

- 能恢复的影响[J].中国康复理论与实践,2008,14(1):55—56.
- [17] 翁长水,王军,潘小燕,等.倒退步行平板训练对脑卒中患者下肢功能的影响[J].中华医学杂志,2006,86(37):2635—2638.
- [18] 马凤霞,陈广兰,姬红兰. Frenkel 体操训练法在脑卒中后共济障碍患者中的应用[J].齐鲁护理杂志,2009,15(15):24—25.
- [19] 陈新武. 脑卒中患者平衡功能障碍的综合训练 [J]. 中国康复, 2007,22(3):207.
- [20] Peterka RJ, Loughlin PJ. Dynamic regulation of sensorimotor integration in human postural control [J].Neurophysiol,2004,91(1):410—423.
- [21] 龙耀斌.简易旋转椅在脑卒中患者平衡训练中的运用[J].广西医科大学学报,2008,25(1):128—129.
- [22] Esparza DY, Archambault PS, Winstein CJ, et al. Hemispheric specialization in the co-ordination of arm and trunk movements during pointing in patients with unilateral brain damage [J].Exp Brain Res,2003,148(4):488—497.
- [23] Shumway-Cook A, Anson D, Haller S. Postural sway biofeedback: its effect on reestablishing stance stability in hemiplegic patients[J].Arch Phys Med Rehabil,1988,69(6):395—400.
- [24] Danilov YP, Tyler ME, Skinner KL, et al. Efficacy of electro-tactile vestibular substitution in patients with peripheral and central vestibular loss[J]. J Vestib Res,2007,17(2-3):119—130.
- [25] Srivastava A, Taly AB, Gupta A, et al. Post-stroke balance training: role of force platform with visual feedback technique [J].J Neurol Sci,2009,287(1-2):89—93.
- [26] Cheng PT, Wang CM, Chung CY, et al. Effects of visual feedback rhythmic weight-shift training on hemiplegic stroke patients[J].Clin Rehabil,2004,18(7):747—753.
- [27] 崔浩瀚,王玉龙,王玉珍,等.平衡仪反馈训练法和 Bobath 平衡训练法对偏瘫患者平衡和功能性行走能力的影响[J].中国康复医学杂志,2005,20(10):753—755.

· 综述 ·

脑电双频指数监测应用于脑瘫患儿的临床研究进展

李 密¹ 倪家骥^{1,2}

脑电双频指数(bispectral index, BIS)主要反映大脑皮质的电活动和麻醉中的镇静成分,用0(脑电静止)到100(完全清醒)分度表示镇静效果,能使医护人员对镇静深度做出迅速而明确的判断,是评估成人意识状态(包括镇静深度)敏感而准确的客观指标^[1-2]。BIS 监护仪自1996年10月被美国FDA批准上市以来,逐渐成为评价成人麻醉镇静深度的金标准^[3]。临床研究已证明BIS与异氟醚、七氟醚、地氟醚、丙泊酚等麻醉药物呈剂量依赖性相关,用于指导成人临床麻醉时具有减少药物用量、缩短苏醒时间、提高患者苏醒质量及满意度等优点^[4]。由于BIS值来源于成人脑电分析的结果,而小儿脑电波有明显的年龄特征,年龄愈小的小儿脑电图与成人脑电图差异愈大,因此BIS监测在小儿麻醉中应用的最大争议在于来自于成人脑电信息分析结果的BIS是否适用于小儿。BIS用于小儿的研究于1998年第一次见诸报道^[5]。Denman^[6]等的研究结果显示,0—12岁的小儿麻醉诱导前、麻醉中、苏醒时的BIS值与成人相同,随着麻醉加深BIS值下降,认为BIS也可以应用在婴儿和儿童。国内研究也认为^[7-8],BIS作为麻醉深度监护适用于小儿七氟醚麻醉,并能减少七氟醚用量和加快

麻醉后苏醒。这些研究显示,中枢神经系统没有异常的儿童应用BIS监测的结果与成人类似。由于BIS属于非创伤性监测技术,对患者的各项生理指标没有干扰,因此其适用于小儿的可行性已被证明^[9-11]。

脑性瘫痪是指一组持续存在的导致活动受限的运动和姿势发育障碍综合征,这种综合征是由于发育中的胎儿或婴儿脑部受到非进行性损伤而引起的。脑性瘫痪的运动障碍常伴随感觉、认知、交流、感知、行为等障碍,以及癫痫和继发性肌肉骨骼障碍^[12-13]。2001年流行病学调查报告显示,中国儿童脑瘫的患病率为1.92‰,按照每年中国有1600万新生儿出生计算^[14],每年新增脑瘫患儿在3万例以上^[15],这是一个庞大的群体,给个人、家庭和社会带来沉重的负担,因此脑瘫患儿的功能恢复已成为世界各国科研机构研究的热点和难点。脑瘫患儿经常需要在镇静或麻醉下完善必要检查或行外科手术矫正畸形,而大多数麻醉剂对中枢神经系统起抑制作用,多数脑瘫患儿的麻醉药物作用位点发生了改变,所以BIS用于这类患儿的监测仍有很多争议。近年来这一方面的研究有一些,综合分析BIS监测在脑瘫患儿的临床应用研究现

DOI:10.3969/j.issn.1001-1242.2011.02.031

1 首都医科大学附属宣武医院疼痛科,北京,100053; 2 通讯作者
作者简介:李密,女,主治医师; 收稿日期:2010-01-21

状。研究方向主要集中于以下几个方向。

1 清醒状态下脑瘫患儿与非脑瘫患儿 BIS 值的比较

脑瘫是大脑功能损伤而引起的瘫痪,其脑电活动肯定与大脑功能正常的患儿存在差异,尤其是伴有癫痫发作的,BIS 值来源于脑电活动,脑瘫患儿与正常患儿清醒状态下的 BIS 基础值是否同样存在差异,值得我们去研究。Costa 等^[16]2007 年的文献中研究了年龄在 4—16 岁的 188 例患儿,其中脑瘫患儿 75 例,包含了脑瘫的各种类型,没有中枢神经系统疾病的患儿 113 例。两组间年龄分布差异无显著性意义,脑瘫组患儿体重明显低于正常组。安静环境下,闭眼清醒状态下测量 BIS 值,当信号品质指数(signal quality index, SQI)>50% 时连续测量 10min,每 15s 记录一次,取平均值进行比较。结果显示脑瘫患儿与非脑瘫患儿清醒状态下的 BIS 基础值相似。随后他在 2009 年的文献中又研究了年龄在 4—18 岁的患儿 77 例^[17],其中脑瘫患儿 44 例,没有中枢神经系统和外周神经系统疾病的患儿 33 例。手术前一天,闭眼清醒状态下测量 BIS 值,方法同 2007 年,连续 10min,脑瘫组平均值为 95.24,对照组平均值为 96.38,两组间差异无显著性意义。Saricaoglu 等^[18]2005 年的文献中研究了 20 例脑瘫患儿与 20 例非脑瘫患儿,入手术室后未用术前药的情况下,BIS 值测得两组的基线差异无显著性意义。该研究中未说明受试者是否闭眼,两组间年龄、性别无显著性差异,脑瘫组患儿体重较正常组低。在 Costa 等的研究中脑瘫组为了包含脑瘫的各种类型,选择病例随机性差。但他们的结论是一致的,基本说明清醒状态下脑瘫患儿与正常患儿的 BIS 值相似。

2 术前用药对脑瘫患儿与非脑瘫患儿 BIS 值影响的比较

对脑瘫患儿的 BIS 研究,术前用药目前仅限于口服咪唑啉酮一种。Choudhry^[19]等对年龄在 2—14 岁的脑瘫患儿 20 例与正常患儿 21 例进行比较,所有患儿术前口服咪唑啉酮 0.5mg/kg 镇静 15min 后测得 BIS 值。脑瘫患儿的 BIS 均值低于正常患儿,且变异性较大。该研究中仅选择了非言语障碍的脑瘫患儿。Choudhry^[19]等认为,四肢痉挛型脑瘫患儿,肌张力高引起脑电图信号强,镇静前获得 BIS 值有很大困难,所以他们没有清醒状态下的基础值记录。Costa^[20]等 2006 年发表文章中,对年龄在 5—15 岁的脑瘫患儿 28 例与正常患儿 28 例进行比较,所有患儿术前口服咪唑啉酮 0.7mg/kg 镇静 40min,然后测得 BIS 值,脑瘫患儿的 BIS 均值为 86.9,正常患儿的均值为 93.1,两组间差异有显著性意义。2009 年 Costa^[17]等的研究中又对年龄在 4—18 岁的脑瘫患儿与正常患儿进行比较,所有患儿术前口服咪唑啉酮 0.6mg/kg 镇静 40min 后测 BIS 值,脑瘫患儿的 BIS 均值为 87.02,正常患儿的均值为 91.27,两组间差异有显著性意义,BIS 的变化模式差异无显著性意义。在 Costa 等^[17,20]的研究中为了包含脑瘫的各种类型

(从最轻型到严重型),选择病例随机性差。但他们的结论是一致的,说明口服咪唑啉酮后脑瘫患儿与正常患儿比较,BIS 值降低明显,但具体差值还没有相关的研究报道。其他术前用药对脑瘫患儿 BIS 值的影响还有待进一步研究。

3 麻醉药的镇静程度及药物浓度对脑瘫患儿与非脑瘫患儿 BIS 值变化影响的比较

2002 年 Choudhry 等^[19]对年龄在 2—14 岁的脑瘫患儿与正常患儿进行了比较,所有患儿术前口服咪唑啉酮 0.5mg/kg 镇静 15min 后,采用 8%七氟烷(七氟醚)合并 66%笑气 6L/min 行麻醉诱导,插管后维持呼气末七氟烷浓度在 1%,然后 3%,然后再 1%,观察不同阶段的 BIS 值。结果显示,BIS 值与呼气末七氟烷浓度的关系在脑瘫患儿与正常患儿间呈相同的趋势,但各阶段脑瘫患儿的 BIS 值均低于正常患儿且变异性较大。Saricaoglu^[18]等的研究中对脑瘫患儿 20 例与正常患儿 20 例进行了比较,所有患儿不用术前药,仅于术前 45min 局部涂 EMLA 膏(Lidocaine 2.5% and Prilocaine 2.5%),开放静脉通路,采用 40mg/min 的速度静推 Propofol 麻醉诱导,观察 BIS 值稳定于 35—45 时的 Propofol 用量。结果显示,脑瘫组 Propofol 诱导剂量 3.29±0.5mg/kg,低于正常组 3.6±0.9mg/kg,差异有显著性意义。Mello^[21]等的研究中对年龄在 3—18 岁的脑瘫患儿 12 例与正常患儿 12 例进行比较,所有患儿无术前药,全麻前行单纯硬膜外或臂丛阻滞,然后采用 8%七氟烷合并 60%笑气 3L/min 行麻醉诱导和维持,插管后分别维持呼气末七氟烷浓度在 1.2%、2.5%,呼气末 CO₂ 维持在 30—50mmHg,观察不同阶段的 BIS 值。结果显示,随着呼气末七氟烷浓度的增加,两组 BIS 均值均降低。七氟烷浓度在 2.5% 时,脑瘫组 BIS 值低于对照组,差异有显著性意义。七氟烷浓度在 1.2% 时,脑瘫组 BIS 值也低于对照组,差异无显著性意义。有研究表明^[22-23],硬膜外麻醉可能具有镇静作用,而 BIS 与镇静有关,该项研究没有排除局部或硬膜外麻醉对 BIS 的可能干扰作用,且病例选择少,其结论可信度不高,说服力不强。总的来看,在相同浓度的 Propofol 与七氟烷麻醉时,脑瘫患儿较正常患儿 BIS 值低,脑瘫患儿麻醉时 Propofol 与七氟烷需要量低于正常患儿,其差值还有待进一步研究证明。以上对照研究中均没有考虑不同术式对 BIS 的干扰作用。

4 全麻恢复过程中脑瘫患儿与非脑瘫患儿 BIS 变化的比较

目前仅查到一篇文献报道,Costa 等^[20]2006 年的研究中,对年龄在 5—15 岁的脑瘫患儿 28 例与正常患儿 28 例进行比较,所有患儿术前口服咪唑啉酮 0.7mg/kg 镇静 40min 后,采用七氟烷合并 50%笑气行麻醉诱导,行气管插管,然后侧卧位,用罗哌卡因做硬膜外阻滞,七氟醚合并 50%笑气行麻醉维持。观察手术结束时,麻醉药停药后每分钟的 BIS 值及拔管时间,进行比较。该研究中采用了 Saraiva RA—

临床麻醉苏醒分级,结果显示,在麻醉剂停药后,脑瘫组患儿 BIS 值恢复至基线水平的速度比对照组慢,差异有显著性意义。两组离开恢复室的时间差异无显著性意义。这一研究同样没有考虑硬膜外阻滞镇静作用的干扰,也没有考虑麻醉时间的差异对苏醒的干扰作用。

5 不同类型脑瘫患儿在麻醉药作用下 BIS 变化的比较

Choudhry^[19]等 2002 年发表文章中指出,癫痫及服用各种抗癫痫药对脑瘫患儿 BIS 值的影响意义还未知。Sarıcaoglu 等^[12]2005 年指出,用 Propofol 诱导过程中,脑瘫患儿伴有或不伴有癫痫及服用或不服用各种抗癫痫药对脑瘫患儿 BIS 值的影响不明显。但他们的研究中病例很少,说服力不够强。Costa 等^[17]2009 年发表的文章中对脑瘫组依据运动障碍程度细分为 5 个亚组(单瘫、偏瘫、两侧瘫、三瘫、四肢瘫)进行组间比较,在口服咪达唑仑 0.7mg/kg 观察 40min 前后 BIS 值的改变趋势没有差异,即各亚组在口服咪达唑仑后 BIS 值的减低程度上没有优势。总的来说,这方向的研究还很少,因此阳性差异还未被发现。

6 国内麻醉学领域对 BIS 应用于脑瘫患儿的研究

国内仅查到一篇相关文献^[24],为探讨最佳麻醉深度,对年龄在 7—17 岁的 30 例择期行选择性脊神经后根切断手术的脑瘫患儿进行观察研究。随机分为 3 组,A 组 10 例,术中 BIS 值维持在 60—70;B 组 10 例,BIS 值维持在 50—59;C 组 10 例,BIS 值维持在 40—49。观察 3 组患者在电刺激 L2 后根时运动阈值、体动反应;同期记录电刺激 L2 后根 2min 内 BIS 的最大值(BIS max)及肌电信号值(electromyography, EMG);记录电刺激 L2 前后的平均动脉压(mean aortic pressure, MAP)及心率(heart rate, HR),记录肌松剂的停药时间和电刺激开始至缝硬膜的手术时间。结果显示:①运动阈值:A、B 两组分别为(0.17±0.05)mA、(0.21±0.14)mA,均低于 C 组的(0.78±0.25)mA, $P<0.01$;②MAP 及 HR:A 组在电刺激后与刺激前比较显著升高($P<0.01$),并显著高于 B、C 两组;③体动反应:BIS 值维持在 60—70 时体动反应发生率为 60%,BIS 值维持在 40—59 时水平体动反应发生率为 10%,两组比较差异有显著性意义($P<0.01$);④A 组 BISmax 为 76.29±8.46;⑤3 组患者术后 24h 随访均无术中知晓发生。结论:在选择性脊神经后根切断术中,当麻醉深度维持于 50—59 时,运动阈值适当,体动反应较小,对循环影响小,且无术中知晓发生,可以最佳程度配合手术。此研究中样本个体间麻醉方法一致,但用药种类多,剂量也不统一,干扰因素多。目前还没有关于芬太尼、维库溴铵、依托咪酯等药物对脑瘫患儿麻醉中 BIS 的研究报道,但镇痛药及肌松剂确是直接影响其观察指标电刺激 L2 后根时运动阈值、体动反应的。此项研究中并没有把镇痛药和肌松剂用量作组间比较,且缺乏正常组对照,结论的意义

不明确。另外,此研究使用肌松剂后仅单纯以停药时间高于 90%肌颤恢复时间 30min 这一指标来确定肌松剂的作用消退,是不科学的。众所周知,肌松剂的个体差异很大,BIS 值在一定程度上,可以反映麻醉深度,但麻醉中不能完全依赖它来指导,更应从多种因素综合考虑。

7 国内神经外科领域对 BIS 应用于脑瘫患儿的研究

国内一篇文献中^[25],观察了自 2004 年 6 月至 2006 年 8 月痉挛型脑瘫患者,男 16 例、女 11 例,年龄 4—20 岁。进行选择脊神经后根切断术,术中采用手持式刺激电极对后根小束进行刺激,利用 BIS 指数监测麻醉深度,术中分别记录麻醉前清醒状态时 BIS 值;麻醉稳定后椎板切除时 BIS 值;打开硬膜后对脊神经后根小束进行电刺激时 BIS 值;电刺激结束后关切口时 BIS 值;同时在电刺激阶段,按照 BIS 值的高低观察同期脉搏和 MAP 变化。结果发现,最佳麻醉深度:清醒时 BIS 值为 95—100。手术中脊神经电刺激阶段,当 BIS 值<60 时,所需的电刺激通常在(2.2±0.37)mA,不易诱发电刺激反应,且刺激后 MAP 和脉搏变化明显;当 BIS 值为 60—70 及 70—80 时,所需电刺激强度通常在(1.1±0.1)mA 及(0.6±0.3)mA,易诱发电刺激反应,且刺激后 MAP 和脉搏变化不明显;当 BIS 值>80 时,所需电刺激强度通常在(0.4±0.2)mA,电刺激反应十分强烈,不利于手术操作及对患者的保护。认为 BIS 指数监测对控制麻醉深度,维持麻醉平稳具有重要作用,可节约手术时间,减少与麻醉有关的并发症。

8 小结

BIS 的特点:①它来源于双额脑电图的记录,并计算脑电图的双谱和能量谱参数,再与临床资料进行相关分析,使用多因素回归模型将每个特性参数,针对达到临床麻醉目标的相对作用去掉对手术刺激反应价值小或无价值的参数,选择预见性较好的一些参数,最后转换为线性数字化指数^[26]。用 0—100 分度表示,通常认为 80—100 为清醒状态;60—79 为浅麻醉状态;40—59 为临床麻醉状态;低于 40 为深麻醉状态。②BIS 主要反映大脑皮质的兴奋或抑制状态,BIS 值的大小与镇静、意识、记忆高度相关,不仅与正常生理睡眠密切相关,还能很好地监测麻醉深度中的镇静成分,而对镇痛成分监测不敏感。它与主要抑制大脑皮质的麻醉药如硫喷妥钠、丙泊酚、依托咪酯、咪达唑仑和吸入麻醉药等的镇静或麻醉深度有非常好的相关性,但对氯胺酮、吗啡类镇痛药、异氟烷和笑气相关性小。③BIS 对年龄较大(>2 岁)的小儿与七氟烷、丙泊酚的浓度及镇静评分有较好的相关性^[27]。因此,BIS 用于麻醉深度监测的临床价值与麻醉方法和麻醉用药密切相关。BIS 监测的优点是保持并量化了原始脑电的非线性关系,因而能更好地保留原始脑电的功能信息,观测简单,使用方便。

在临床使用中 BIS 还存在一些明显的不足:①在静脉复合麻醉和体外循环的低温状态下, BIS 与麻醉深度不一致^[28]。②BIS 的计算速度慢(需 30—60s),尚不能做到实时监测。③对不同的药物、个体和种族差异性较大。④艾司洛尔和肾上腺素可使 BIS 提高,不同剂量的常用药物联合使用没有动作反应时, BIS 也不能起预测作用。⑤容易受到电刀的干扰。

有关 BIS 监测在脑瘫患儿的临床应用的研究还很有限,研究方案设计不规范,结论的可信度不高。尤其是国内的研究,实验设计时关于 BIS 特点考虑的不周全,其结论的指导意义不大。未来发展方向可能有以下几点:①BIS 在较大的脑瘫患儿与麻醉药物浓度及镇静深度相关性正常患儿相似,但所研究的药物较单一,尚需进一步研究其他药物与脑瘫患儿 BIS 的关系。②对于癫痫及服用各种抗癫痫药对脑瘫患儿 BIS 的影响尚属未知,需要深入研究。③确定 BIS 监测脑瘫患儿在各年龄段的有效性后,才能实施于临床应用及进一步研究各种复杂因素(如复合用药或区域阻滞等)对脑瘫患儿 BIS 的影响。

参考文献

- [1] Johansen JW, Sebel PS. Development and clinical application of electroencephalographic bispectrum monitoring[J]. *Anesthesiology*, 2000, 93(5):1336—1344.
- [2] Rampil IJ. A primer for EEG signal processing in anesthesia[J]. *Anesthesiology*, 1998, 89(4):980—1002.
- [3] March PA, Muir WW. Bispectral analysis of the electroencephalogram: a review of its development and use in anesthesia [J]. *Veterinary Anaesthesia and Analgesia*, 2005, 32(5):241—255.
- [4] Gan TJ, Glass PS, Windsor A, et al. Bispectral index monitoring allows faster emergence and improved recovery from propofol, alfentanil, and nitrous oxide anesthesia. BIS Utility Study Group[J]. *Anesthesiology*, 1997, 87(4):808—815.
- [5] Rampil IJ, Kim JS, Lenhardt R, et al. Bispectral EEG index during nitrous oxide administration [J]. *Anesthesiology*, 1998, 89(3):671—677.
- [6] Denman WT, Swanson EL, Rosow D, et al. Pediatric evaluation of the bispectral index(BIS) monitor and correlation of BIS with end-tidal sevoflurane concentration in infants and children[J]. *Anesth Analg*, 2000, 90(4):872—877.
- [7] 金泉英,李士通. BIS 用于指导小儿七氟醚麻醉用药的临床观察[J]. *临床麻醉学杂志*, 2009, 25(9):752—754.
- [8] 潘守东,马旭波,李海林,等.脑电双频指数用于婴儿七氟醚麻醉深度监测[J]. *临床麻醉学杂志*, 2009, 25(2):106—108.
- [9] Sadhasivam S, Ganesh A, Robison A, et al. Validation of the bispectral index monitor for measuring the depth of sedation in children[J]. *Anesth Analg*, 2006, 102(2):383—388.
- [10] Jeleazcov C, Ihmsen H, Schmidt J, et al. Pharmacodynamic modelling of the bispectral index response to propofol-based anaesthesia during general surgery in children[J]. *Br J Anaesth*, 2008, 100(4):509—516.
- [11] Whyte SD, Booker PD. Bispectral index during isoflurane anesthesia in pediatric patients [J]. *Anesth Analg*, 2004, 98(6):1644—1649.
- [12] 史惟,杨红,施炳培,等.国内外脑性瘫痪定义、临床分型及功能分级新进展[J]. *中国康复理论与实践*, 2009, 15(9):801—803.
- [13] Rosenbaum P, Paneth N, Leviton A, et al. A report: the definition and classification of cerebral palsy April 2006 [J]. *Dev Med Child Neurol Suppl*, 2007, 109:8—11.
- [14] 中华人民共和国国家统计局. 2007 年国民经济和社会发展统计公报 [OL]. http://www.stats.gov.cn/tjgb/ndtjgb/qgndtjgb/t20080228_402464933.htm
- [15] 史惟,杨红,王素娟,等.脑瘫登记管理[J]. *中国康复理论与实践*, 2009, 15(11):1025—1028.
- [16] Costa VV, Torres RV, Arci EC, et al. Comparison of the bispectral index in awake patients with cerebral palsy[J]. *Rev Bras Anesthesiol*, 2007, 57(4):382—390.
- [17] da Costa VV, Torres RV, Arci EC, et al. Oral midazolam as pre-anesthetic medication in children and teenagers with cerebral palsy. A comparative study on the variations of the bispectral index[J]. *Rev Bras Anesthesiol*, 2009, 59(1):28—36.
- [18] Saricaoglu F, Celebi N, Celik M, et al. The evaluation of propofol dosage for anesthesia induction in children with cerebral palsy with bispectral index (BIS) monitoring[J]. *Paediatr Anaesth*, 2005, 15(12):1048—1052.
- [19] Choudhry DK, Brenn BR. Bispectral index monitoring: a comparison between normal children and children with quadriplegic cerebral palsy [J]. *Anesth Analg*, 2002, 95(6):1582—1585.
- [20] Costa VV, Saraiva RA, Duarte LT. Regression of general anesthesia in patients with cerebral palsy: a comparative study using the bispectral index[J]. *Rev Bras Anesthesiol*, 2006, 56(5):431—442.
- [21] Mello SS, Saraiva RA. Electroneurophysiological changes in anesthesia with sevoflurane: comparative study between healthy and cerebral palsy patients [J]. *Rev Bras Anesthesiol*, 2003, 53(2):150—159.
- [22] Weiss N, North RB, Ohara S, et al. Attenuation of cerebellar tremor with implantation of an intrathecal baclofen pump: the role of gamma-aminobutyric acidergic pathways. Case report. [J]. *J Neurosurg*, 2003, 99(4):768—771.
- [23] Maneuf YP, Gonzalez MI, Sutton KS, et al. Cellular and molecular action of the putative GABA-mimetic, gabapentin[J]. *Cell Mol Life Sci*, 2003, 60(4):742—750.
- [24] 刘清海,田肇隆,薛纪秀,等.脑电双频指数调控麻醉深度在选择性脊神经后根切断手术中的应用 [J]. *中国医师进修杂志*, 2009, 30(9):6—8.
- [25] 马凯,李勇杰,庄平,等.术中电生理监测在选择性脊神经后根切断术治疗痉挛型脑瘫中的应用[J]. *中华神经外科杂志*, 2007, 23(12):894—896.
- [26] Vivien B, Paqueron X, Le Cosquer P, et al. Detection of brain death onset using the bispectral index in severely comatose patients[J]. *Intensive Care Med*, 2002, 28(4):419—425.
- [27] Denman WT, Rosow D, Ezbicki K, et al. Correlation of bispectral index with end-tidal sevoflurane concentrations in infants and children[J]. *Anesth Analg*, 2000, 90(4):872—877.
- [28] Guignard B, Chauvin M. Bispectral index increases and decreases are not always signs of inadequate anesthesia[J]. *Anesthesiology*, 2000, 92(3):903.