

电刺激定位肉毒素注射治疗肌痉挛的临床研究

陈庆梅, 孙海伟, 李莉, 张大伟, 杨卫新

【摘要】 目的:观察电刺激定位在肉毒素注射中的临床价值。方法:脑卒中后肌痉挛患者 45 例,按痉挛部位分组,肱二头肌组分为电刺激定位组 18 例(A1 组)采用电刺激定位法,徒手定位组 17 例(A2 组)采用徒手定位法,下肢组分为电刺激定位组 20 例(B1 组)及徒手定位组 20 例(B2 组)。注射前后采用改良 Ashworth 评级(MAS)及表面肌电积分值(IEMG)评价肌张力,测量被动关节活动度(PROM)评定肘、踝跖屈曲活动度;运动功能评定量表(FMA)、10m 步速评估下肢运动功能。结果:治疗后 2、4、8 及 12 周时,A1、A2 组 MAS 及 IEMG 评分均较治疗前呈逐渐下降趋势($P<0.05$),且 A1 组更低于 A2 组($P<0.05$);治疗后,A1、A2 组肘关节屈曲 PROM 及上肢 FMA 评分均较治疗前呈逐渐升高趋势($P<0.05$),且 A1 组肘关节屈曲 PROM 在治疗后 4、8 及 12 周时较 A2 组提高更显著($P<0.05$),A1 组上肢 FMA 在治疗后 8 及 12 周时较 A2 组提高更显著($P<0.05$)。治疗后 2、4、8 及 12 周时,B1、B2 组 MAS、IEMG 评分及 10m 步行时间均较治疗前呈逐渐下降趋势($P<0.05$),B1、B2 组下肢踝关节跖屈 PROM 及下肢 FMA 评分均较治疗前呈逐渐升高趋势($P<0.05$)且 B1 组下肢踝关节跖屈 PROM 在治疗后 2 周及下肢 FMA 在治疗后 12 周较 B2 组提高更显著($P<0.05$),余各项评分及时间点 2 组间比较差异无统计学意义。结论:肱二头肌采用电刺激定位肉毒素注射临床治疗肌痉挛的临床效果优于徒手定位;比目鱼肌、腓肠肌及胫后肌采用电刺激定位肉毒素注射临床治疗肌痉挛的临床效果与徒手定位比较,差异无统计学意义。

【关键词】 A 型肉毒毒素;电刺激定位;徒手定位

【中图分类号】 R49;R683.2 **【DOI】** 10.3870/zgkf.2014.06.014

Clinical research on location by electrical stimulation guidance for botulinum toxin injection in the treatment of muscle spasticity

Chen Qingmei, Sun Haiwei, Li Li, et al. Department of Rehabilitation Medicine, the First Affiliated Hospital of Soochow University, Suzhou 215006, China

【Abstract】 Objective: To observe the clinical value of electrical stimulation guidance for botulinum toxin injection. **Methods:** Forty-five stroke patients with spasm were selected. These patients were divided into the biceps brachii group and lower extremity groups according to the different spasm parts. The patients in the biceps brachii group were assigned into electrical stimulation subgroup(subgroup A1)($n=18$) subject to electrical stimulation directing injection, and manual palpation-guided subgroup(subgroup A2)($n=17$) to manual palpation-guided location. The patients in the lower extremity group were assigned into electrical stimulation subgroup(group B1)($n=20$) and manual palpation-guided subgroup(group B2)($n=20$). Modified Ashworth Scale(MAS), Integrated EMG(IEMG), Passive Range of Motion(PROM), Fugl-Meyer Motor Function Assessment(FMA) and speed of gait were applied before and after treatment. **Results:** In subgroups A1 and A2, the measurement indexes of MAS and IEMG showed a gradual decrease after treatment($P<0.05$), and the indexes in subgroup A1 were lower than in subgroup A2($P<0.05$). In subgroups A1 and A2, the measurement indexes of PROM and FMA showed a gradual increase after treatment($P<0.05$), and the PROM at the 4th, 8th and 12th week, and the FMA at the 8th and 12th week after treatment in subgroup A1 were increased significantly as compared with subgroup A2($P<0.05$). In subgroups B1 and B2, the measurement indexes of MAS, IEMG and speed of gait showed a gradual decrease after treatment($P<0.05$), and PROM and FMA showed a gradual increase after treatment($P<0.05$). As compared with subgroup B2, the PROM at the 2nd, and the FMA at the 12th week in subgroup B1 were increased significantly($P<0.05$). There was no statistically significant difference in the variations of measurement indexes during follow-up periods between two groups. **Conclusions:** In biceps brachii, electrical stimulation location guidance for botulinum toxin injection got more satisfactory clinical results than the manual palpation-guided in treatment of muscle spasticity; In gastrocnemius, soleus and posterior tibial muscle, the clinical effects of electrical stimulation positioning botox injections in the treatment of muscle spasticity showed

no statistically significant difference in comparison to manual palpation-guided location.

【Key words】 botulinum toxin type A; electrical stimulation location; manual palpation-guided location

收稿日期:2014-09-25

作者单位:苏州大学附属第一医院康复科,苏州 215006

作者简介:陈庆梅(1984-),女,医师,主要从事神经功能障碍的康复与研究。

通讯作者:杨卫新,weixinsuda@163.com

肌痉挛(muscle spasticity)是上运动神经元损伤后脊髓反射活动性增高并引起速度依赖性的牵张反射增强为特征的肌肉张力异常^[1],是脑卒中偏瘫患者常见的并发症之一^[2],一般表现为上肢屈曲异常运动模式(Vernicke-mann 姿势)^[3],下肢为伸展的异常运动模式^[4],如不积极的进行康复治疗可导致患肢永久性高肌张力、关节挛缩及异常的运动模式^[5],进而严重影响患者的生活质量^[6]。近几十年来 A 型肉毒毒素被广泛应用于临床抗痉挛的治疗,并逐渐成为治疗肌痉挛的首选药物^[7]。肉毒毒素注射定位技术的准确性是神经阻滞能否充分发挥作用的关键因素之一^[8]。本研究拟通过肌痉挛患者肌肉电刺激的研究,评估电刺激定位技术在肉毒毒素注射中的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料 2010年6月~2014年2月在我科住院的脑卒中后偏瘫的上肢及(或)下肢肢体痉挛患者45例,均符合全国第四届脑血管学术会议制定的诊断标准。45例脑卒中后肌痉挛患者中上、下肢同时痉挛患者30例,仅上肢痉挛患者5例,仅下肢痉挛患者10例。按照痉挛部位的不同分为肱二头肌组35例及下肢组40例,其中肱二头肌组随机分为电刺激定位组18例(A1组)和徒手定位组17例(A2组),下肢组随机分为电刺激定位组(B1组)和徒手定位组(B2组)各20例。①A1组,男11例,女7例,年龄(51.92 ± 8.73)岁;病程(127.54 ± 27.87)d。②A2组,男10例,女7例,年龄(51.33 ± 7.49)岁;病程(121.0 ± 31.30)d。③B1组,男13例,女7例,年龄(51.0 ± 10.49)岁;病程(125.0 ± 26.68)d。④B2组,男10例,女10例,年龄(51.33 ± 8.29)岁;病程(124.6 ± 21.3)d。4组患者在年龄、性别及病程上比较差异无统计学意义。

1.2 方法 4组患者均采用A型肉毒毒素制剂注射,100U/支。电刺激定位时电刺激仪选用SES波形,电刺激强度为0.2~0.4mv。A1组采用电刺激定位法,A2组采用徒手定位,B1组采用电刺激定位法,B2组采用徒手定位。①A1组,根据肱二头肌解剖体表投影区,在肱二头肌运动终板密集分布区取2点,即根据Amirali等^[9]学者的实验研究结果及中国肉毒毒素注射指南^[10],以鹰嘴至肩峰之间的垂直距离设为肱二头肌总长度,其运动终板密集分布的外侧点(对应肱二头肌的外侧头)定位为鹰嘴至肩峰垂直距离的25%,中点定位为垂直距离的39%,内侧点(对应肱二头肌的内侧头)定位为垂直距离的28%,外侧点与中点连线作为肱二头肌外侧头的运动终板分布区,将其平分为

两等分,在中点处取1点作为肉毒毒素注射的大致定位,内侧点与中点连线作为肱二头肌内侧头的运动终板分布区,肉毒毒素注射的大致定位方法同以上外侧头(见图1),并将这2点的位置用龙胆紫做标记,将刺激器阴极置于对侧拮抗肌上,以阳极刺激针在标记处穿刺后。反复探寻,直至以最小电流引起肌肉最大收缩的位置即是阻滞点,共选择2点,将电流调低为0.5mA以下进行注射,每点注射30U。②A2组,根据肌肉解剖体表投影区,将肱二头肌平分为4个象限,在内、外侧头两个象限的肌腹处(即体表触摸肌肉最丰隆处)各取1点,用龙胆紫做标记,作为肉毒毒素注射定位(见图2),采用23号针头,以60°夹角进针,共选择4点进行注射,每点注射15U。③A3组,患者下肢穿刺点根据体表解剖标志参照Parratte^[11]神经末梢密集分布图设定穿刺点。将股骨内、外侧髁及内外踝四个解剖标志作为参考点。以髁间线到踝间线的距离设为小腿长度(从内踝到胫骨平台的位置)的百分数作为参考线进行测量,将穿刺点确定在如下部位;a.腓肠肌,以小腿的长度(从内踝到胫骨平台的位置)的百分数。内外侧头各定两个穿刺点,75%、60%和70%、55%从后部进针(见图3);b.比目鱼肌,以小腿的长度的百分数分三个穿刺点80%、67%和45%从后部进针(见图4);c.胫后肌;以小腿的长度的百分数分3个穿刺点,70%、57%、40%从小腿内侧紧贴胫骨进针(见图5)。图中的灰色部分为神经末梢密集分布区^[12]。将刺激器阴极置于对侧拮抗肌上,以阳极刺激针在标记处穿刺后。反复探寻,直至以最小电流引起肌肉最大收缩的位置即是阻滞点,共选择10点,腓肠肌每点注射20U、比目鱼肌每点注射30U、胫后肌每点注射30U,共注射260U,将电流调低为0.5mA以下进行A型肉毒毒素注射。④A4组,腓肠肌内侧头、外侧头,比目鱼肌,胫后肌进针位置同上电刺激定位组(见图3~5)。采用23号针头,以60°夹角进针(胫后肌垂直进针),共选择10点,腓肠肌每点注射20U、比目鱼肌每点注射30U、胫后肌每点注射30U,共注射260U。实验过程详见图6。4组注射治疗后均进行康复训练,主要包括抗痉挛体位的摆放,包括患者在床上、轮椅、椅子上都要保持正确的体位;被动关节活动度的训练,患侧肢体全范围的被动关节活动;被动牵张训练,被动的、缓慢的长时间牵拉痉挛的肌群;手法按摩由远端向近端按摩瘫痪肢体或用空气压力机治疗;站立训练,可在电动起立床、站立架或平衡杠内进行站立训练,站立时患侧下肢可踩斜板,牵拉小腿三头肌群。每次40min,每日2次,每周治疗6d,共治疗3个月。

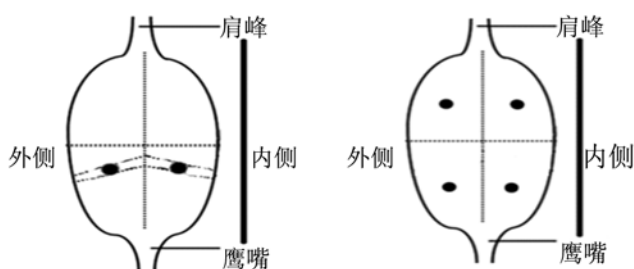


图1 肱二头肌运动终板带分布示意图,实心黑点为大致注射点

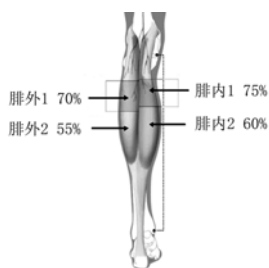


图3 腓肠肌穿刺部位

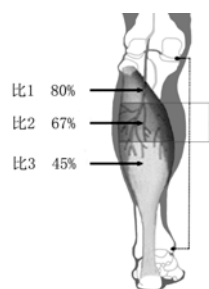


图4 比目鱼肌穿刺部位

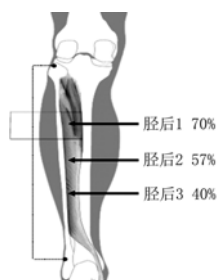


图5 胫后肌穿刺部位

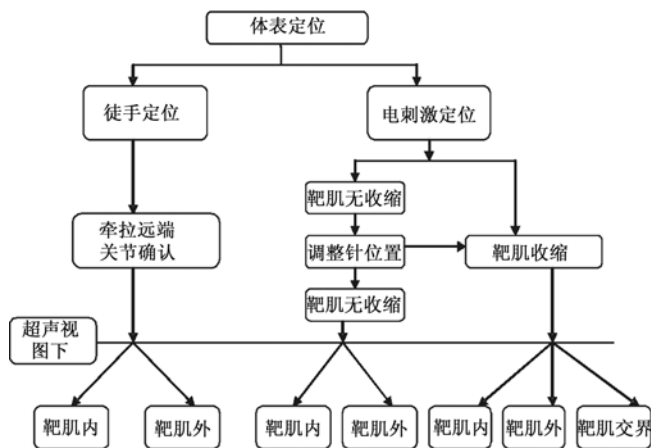


图6 人体定位研究流程图

1.3 检测指标 ①改良 Ashworth 量表(modified ashworth scale,MAS):按照肌张力的高低分为0级,无肌张力的增加;I级,肌张力轻微增加,受累部分被动屈伸时,在关节活动范围(Range of motion,ROM)之末出现突然卡住,然后释放或出现最小的阻力,记1分;I+级,肌张力轻度增加,进行被动屈伸时,在ROM的后50%范围内突然出现卡住,当继续ROM检查进行到底时,始终有小的阻力,记2分;II级,肌张力较明显增加,通过ROM的大部分时,阻力均较明显地增加,但受累部分仍能较容易地移动,记3分;III级,肌张力严重增高,进行PROM检查有困难,记4分;IV级,僵直,受累部分被动屈伸时呈现僵直状态,不能活动,记5分。②肌表面肌电积分值(Integrated EMG, IEMG)^[13]:采用 Flexcomp 表面肌电仪采集患者肱二头肌、腓肠肌、比目鱼肌及胫后肌的肌电信号,评估肌张力变化。并进行信号转换分析,最终以数字形式显示。③被动关节活动度(passive range of motion, PROM):测量肘关节及踝关节被动活动度(踝背屈),患者仰卧休息位,膝关节伸直,采用手动量角器测量踝关节背屈和外翻角度,踝关节中立位设为0°,背屈位设为正值,跖屈位设为负值。④10m 步行时间:患者步速为步行10m直线距离需要的时间(s),每次测3次,取平均值。⑤Fugl-Meyer 运动功能(Fugl-Meyer assessment,FMA):FMA法包括上肢(66分)和下肢(34分)的运动功能(总分100分)。

1.4 统计学方法 采用 SPSS 17.0 统计软件进行统计分析,计量资料以 $\bar{x} \pm s$ 表示,t 检验, $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

治疗后2、4、8及12周时,A1、A2组MAS及IEMG评分均较治疗前呈逐渐下降趋势($P < 0.05$),且A1组更低于A2组($P < 0.05$);治疗后,A1、A2组肘关节屈曲PROM及上肢FMA评分均较治疗前呈逐渐升高趋势($P < 0.05$),且A1组肘关节屈曲PROM在治疗后4、8及12周时较A2组提高更显著($P < 0.05$),A1组上肢FMA在治疗后8及12周时较A2组提高更显著($P < 0.05$)。见表1。

治疗后2、4、8及12周时,B1、B2组MAS、IEMG评分及10m步行时间均较治疗前呈逐渐下降趋势($P < 0.05$),B1、B2组下肢踝关节跖屈PROM及下肢FMA评分均较治疗前呈逐渐升高趋势($P < 0.05$),且B1组下肢踝关节跖屈PROM在治疗后2周及下肢FMA在治疗后12周较B2组提高更显著($P < 0.05$),余各项评分及时间点2组间比较差异无统计学意义。见表2。

表 1 A1、A2 组 MAS、IEMG、PROM 及 FMA 评分治疗前后各时间点比较

$\bar{x} \pm s$

组别	n	项目	治疗前	治疗后(周)			
				2	4	8	12
A1 组	18	MAS(分)	3.54±0.52	1.38±0.51 ^{ab}	1.62±0.51 ^{ab}	1.77±0.44 ^{ab}	1.92±0.28 ^{ab}
		IEMG(分)	79.57±18.80	19.70±5.90 ^{ab}	21.75±6.19 ^{ab}	25.71±5.95 ^{ab}	32.01±6.28 ^{ab}
		PROM(°)	63.73±15.18	99.67±15.77 ^a	112.67±12.94 ^{ab}	102.13±12.03 ^{ab}	89.00±8.49 ^{ab}
		FMA(分)	10.23±2.69	14.15±1.41 ^a	17.15±1.34 ^a	21.69±1.38 ^{ab}	23.15±1.28 ^{ab}
A2 组	17	MAS(分)	3.25±0.62	2.25±0.45 ^a	2.50±0.52 ^a	2.67±0.49 ^a	2.83±0.39 ^a
		IEMG(分)	77.65±18.48	37.93±4.95 ^a	47.50±9.96 ^a	48.98±5.52 ^a	49.84±10.68 ^a
		PROM(°)	62.33±16.78	91.67±15.77 ^a	101.00±15.14 ^a	91.07±13.46 ^a	82.33±9.04 ^a
		FMA(分)	11.17±3.04	16.50±1.24 ^a	18.00±1.75 ^a	20.33±1.44 ^a	21.25±0.97 ^a

与治疗前比较,^a $P<0.05$;与 A2 组比较,^b $P<0.05$

表 2 B1、B2 组 MAS、IEMG、PROM、10m 步行时间及 FMA 评分治疗前后各时间点比较

$\bar{x} \pm s$

组别	n	项目	治疗前	治疗后(周)			
				2	4	8	12
B1 组	20	MAS(分)	3.27±0.59	1.47±0.52 ^a	1.53±0.52 ^a	1.73±0.46 ^a	1.87±0.35 ^a
		IEMG(分)	77.65±18.48	27.93±4.95 ^a	38.98±5.52 ^a	47.50±9.96 ^a	49.84±10.68 ^a
		PROM(°)	-1.80±4.36	3.93±1.28 ^{ab}	5.00±1.07 ^a	4.33±1.05 ^a	3.20±0.86 ^a
		10m 步行时间(s)	42.07±4.82	28.20±2.78 ^a	13.27±4.11 ^a	12.00±2.90 ^a	9.27±2.76 ^a
		FMA(分)	22.07±3.03	25.47±3.09 ^a	26.93±2.69 ^a	27.80±2.46 ^a	28.87±2.17 ^{ab}
B2 组	20	MAS(分)	3.53±0.52	1.67±0.49 ^a	1.73±0.59 ^a	2.00±0.65 ^a	2.07±0.26 ^a
		IEMG(分)	76.82±18.48	30.97±7.38 ^a	39.29±4.75 ^a	50.98±7.99 ^a	54.73±7.01 ^a
		PROM(°)	-2.47±4.29	2.73±1.67 ^a	4.20±1.90 ^a	3.73±1.28 ^a	2.60±1.24 ^a
		10m 步行时间(s)	44.33±6.79	30.47±3.76 ^a	15.93±3.58 ^a	14.47±4.70 ^a	10.80±2.91 ^a
		FMA(分)	21.40±3.76	23.33±3.58	25.00±3.16 ^a	26.20±2.91 ^a	26.93±2.74 ^a

与治疗前比较,^a $P<0.05$;与 B1 组比较,^b $P<0.05$

3 讨论

本文研究资料显示,4 组患者在年龄、性别、病程等临床资料,以及肱二头肌、腓肠肌、比目鱼肌及胫后肌的 MAS、IEMG、PROM 及 FMA 等治疗前的评定结果差异无统计学意义,说明 4 组具有可比性,且肉毒毒素注射剂量、注射位点等组间差异无统计学意义,可排除肉毒毒素注射剂量和位点对结果的影响,也表明 2 组资料具有可比性,因此,2 组评定结果之间差异的显著性可以证明肉毒毒素靶肌肉注射的疗效与定位技术有关。本研究的结果显示,与治疗前比较,所有患者在治疗后 2、4、8 及 12 周,肌肉痉挛的改善程度、关节被动屈曲改善情况、10 米步速及患肢运动功能明显改善,说明两种定位方法下 A 型肉毒毒素注射结合康复训练治疗肌痉挛均具有良好的临床效果。本文研究发现临床肱二头肌采用电刺激定位较徒手定位注射方式能够更有效地缓解肌痉挛及改善患肢的肘关节被动活动度及运动功能。其机制为肱二头肌是典型的梭形肌,根据其胆碱酯酶染色的结果证实,在一定的范围内其运动点与其运动终板的定位十分接近^[14]。因此,从理论上讲肉毒毒素注射的定位如果选择在其运动终板解剖密集区内采用电刺激定位的方法可以使注射点接近于运动终板密集区,从而进一步提高注射定位的准确性及临床疗效。而采用徒手定位的方法通过徒手牵拉肌肉定位法可以定位

位置较表浅的肱二头肌,但是很难定位肱二头肌运动点,主要通过药物的弥散发挥作用,从而影响临床疗效。本文还发现临床腓肠肌、比目鱼肌及胫后肌,在这两种定位方式下进行肉毒素注射缓解肌痉挛的疗效比较无统计学差异。其机制可能为与肱二头肌为代表的长型肌结构不同,腓肠肌为双羽肌、比目鱼肌为多羽肌及胫后肌为单羽肌。根据胆碱酯酶染色的结果证实,其运动终板在腓肠肌内形成一个椭圆形的分布带^[15],比目鱼肌及胫后肌的运动终板则是弥散分布而不是密集于某一局部范围,如果对电刺激不敏感的部位不注射肉毒素,单纯注射电刺激敏感点,显然不合适。我们在超声波显像下观察发现,电刺激针移动 2~3mm,肌肉的收缩发生很大变化,从没有收缩到强力收缩,对于有弥散特点的肉毒素来说,过分强调敏感点的精确性没有太大意义,并且小腿三头肌及胫后肌的运动终板与运动点并不一致。因此,对于这类肌肉而言,将肉毒素注射在目标肌肉内^[16],而不是考虑哪个部位对电刺激更敏感。

超声波引导下注射是近年来发展起来新的定位方法,定位目标肌非常有优势,尤其是对一些解剖位置较深及要求精确、小剂量注射的肌肉。有学者通过比较电刺激定位和超声引导定位方法两种方式下,肉毒素治疗肌痉挛的临床疗效,发现前者的疗效不如后者^[17]。我们在临床操作中发现,通过超声显像,我们可以清晰的分辨比目鱼肌、胫后肌的位置和深度。并且,有作者认

为超声波操作繁琐需要两个人操作^[18],根据我们的经验,一个人操作是可行的,左手握超声探头,右手持针,非常简便迅速,避免了电刺激引起的疼痛反应,患者更易接受。同时使用电刺激可能更加完美。需要注意的是体表初步定位很重要,选择神经末梢密集区域和终板分布区进行适量多点穿刺能达到较为理想的结果。

另外,根据肉毒毒素的作用机制推断,在药效作用时间内可以有效的缓解肌痉挛症状,但不具有改善肢体功能的作用^[19]。本研究结果证明,与治疗前比较,所有患者在治疗后 2、4、8 及 12 周,肌肉痉挛的改善程度(MAS、IEMG)、关节被动屈曲改善情况(PROM)、10 米步速及患肢运动功能(FMA)明显改善。其患肢功能的改善充分说明,对患肢进行康复训练的作用也是不可忽视的。许多报道认为,A 型肉毒毒素的有效持续时间为 3~6 个月,在这有限的时间内安排康复训练非常重要^[20],因此,国内外多数学者认为,脑卒中后肌痉挛患者应尽早选择以运动疗法为主的物理治疗^[21],以便重新建立伸、屈肌的协调及控制能力,恢复运动功能和运动模式,从而改善患肢功能。

【参考文献】

- [1] Lance JW. What is spasticity[J]. *Lancet*, 1990, 335(8689): 606-621.
- [2] McGuire JR, Harvey RL. The prevention and management of complications after stroke[J]. *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 1999, 10(4):857-874.
- [3] Mayer NH, Esquenazi A, Childers MK. Common patterns of clinical motor dysfunction[J]. *Muscle Nerve Suppl*, 1997, 6(1):21-35.
- [4] 张淑云, 张通. 肉毒毒素治疗偏瘫后痉挛性足下垂及足内翻[J]. *国外医学脑血管疾病分册*, 2002, 10(4):264-267.
- [5] Traversa R, Cicinelli P, Bassi A, et al. Mapping of motor cortical reorganization after stroke. A brain stimulation study with focal magnetic pulses[J]. *Stroke*, 1997, 28(1):110-117.
- [6] Watkins CL, Leathley MJ, Gregson JM, et al. Prevalence of spasticity post stroke[J]. *Clin Rehabil*, 2002, 16(5): 515-522.
- [7] Simpson DM, Gracies JM, Yablon SA, et al. Botulinum neurotoxin versus tizanidine in upper limb spasticity: a placebo-controlled study[J]. *J Neurol Neurosurg Psychiatry*, 2009, 80(4):380-385.
- [8] Galvin J, Sakzewski. Botulinum toxin A in conjunction with occupation therapy reduces spasticity and improves upper limb function and goal attainment in children with cerebral palsy[J]. *Aust occup Ther J*, 2011, 58(2):132-133.
- [9] Amirali A, Mu L, Gracies JM, et al. Anatomical localization of motor endplate bands in the human biceps brachii[J]. *J Clin Neuromuscul Dis*, 2007, 9(2): 306-312.
- [10] 励建安, 朱晓军. 肉毒毒素治疗成人肢体肌痉挛中国指南(2010)[J]. *中国康复医学杂志*, 2010, 25(6):595-620.
- [11] Parratte B, Tatu L, Vuillier F, et al. Intramuscular distribution of nerves in the human triceps surae muscle: anatomical bases for treatment of spastic drop foot with botulinum toxin[J]. *Surg Radiol Anat*, 2002, 24(2):91-96.
- [12] Chin TY, Nattrass GR, Selber P, et al. Accuracy of intramuscular injection of botulinum toxin A in juvenile cerebral palsy: a comparison between manual needle placement and placement guided by electrical stimulation[J]. *J Pediatr Orthop*, 2005, 25(3):286-291.
- [13] 杨坚, 张颖. 表面肌电图在神经肌肉病损功能评估中的应用[J]. *中国临床康复*, 2004, 8(22):4580-4581.
- [14] Mayer NH, Whyte J, Wannstedt G, et al. Comparative impact of 2 botulinum toxin injection techniques for elbow flexor hypertonia[J]. *Arch Phys Med Rehabil*, 2008, 89(5):982-987.
- [15] Campenhout A, Molenaers G. Localization of the motor endplate zone in human skeletal muscles of the lower limb: anatomical guidelines for injection with botulinum toxin[J]. *Dev Med Child Neurol*, 2011, 53(2):108-119.
- [16] Ward AB. Spasticity treatment with botulinum toxins[J]. *J Neural Transm*, 2008, 115(4): 607-616.
- [17] Kwon JY, Hwang JH, Kim JS. Botulinum toxin A injection into calf muscles for treatment of spastic equinus in cerebral palsy: a controlled trial comparing sonography and electric stimulation-guided injection techniques: a preliminary report[J]. *Am J Phys Med Rehabil*, 2010, 89(4): 279-286.
- [18] 查月琴, 沈伟东, 杨卫新. 高频超声在正中神经检查和导向治疗中的应用[J]. *中华医学实践杂志*, 2006, 5(10): 1145-1146.
- [19] Bakheit AM, Thilman AF, Ward AB, et al. A randomized, double-blind, placebo-controlled, dose-ranging study to compare the efficacy and safety of three doses of botulinum toxin type A (Dysport) with placebo in upper limb spasticity after stroke[J]. *Stroke*, 2000, 31(10):2402-2406.
- [20] 梁惠英, 梁立文, 彭碧昌. 肉毒杆菌毒素肌肉注射疗法在小儿脑瘫康复训练中的应用[J]. *中华理疗杂志*, 1999, 22(4):208-211.
- [21] Krutulyte G, Kimtys A, Krisciūnas A. The effectiveness of physical therapy methods (Bobath and motor relearning program) in rehabilitation of stroke patients[J]. *Medicina (Kaunas)*, 2003, 39(9):889-895.