harkness C, et al. A combination of constraint-induced therapy and motor control retraining in the treatment of focal hand dystonia in musicians[J]. Med Probl Perform Art, 2010, 25(4):149—161.
- [5] Tuite P, Anderson N, Konczak J. Constraint-induced move-

- ment therapy in Parkinson's disease[J]. *Mov Disord*,2005,20(7): 910—911.
- [6] Lee KS, Lee WH, Hwang S. Modified constraint-induced movement therapy improves fine and gross motor performance of the upper limb in Parkinson disease[J]. *Am J Phys Med Rehabil*,2011,90(5):380—386.
- [7] Lin KC, Wu CY, Liu JS, et al. Constraint-induced therapy versus dose-matched control intervention to improve motor ability, basic/extended daily functions, and quality of life in stroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*,2009,23(2):160—165.
- [8] Prager EM, Birkenmeier RL, Lang CE. Exploring expectations for upper-extremity motor treatment in people after stroke: a secondary analysis[J]. *Am J Occup Ther*,2011,65(4):437—444.
- [9] 魏小利,李永强,杨金锁,等. 强制性运动疗法对脑卒中患者上肢功能影响的临床研究[J]. *临床医学*,2012,32(2):35—37.
- [10] 郭天龙,秦大伟. 强制性运动疗法对脑卒中后上肢运动障碍的影响[J]. *中国康复理论与实践*,2010,16(4):370—371.
- [11] Ramachandran S, Thakur P. Upper extremity constraint-induced movement therapy in infantile hemiplegia[J]. *J Pediatr Neurosci*,2011,6(1):29—31.
- [12] 王文清,王艳忠,周启立,等. 强制性运动疗法对脑卒中偏瘫患者下肢康复价值的研究[J]. *中国实用内科杂志*,2011,31(6): 451—452.
- [13] Zipp GP, Winning S. Effects of constraint-induced movement therapy on gait, balance, and functional locomotor mobility [J]. *Pediatr Phys Ther*,2012,24(1):64—68.
- [14] 梁天佳,龙耀斌,曹锡忠. 改良强制性运动疗法治疗脑卒中后下肢运动功能障碍[J]. *中国康复*,2011,26(5):339—341.
- [15] 吴玉霞,王翔,蔡可书,等. 强制性运动改善偏瘫患者步行能力的疗效观察[J]. *中国康复医学杂志*,2011,26(8):766—767.
- [16] 史淑杰,朱红梅,刘昭君,等. 脑卒中后失语的强制性诱导治疗[J]. *中国康复*,2006,21(2):112.
- [17] Szaflarski JP, Ball A, Grether S, et al. Constraint-induced aphasia therapy stimulates language recovery in patients with chronic aphasia after ischemic stroke[J]. *Med Sci Monit*, 2008,14(5):R243—R250.
- [18] Punt TD, Riddoch MJ. Motor neglect: implications for movement and rehabilitation following stroke[J]. *Disabil Rehabil*, 2006,28(13—14):857—864.
- [19] 鞠晶昀,张芳芳,顾琦. 强制性运动疗法对脑卒中所致半侧空间忽略的治疗作用[J]. *交通医学*,2011,25(3):264—265.
- [20] Pulvermüller F, Neininger B, Elbert T, et al. Constraint-induced therapy of chronic aphasia after stroke[J]. *Stroke*,2001, 32(7):1621—1626.
- [21] Taub E, Griffin A, Uswatte G, et al. Treatment of congenital hemiparesis with pediatric constraint-induced movement therapy[J]. *J Child Neurol*,2011,26(9):1163—1173.
- [22] Aarts PB, Jongerius PH, Geerdink YA, et al. Modified Constraint-Induced Movement Therapy combined with Bimanual Training (mCIMT-BiT) in children with unilateral spastic cerebral palsy: how are improvements in arm-hand use established[J]? *Res Dev Disabil*,2011,32(1):271—279.
- [23] Lin KC, Wang TN, Wu CY, et al. Effects of home-based constraint-induced therapy versus dose-matched control intervention on functional outcomes and caregiver well-being in children with cerebral palsy[J]. *Res Dev Disabil*,2011,32(5): 1483—1491.
- [24] Rostami HR, Malamiri RA. Effect of treatment environment on modified constraint-induced movement therapy results in children with spastic hemiplegic cerebral palsy: a randomized controlled trial[J]. *Disabil Rehabil*,2012,34(1):40—44.
- [25] 周士枋. 脑卒中后大脑可塑性研究及康复进展[J]. *中华物理医学与康复杂志*,2002,24(7):437—439.
- [26] 石萍,邱意弘,朱贻盛,等. 人工视觉假体研究综述(II)——视皮质、视神经束、感觉替代假体的研究现状[J]. *生物医学工程学杂志*,2008,25(4):945—949.
- [27] Nudo RJ, Wise BM, Sifuentes F, et al. Neural substrates for the effects of rehabilitative training on motor recovery after ischemic infarct[J]. *Science*,1996,272(5269):1791—1794.
- [28] Liepert J, Miltner WH, Bauder H, et al. Motor cortex plasticity during constraint-induced movement therapy in stroke patients[J]. *Neurosci Lett*,1998,250(1):5—8.
- [29] Sutcliffe TL, Gaetz WC, Logan WJ, et al. Cortical reorganization after modified constraint-induced movement therapy in pediatric hemiplegic cerebral palsy[J]. *J Child Neurol*,2007,22 (11):1281—1287.
- [30] Lin KC, Chung HY, Wu CY, et al. Constraint-induced therapy versus control intervention in patients with stroke: a functional magnetic resonance imaging study[J]. *Am J Phys Med Rehabil*,2010,89(3):177—185.
- [31] 王刚,周林甫,徐莉. 强制性诱导运动治疗在脑卒中患者康复中的应用[J]. *中国疗养医学*,2010,18(10):187—188.
- [32] Sawaki L, Butler AJ, Leng X, et al. Constraint-induced movement therapy results in increased motor map area in subjects 3 to 9 months after stroke[J]. *Neurorehabil Neural Repair*,2008,22(5):505—513.
- [33] 温博,马林,瓮长水,等. 脑卒中患者强制性使用运动治疗的fMRI研究[J]. *中国康复理论与实践*,2008,14(4):366—367.
- [34] 戴险峰,穆丹梅,田旭玉,等. 皮层下脑卒中患者两种康复治疗的功能磁共振研究[J]. *海南医学院学报*,2010,16(7):923—928.
- [35] 戴险峰,穆丹梅,田旭玉,等. 皮层下卒中患者强制性使用运动疗法康复机制的功能磁共振研究[J]. *齐齐哈尔医学院学报*, 2010,31(8):1195—1197.
- [36] 毕胜,马林,瓮长水,等. 动态功能性磁共振成像在强制性使用

- 运动疗法治疗脑卒中上肢偏瘫中的应用研究[J]. 中国康复医学杂志,2003,18(12):719—723.
- [37] Murayama T, Numata K, Kawakami T, et al. Changes in the brain activation balance in motor-related areas after constraint-induced movement therapy; a longitudinal fMRI study [J]. Brain Inj,2011,25(11):1047—1057.
- [38] Kononen M, Tarkka IM, Niskanen E, et al. Functional MRI and motor behavioral changes obtained with constraint-induced movement therapy in chronic stroke[J]. Eur J Neurol, 2012,19(4):578—586.
- [39] McCall M, McEwen S, Colantonio A, et al. Modified constraint-induced movement therapy for elderly clients with subacute stroke[J]. Am J Occup Ther,2011,65(4):409—418.
- [40] Leung DP, Ng AK, Fong KN. Effect of small group treatment of the modified constraint induced movement therapy for clients with chronic stroke in a community setting[J]. Hum Mov Sci,2009,28(6):798—808.
- [41] Hoare BJ, Imms C, Rawicki HB, et al. Modified constraint-induced movement therapy or bimanual occupational therapy following injection of Botulinum toxin-A to improve bimanual performance in young children with hemiplegic cerebral palsy: a randomised controlled trial methods paper[J]. BMC Neurol,2010,10:58.
- [42] 梁天佳,龙耀斌,曹锡忠. 改良强制性运动疗法治疗脑卒中后下肢运动功能障碍[J]. 中国康复,2011,26(5):339—341.
- [43] 晁志军,朱振丽,葛志华,等. 两种不同类型强制性运动疗法改善脑卒中偏瘫患者上肢功能障碍的临床研究[J]. 山东医药, 2011,26(4):174—175.
- [44] 刘永平,王文清,程子辉,等. 改良和传统强制性运动疗法对脑卒中偏瘫患者上肢运动功能疗效的临床观察[J]. 临床和实验医学杂志,2011,10(6):404—406.
- [45] Hayner K, Gibson G, Giles GM. Comparison of constraint-induced movement therapy and bilateral treatment of equal intensity in people with chronic upper-extremity dysfunction after cerebrovascular accident[J]. Am J Occup Ther,2010,64(4): 528—539.
- [46] Gordon AM, Hung YC, Brandao M, et al. Bimanual training and constraint-induced movement therapy in children with hemiplegic cerebral palsy: a randomized trial[J]. Neurorehabil Neural Repair,2011,25(8):692—702.
- [47] Wu CY, Chuang LL, Lin KC, et al. Randomized trial of distributed constraint-induced therapy versus bilateral arm training for the rehabilitation of upper-limb motor control and function after stroke[J]. Neurorehabil Neural Repair,2011,25(2): 130—139.
- [48] Dromerick AW, Lang CE, Birkenmeier RL, et al. Very Early Constraint-Induced Movement during Stroke Rehabilitation (VECTORS): A single-center RCT[J]. Neurology,2009,73(3): 195—201.
- [49] Peurala SH, Kantanen MP, Sjogren T, et al. Effectiveness of constraint-induced movement therapy on activity and participation after stroke: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials[J]. Clin Rehabil,2012,26(3):209—223.
- [50] Wolf SL, Thompson PA, Winstein CJ, et al. The EXCITE stroke trial: comparing early and delayed constraint-induced movement therapy[J]. Stroke,2010,41(10):2309—2315.
- [51] 何龙文,沈光宇,沈敏,等. 强制运动疗法对脑卒中亚急性期上肢运动功能的影响[J]. 中国康复理论与实践,2011,17(2):165—167.
- [52] 屠建堂,张通,张媛菲,等. 脑梗死早期上肢强制性运动疗法的研究[J]. 中国康复理论与实践,2009,15(9):844—846.
- [53] 瓮长水,王军,潘小燕,等. 强制性使用运动疗法在亚急性期和慢性期脑卒中患者中的效力[J]. 中国康复医学杂志,2005,20 (11):806—809.
- [54] Humm JL, Kozlowski DA, James DC, et al. Use-dependent exacerbation of brain damage occurs during an early post-lesion vulnerable period[J]. Brain Res,1998,783(2):286—292.
- [55] Kozlowski DA, James DC, Schallert T. Use-dependent exaggeration of neuronal injury after unilateral sensorimotor cortex lesions[J]. J Neurosci,1996,16(15):4776—4786.
- [56] 槐雅萍,贾子善,张立军. 早期强制性使用对局灶性脑梗死大鼠大脑皮层神经细胞黏附因子表达的影响[J]. 中国康复医学杂志,2005,20(1):12—14.
- [57] Keyvani K, Schallert T. Plasticity-associated molecular and structural events in the injured brain[J]. J Neuropathol Exp Neurol,2002,61(10):831—840.
- [58] Leasure JL, Schallert T. Consequences of forced disuse of the impaired forelimb after unilateral cortical injury[J]. Behav Brain Res,2004,150(1—2):83—91.
- [59] Page SJ, Murray C, Hermann V. Affected upper-extremity movement ability is retained 3 months after modified constraint-induced therapy[J]. Am J Occup Ther,2011,65(5):589—593.
- [60] Wolf SL, Winstein CJ, Miller JP, et al. Retention of upper limb function in stroke survivors who have received constraint-induced movement therapy: the EXCITE randomised trial[J]. Lancet Neurol,2008,7(1):33—40.
- [61] Rowe VT, Blanton S, Wolf SL. Long-term follow-up after constraint-induced therapy: a case report of a chronic stroke survivor[J]. Am J Occup Ther,2009,63(3):317—322.