

## 多导定量分析振幅整合脑电图在脑损伤儿童的临床应用

邓松清<sup>1</sup>, 喻韬<sup>2</sup>, 毛萌<sup>2</sup>, 罗蓉<sup>2</sup>

(1. 中山大学附属第一医院妇产科, 广东 广州 510080; 2. 四川大学华西第二医院儿科, 四川 成都 610041)

**摘要:**【目的】探讨脑损伤儿童振幅整合脑电图(aEEG)改变以及与神经系统早期预后的关系。【方法】采用16导联的aEEG监测模式对100例脑损伤患儿(脑损伤组)及100例正常儿童(对照组)进行监测。对两组儿童不同年龄段额、中央、顶、颞区的波谱进行比较,比较脑损伤组儿童急性期及1周后aEEG特点,分析脑损伤儿童的aEEG特点。同时随访记录3个月后脑损伤组儿童脑功能等级评分(PCPC),并评价脑损伤儿童aEEG的变化与PCPC评分的相关性。【结果】2-12月正常婴儿与异常婴儿下边界电压相比额区、颞区明显增高( $P<0.05$ );带宽的比较,额区、中央区、颞区脑损伤婴儿较正常婴儿明显降低( $P<0.05$ )。13-35月的脑损伤儿童与正常对照组aEEG比较表明:所有导联的上边界及下边界电压均较正常组明显增高( $P<0.05$ )。36-71月脑损伤儿童与正常儿童下边界电压相比额区、中央区、顶区、颞区明显增高( $P<0.05$ );上边界的比较中仅额区、顶区差异具有统计学意义( $P<0.05$ )。72-155月脑损伤儿童与正常儿童下边界电压相比额区、中央区、顶区、颞区明显增高( $P<0.05$ );上边界的比较中仅额区、中央区、顶区差异具有统计学意义( $P<0.05$ );带宽比较额区、顶区两组间比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。156-216月脑损伤儿童与正常儿童下边界电压相比额区、中央区、顶区、颞区明显增高( $P<0.05$ );上边界的比较中额区、中央区、顶区、颞区明显增高( $P<0.05$ );带宽比较仅额区两组间比较差异有统计学意义( $P<0.05$ )。脑损伤患儿3个月后的PCPC评分与患儿aEEG进行相关分析表明顶区上边界、下边界存在相关性,相关系数分别为0.222,0.219。【结论】脑损伤儿童的各导联下边界电压发生改变,脑损伤患儿早期顶区aEEG定量值可用于预测患儿的近期预后。

**关键词:**多导定量分析;振幅整合脑电图;脑损伤;儿童

中图分类号: R72 文献标志码: A 文章编号: 1672-3554(2017)06-0894-06

### Clinical Application of Multi-Channel Quantitative Amplitude-Integrated Electroencephalography in Children with Brain Injury

DENG Song-qing<sup>1</sup>, YU Tao<sup>2</sup>, MAO Meng<sup>2</sup>, LUO Rong<sup>2</sup>

(1. Department of Obstetrics and Gynecology, The First Affiliated Hospital, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510080, China;

2. Department of Pediatrics, West China Second Hospital, Sichuan University, Chengdu 610041, China)

Corresponding to: LUO Rong, E-mail: liuhengru@yahoo.com.cn

**Abstract:** 【Objective】 To study the change of amplitude-integrated electroencephalography (aEEG) and the relationship with neurological prognosis in children with brain injury. 【Methods】 This study included 100 brain injured children, 100 normal children as the control group. Quantitative aEEG in frontal, temporal, parietal and central lobe were compared. The aEEG in brain injured children were reexamined after 1 week. The follow-up was observed after 3 months and pediatric cerebral performance category score (PCPC) was recorded for each patient. 【Results】 The 2-12 months group frontal and temporal lower margin amplitude were significantly increased,  $P<0.05$ , bandwidth in frontal, temporal and central channels were significantly decreased,  $P<0.05$ . In 13-35 months group all lower and upper margin amplitudes were significantly higher in brain injury group than normal control group,  $P<0.05$ . In 36-71 months group, frontal, temporal, parietal and central lower margin amplitude were significantly increased,  $P<0.05$ . However, only upper margin amplitude in frontal and parietal lobe were significantly different,  $P<0.05$ . In 72-155 months group, the lower margin amplitude of frontal, central, parietal and temporal channels were significantly increased,  $P<0.05$ ; the upper margin amplitude of frontal, central, parietal channels were significantly different,  $P<0.05$ ; the bandwidth were significantly different in fron-

收稿日期: 2017-07-10

作者简介: 邓松清, 博士, 医师, E-mail: aadengsongqing@126.com; 罗蓉, 通信作者, 教授, 硕士研究生导师, E-mail: 1109329811@qq.com

tal and parietal channels,  $P<0.05$ . In 156–216 months group, the lower and upper margin amplitude of frontal, central, parietal and temporal channels were significantly increased,  $P<0.05$ ; the bandwidth were significantly different in frontal channel,  $P<0.05$ . Correlation analysis shows that the PCPC after 3 months was significantly correlated to upper and lower voltage of parietal channels,  $r=0.222$ ,  $0.219$ , respectively. 【Conclusion】 The lower margin amplitude in brain injured children were changed, and the early aEEG of parietal channel have predict value for early prognosis.

**Key words:** multi-channel quantitative analysis; amplitude-integrated electroencephalography; brain injury; children

[J SUN Yat-sen Univ (Med Sci), 2017, 38(6):894–899]

脑损伤包括外伤性和非外伤性,能导致短暂或持久性的认知、精神以及躯体的功能异常<sup>[1]</sup>。儿童多种疾病能导致非外伤性脑损伤,如颅内感染、炎性白质脑病、中毒性脑病、癫痫持续状态等。其中颅内感染最为常见,对它的早期诊断、治疗能避免远期的神经系统后遗症<sup>[2]</sup>,尤其是对于小年龄组儿童<sup>[3]</sup>。颅内感染的致病菌包括细菌、病毒、真菌以及寄生虫感染等<sup>[4]</sup>。癫痫持续状态如未经及时控制,可能导致脑神经元代谢的改变,影响脑功能,甚至发生死亡<sup>[5]</sup>。因此对上述疾病所致脑损伤的早期诊断和治疗,发现可逆状态的脑功能损伤,改善患者的远期预后,是临床工作的重点。振幅整合脑电图(amplitude-integrated electroencephalography, aEEG)是在常规脑电图(conventional electroencephalography, cEEG)的基础上发展起来的一种新型脑功能监测技术,其仪器又叫做脑功能监护仪(cerebral function monitor, CFM),及时反映脑功能的一种检测手段。aEEG是一种单通道(或任意双通道)、时间压缩的脑电图监测,作为一种简便有效的脑功能评估方法,已广泛应用于新生儿脑功能评估<sup>[6-7]</sup>。aEEG监测已应用于新生儿脑功能监测,可对缺氧缺血性脑病(hypoxic-ischemic encephalopathy, HIE),颅内出血、窒息等造成的脑损伤进行早期诊断<sup>[8]</sup>,并能通过持续aEEG监测指导临床用药以及预测脑损伤患儿的远期预后<sup>[9-10]</sup>。新生儿aEEG监测通常采集P3-P4导联的上、下边界反映脑功能变化,而青少年和成人大脑皮层神经元发育较新生儿成熟,各个脑区的功能相对独立,因此少数几个导联的监测可能不能反映全脑功能的变化,因此多导的aEEG在新生儿期后儿童的脑功能监测就显得十分必要。有关aEEG监测在成人或大龄儿童中的应用,既往仅有少数研究报道<sup>[11-13]</sup>。定量aEEG是通过定量的方法将传统aEEG图谱的上、下边界进行准确定量,排除人为主观因素对aEEG图谱判读

导致的误差。本研究旨在分析住院脑损伤儿童床旁多导aEEG监测特点,判断患儿皮层神经元电活动情况,从而客观评价患儿脑功能状况。同时通过随访患儿评价其PCPC评分,判断患儿神经系统预后,为临床用药及疗效提供指导依据。

## 1 材料与方 法

### 1.1 检测对象

纳入2012年1月至2013年1月在四川大学华西第二医院儿童神经内科住院治疗的急性脑损伤患儿。纳入标准:年龄分布在2月~18岁,性别不限,发病一周内,入院前未进行正规的治疗;有神经系统症状体征,经脑脊液生化、常规、涂片或神经系统影像学、神经电生理等检查确诊的病毒性脑炎、化脓性脑膜脑炎、流行性乙型脑炎、中毒性脑病、HIE、癫痫持续状态后等各种脑损伤患儿。共计100例患者纳入研究,41例诊断为病毒性脑炎,16例细菌性颅内感染,14例诊断为流行性乙型脑炎,14例诊断为癫痫持续状态后脑损伤,4例子诊断为HIE,2例诊断为脑干脑炎,2例诊断为中毒性脑病,1例破伤风性脑损伤,1例隐球菌性脑膜炎,1例免疫性脑炎,4例不明原因意识障碍。其中男性60例,女性40例。另收集100同时期正常儿童作为对照。

### 1.2 仪器设置和工作参数

日本光电工业株式会社QP-160AK脑电图仪,设置为振幅整合脑电图(aEEG)模式;仪器置于无屏蔽设施的普通病房,室温( $20\pm 2$ )℃。背景脑电图采集时参数设定:时间基准为6 cm/h、灵敏度为10  $\mu\text{V}/\text{mm}$ 、高通15 Hz、低通2 Hz。aEEG阻抗设置为20 k $\Omega$ ,阻抗自动检测,当阻抗 $>20$  k $\Omega$ 时机器自动报警提示。

### 1.3 方 法

对符合纳入标准的患儿在入院72 h内进行床

旁 aEEG 监测,同时 1 周后复查 aEEG,并进行 aEEG 定量分析。在 aEEG 监测过程中观察患儿主动睁闭眼时 aEEG 的变化,或做被动睁闭眼诱发实验。同时,对能配合过度换气的患儿进行过度换气诱发实验。所纳入研究的脑损伤患儿,2~12 月(11 例),13~35 月(16 例),36~71 月(24 例),72~155 月(39 例),156~216 月(10 例),监测过程中 2 例患者检测到癫痫事件,患者记录到癫痫波。3 个月后对患儿进行随访,记录 PCPC 评分,以评价患者的生活状况。PCPC 评分分为 5 个等级<sup>[14-15]</sup>: PCPC1,脑功能良好;PCPC2,中度脑功能异常,能独立;PCPC3,重度脑功能异常,有意识但不能独立;PCPC4,昏迷;PCPC5,死亡。分析不同导联 aEEG 变化,及不同时间点的 aEEG 值与患儿 PCPC 评分的相关关系,分析影响患儿预后的相关因素。

#### 1.4 统计学方法

采用 SPSS 17.0 统计分析软件进行统计分析。计量资料采用均数±标准差,不同部位 aEEG 比较采用单因素方差分析,不同时间点 aEEG 比较采用独立样本 *t* 检验,组间比较采用单因素方差分析。将 aEEG 定量分析结果分为 0-4.99;5-9.99;10-24.99;25-49.99;50-100 组,采用 Spearson 相关分析分析 aEEG 与患儿预后的相关性。 $P < 0.05$  为有统计学差异。

## 2 结果

### 2.1 正常儿童与脑损伤儿童 aEEG 对比分析

2~12 月脑损伤婴儿与正常婴儿下边界电压相比,额区( $30.31 \pm 10.21$  vs  $24.64 \pm 3.32$ ,  $P = 0.029$ )、颞区( $39.51 \pm 13.62$  vs  $32.13 \pm 3.94$ ,  $P = 0.030$ )差异具有统计学意义;带宽的比较,额区( $3.47 \pm 1.58$  vs  $4.96 \pm 0.62$ ,  $P = 0.001$ )、中央区( $3.73 \pm 1.74$  vs  $5.96 \pm 0.86$ ,  $P < 0.001$ )、颞区( $4.95 \pm 1.96$  vs  $6.48 \pm 0.71$ ,  $P = 0.004$ )两组比较具有明显差异。所有上边界电压比较差异均无统计学意义( $P > 0.05$ , 表 1)。

13~35 月的脑损伤儿童与正常对照组 aEEG 比较表明:所有导联的上边界及下边界电压均较正常组明显增高, $P < 0.05$ ;而所有导联的带宽两组间比较无统计学差异( $P > 0.05$ ;表 2)。

36~71 月脑损伤儿童与正常儿童下边界电压相比,额区( $40.98 \pm 9.84$  vs  $28.09 \pm 5.46$ ,  $P < 0.001$ )、

表 1 2~12 月正常儿童与脑损伤儿童的 aEEG 分析比较  
Table 1 aEEG features of brain injury and control in 2~12 months children

	Brain injury group (n=11)	Control group (n=20)	P
Age/months	5.73±3.04	4.60±2.56	0.281
Frontal upper MA	33.04±14.34	30.57±4.07	0.474
Frontal lower MA	30.31±10.21	24.64±3.32	0.029
Frontal Bw	3.47±1.58	4.96±0.62	0.001
Central upper MA	34.37±15.76	36.25±5.58	0.063
Central lower MA	31.21±11.34	29.10±4.51	0.446
Central Bw	3.73±1.74	5.96±0.86	0.000
Parietal upper MA	36.71±17.77	30.67±6.12	0.174
Parietal lower MA	30.44±16.68	24.60±4.92	0.152
Parietal Bw	4.06±2.26	5.10±0.97	0.081
Temporal upper MA	45.49±16.02	40.01±4.91	0.164
Temporal lower MA	39.51±13.62	32.13±3.94	0.030
Temporal Bw	4.95±1.96	6.48±0.71	0.004

Bw: bandwidth; MA: margin amplitude

表 2 13~35 月正常儿童与脑损伤儿童的 aEEG 分析比较  
Table 2 aEEG features of brain injury and control in 13~35 months children

	Brain injury group (n=16)	Control group (n=20)	P
Age/months	23.38±6.60	26.40±6.32	0.171
Frontal upper MA	47.98±7.14	36.00±9.66	0.000
Frontal lower MA	41.44±5.78	29.31±7.71	0.000
Frontal Bw	5.46±1.22	5.83±1.50	0.431
Central upper MA	53.33±10.53	42.18±13.62	0.011
Central lower MA	46.14±9.08	33.27±12.78	0.002
Central Bw	6.01±1.47	7.56±6.19	0.337
Parietal upper MA	52.80±9.41	36.52±11.07	0.000
Parietal lower MA	45.32±7.67	29.84±9.18	0.000
Parietal Bw	6.22±1.42	5.96±2.01	0.661
Temporal upper MA	57.94±9.61	48.06±10.91	0.007
Temporal lower MA	47.38±13.13	39.08±8.92	0.031
Temporal Bw	8.58±7.08	7.35±1.80	0.459

Bw: bandwidth; MA: margin amplitude

中央区( $41.91 \pm 9.67$  vs  $34.30 \pm 9.57$ ,  $P = 0.012$ )、顶区( $43.56 \pm 11.60$  vs  $30.92 \pm 10.99$ ,  $P = 0.001$ )、颞区( $47.12 \pm 12.93$  vs  $37.16 \pm 9.10$ ,  $P = 0.006$ )差异均具有

统计学意义;上边界的比较中仅额区( $37.16 \pm 9.10$  vs  $34.46 \pm 6.75$ ,  $P=0.001$ )、顶区( $51.30 \pm 12.02$  vs  $37.65 \pm 13.12$ ,  $P=0.001$ )差异具有统计学意义。所有导联的带宽两组间比较无统计学差异( $P>0.05$ ;表3)。

表3 36~71月正常儿童与脑损伤儿童的aEEG分析比较  
Table 3 aEEG features of brain injury and control in 36~71 months children

	Brain injury group (n=24)	Control group (n=20)	P
Age/months	52.67±11.97	52.70±6.80	0.141
Frontal upper MA	46.71±14.02	34.46±6.75	0.001
Frontal lower MA	40.98±9.84	28.09±5.46	0.000
Frontal Bw	5.25±1.82	5.45±1.12	0.675
Central upper MA	48.33±12.07	41.60±11.06	0.063
Central lower MA	41.91±9.67	34.30±9.57	0.012
Central Bw	5.29±1.89	6.15±1.48	0.104
Parietal upperMA	51.30±12.02	37.65±13.12	0.001
Parietal lower MA	43.56±11.60	30.92±10.99	0.001
Parietal Bw	5.95±1.90	5.60±1.68	0.529
Temporal upper MA	55.06±15.49	55.98±66.42	0.726
Temporal lower MA	47.12±12.93	37.16±9.10	0.006
Temporal Bw	6.56±2.04	6.82±1.56	0.632

Bw:bandwidth; MA:margin amplitude

72~155月脑损伤儿童与正常儿童下边界电压相比,额区( $44.10 \pm 13.78$  vs  $24.37 \pm 5.19$ ,  $P<0.001$ )、中央区( $42.69 \pm 12.13$  vs  $30.86 \pm 11.04$ ,  $P=0.001$ )、顶区( $43.99 \pm 9.70$  vs  $26.71 \pm 10.92$ ,  $P<0.001$ )、颞区( $47.69 \pm 12.50$  vs  $32.75 \pm 7.88$ ,  $P<0.001$ )差异均具有统计学意义;上边界的比较中,仅额区( $51.20 \pm 16.85$  vs  $29.93 \pm 6.37$ ,  $P<0.001$ )、中央区( $49.62 \pm 14.13$  vs  $37.09 \pm 12.68$ ,  $P=0.002$ )、顶区( $50.40 \pm 13.46$  vs  $32.12 \pm 12.66$ ,  $P<0.001$ )差异具有统计学意义。带宽比较,额区( $5.94 \pm 2.52$  vs  $4.70 \pm 1.02$ ,  $P=0.040$ )、顶区( $5.66 \pm 2.25$  vs  $4.41 \pm 1.44$ ,  $P=0.027$ )两组间比较差异有统计学意义(表4)。

156~216月脑损伤儿童与正常儿童下边界电压相比,额区( $42.75 \pm 16.72$  vs  $20.44 \pm 6.65$ ,  $P<0.001$ )、中央区( $42.13 \pm 15.73$  vs  $26.85 \pm 9.84$ ,  $P=0.003$ )、顶区( $38.07 \pm 17.58$  vs  $24.70 \pm 9.41$ ,  $P=0.011$ )、颞区( $45.42 \pm 14.24$  vs  $28.13 \pm 7.69$ ,  $P<0.001$ )

表4 72~155月正常儿童与脑损伤儿童的aEEG分析比较  
Table 4 aEEG features of brain injury and control in 72~155 months children

	Brain injury group (n=39)	Control group (n=20)	P
Age/months	109.97±24.75	113.00±25.40	0.661
Frontal upper MA	51.20±16.85	29.93±6.37	0.000
Frontal lower MA	44.10±13.78	24.37±5.19	0.000
Frontal Bw	5.94±2.52	4.70±1.02	0.040
Central upper MA	49.62±14.13	37.09±12.68	0.002
Central lower MA	42.69±12.13	30.86±11.04	0.001
Central Bw	5.52±2.26	5.21±1.37	0.585
Parietal upperMA	50.40±13.46	32.12±12.66	0.000
Parietal lower MA	43.99±9.70	26.71±10.92	0.000
Parietal Bw	5.66±2.25	4.41±1.44	0.027
Temporal upper MA	64.34±55.96	39.68±9.14	0.056
Temporal lower MA	47.69±12.50	32.75±7.88	0.000
Temporal Bw	6.53±1.90	6.12±1.36	0.392

Bw:bandwidth; MA:margin amplitude

差异均具有统计学意义;上边界的比较中,额区( $49.33 \pm 20.21$  vs  $24.79 \pm 7.93$ ,  $P<0.001$ )、中央区( $48.49 \pm 18.88$  vs  $31.83 \pm 11.21$ ,  $P=0.005$ )、顶区( $45.46 \pm 18.96$  vs  $29.14 \pm 10.80$ ,  $P=0.005$ )、颞区( $53.03 \pm 17.90$  vs  $33.57 \pm 8.88$ ,  $P<0.001$ )差异具有统计学意义。带宽比较仅,额区( $5.28 \pm 2.54$  vs  $3.72 \pm 1.09$ ,  $P=0.025$ )两组间比较差异有统计学意义(表5)。

## 2.2 不同年龄段脑损伤儿童各导联aEEG比较

脑损伤儿童组进行不同年龄段相同区域aEEG比较,单因素方差结果表明仅顶区下边界电压差异在有统计学意义( $P=0.017$ ;表6)。

## 2.3 患儿两次不同时间点aEEG分析比较

共有22例患儿进行了两次aEEG监测,采用配对t检验结果表明,前后两次aEEG比较F3-F4、C3-C4、P3-P4、T3-T4的P值分别为0.875、0.583、0.296、0.389,所有P均大于0.05,差异无统计学意义。

## 2.4 aEEG定量分析与患儿预后相关分析

3个月对脑损伤患儿进行随访其中6例死亡,PCPC1:60例;PCPC2:17例;PCPC3:13例;PCPC4:4例。PCPC评分与脑损伤患儿急性期内的aEEG特点进行相关性分析表明,脑损伤患儿

表5 156~216月正常儿童与脑损伤儿童的aEEG分析比较

	Brain injury group (n=10)	Control group (n=20)	P
Age/months	168.10±9.92	174.60±16.46	0.263
Frontal upper MA	49.33±20.21	24.79±7.93	0.000
Frontal lower MA	42.75±16.72	20.44±6.65	0.000
Frontal Bw	5.28±2.54	3.72±1.09	0.025
Central upper MA	48.49±18.88	31.83±11.21	0.005
Central lower MA	42.13±15.73	26.85±9.84	0.003
Central Bw	5.07±2.21	4.06±1.11	0.106
Parietal upper MA	45.46±18.96	29.14±10.80	0.005
Parietal lower MA	38.07±17.58	24.70±9.41	0.011
Parietal Bw	4.69±2.54	3.64±1.15	0.128
Temporal upper MA	53.03±17.90	33.57±8.88	0.000
Temporal lower MA	45.42±14.24	28.13±7.69	0.000
Temporal Bw	5.99±2.44	4.73±1.03	0.055

Bw:bandwidth; MA:margin amplitude

表6 不同年龄段脑损伤儿童aEEG比较的P值  
Table 6 P value of aEEG features in brain injury children with different age

	Frontal channel	Central channel	Parietal channel	Temporal channel
Upper margin amplitude	0.055	0.056	0.054	0.815
Lower margin amplitude	0.077	0.065	0.017	0.483
Bw	0.075	0.172	0.101	0.194

P3-P4上、下边界分别与其3个月后的PCPC评分相关,相关系数分别为0.222,0.219( $P<0.05$ ;表7)。PCPC评分与脑损伤患儿1周后的aEEG相关性分析结果显示 $P$ 均大于0.05,患儿年龄与PCPC相关性分析表明相关系数 $r$ 为-0.014, $P=0.892$ 。

表7 脑损伤患儿预后与aEEG相关性分析

Table 7 Correlation of prognosis and aEEG in brain injury children

	Margin amplitude							
	Frontal upper	Frontal lower	Central upper	Central lower	Parietal upper	Parietal lower	Temporal upper	Temporal lower
$r$	0.111	0.021	0.162	0.061	0.222	0.219	0.196	0.108
$P$	0.274	0.833	0.107	0.547	0.026	0.029	0.052	0.283

n=100

## 3 讨论

新生儿由于皮层发育不成熟,少数电极就可以反映全脑的功能状况,因此单通道(P3、P4导联)aEEG目前已广泛用于新生儿窒息、颅内出血(intracranial hemorrhage, ICH)、HIE、癫痫持续状态(status epilepticus, SE)等疾病的脑功能监测<sup>[16]</sup>。新生儿期后儿童脑发育不断成熟,单通道aEEG不能全面反映脑功能变化,因此本研究通过多通道aEEG监测,研究分析脑损伤儿童aEEG特点。

下边界电压指aEEG下界电压的平均水平,在新生儿中连续性的下界电压值 $>5 \mu V$ ,低于 $5 \mu V$ 视为脑电活动抑制,与脑损伤相关<sup>[17]</sup>。本研究通过对不同年龄阶段脑损伤患儿的aEEG特点进行分析发现,除2-12月年龄组脑损伤儿童外,不同导联的下边界电压均较正常儿童下边界电压存在明显差异,这体现了aEEG下边界值与脑损伤的相关性,与既往的新生儿脑损伤研究结果一致<sup>[16]</sup>。新生儿皮层发育尚不完善,脑电活动主要以高波幅的慢活动为主,且集中在顶中央区,其在脑电图中的波谱明显增高、增宽。儿童随着年龄的增大,脑皮质发育逐渐成熟,慢波活动逐渐减少,快波活动逐渐增加,最后标线为后头部的成熟 $\alpha$ 节律。新生儿aEEG下边界电压振幅随着孕龄增加而增高,因此认为下边界振幅电压增加与脑成熟度相关<sup>[18]</sup>,而本研究中脑损伤儿童aEEG的研究又与新生儿存在差异,体现在脑损伤儿童的下边界振幅很少局限在 $5 \mu V$ 以下,而多体现为脑损伤儿童下边界电压增高。这提示新生儿脑损伤判读标准肯不适用于大龄儿童aEEG脑损伤判读。

在新生儿中aEEG信号采集为双侧顶骨(P3、P4)处,此处脑组织由大脑中-后动脉供血的边缘。在发生缺血缺氧性脑病时首先表现为大脑中-后动脉收缩,导致其供应脑组织发生脑损伤,

因此双侧顶骨区被认为是脑缺血缺氧最敏感区域。本研究纳入的脑损伤患儿除2-12月龄组儿童,其余年龄组儿童的P3-P4导联振幅电压与正常儿童比较有统计学差异,这提示顶骨区脑电活动与儿童脑损伤密切相关。另外,在本研究中纳入的脑损伤患儿主要为病毒性脑炎患儿,其病理特点为弥漫性脑细胞受累,但在对脑损伤患儿预后分析发现急性期P3-P4导联的上、下边界电压振幅与3个月后PCPC呈明显相关性,这提示在脑损伤后P3-P4部位脑血液循环改变情况与其预后相关。

Rundgren等<sup>[12]</sup>研究心脏骤停患者的aEEG表明,心脏骤停患者早期aEEG表现为连续电活动的20名患者恢复意识,而aEEG表现为平坦图形,爆发抑制或癫痫持续状态者,则不能恢复意识或死亡,Rundgren等<sup>[11]</sup>的另一研究也表明,心脏骤停患者早期表现为连续性aEEG图形者,与意识恢复有明显相关性。而随访患者6个月后的脑功能等级评分(cerebral performance category score, CPC)表明,有18名患者为CPC I-II级,神经系统预后较好。Tian等的研究也表明<sup>[13]</sup>,在缺氧缺血性脑病的成人患者的72 h内的aEEG等级评分与患者的早期CPC评分有明显的相关性。连续图形的aEEG定义为<sup>[19]</sup>:规则带宽,无明显振幅差异,下边界 $>5 \mu\text{V}$ ,上边界在 $20-40 \mu\text{V}$ 之间。本研究为定量振幅整合脑电图分析,打破了传统对aEEG图谱连续性判读,准确定量aEEG的上、下界电压。研究表明所有脑损伤患儿的下边界均 $>5 \mu\text{V}$ ,上边界主要集中于 $40-50 \mu\text{V}$ ,而正常儿童aEEG定量上界电压主要集中在 $30-40 \mu\text{V}$ 。对患者3个月后的PCPC分析表明有77%患者为PCPC I-II级,神经系统预后良好,说明aEEG定量分析与aEEG图谱连续性判读结果具有一致性。

本研究前瞻性研究不同年龄阶段脑损伤儿童aEEG特点,并分析脑损伤儿童aEEG与其预后相关关系。研究中对aEEG的判读主要依赖于图谱上边界、下边界、带宽等指标,定量分析通过对各指标进行定量,能准确反映aEEG图谱的上边界、下边界、带宽值,其结果准确可靠。本研究的不足之处在于受条件限制,未能对脑损伤患者脑损伤程度进行分层;总体研究的样本量较大,但是各个年龄阶段的人数相对较少,为明确本研究结果,仍

有赖于大量本前瞻性研究。

#### 参考文献:

- [1] Schieveld JN, van Tuijl S, Pikhart T. On nontraumatic brain injury in pediatric critical illness, neuropsychologic short-term outcome, delirium, and resilience [J]. *Crit Care Med*, 2013, 41(4):1160-1161.
- [2] Silvia MT, Licht DJ. Pediatric central nervous system infections and inflammatory white matter disease [J]. *Pediatr Clin North Am*, 2005, 52(4):1107-1126, ix.
- [3] Parmar H, Ibrahim M. Pediatric intracranial infections [J]. *Neuroimaging Clin N Am*, 2012, 22(4):707-725.
- [4] Nickerson JP, Richner B, Santy K, et al. Neuroimaging of pediatric intracranial infection-- part 2: TORCH, viral, fungal, and parasitic infections [J]. *J Neuroimaging*, 2012, 22(2):e52-63.
- [5] Towne AR. Epidemiology and outcomes of status epilepticus in the elderly [J]. *Int Rev Neurobiol*, 2007, 81(9):111-127.
- [6] Neubauer D, Osredkar D, Paro-Panjan D, et al. Recording conventional and amplitude-integrated EEG in neonatal intensive care unit [J]. *Eur J Paediatr Neurol*, 2011, 15(5):405-416.
- [7] Zhang D, Ding H, Ye D. The application of amplitude-integrated EEG in the cerebral function monitoring of neonates [J]. *Sheng Wu Yi Xue Gong Cheng Xue Za Zhi*, 2008, 25(4):950-953.
- [8] Toet MC, Lemmers PM. Brain monitoring in neonates [J]. *Early Hum Dev*, 2009, 85(2):77-84.
- [9] Tao JD, Mathur AM. Using amplitude-integrated EEG in neonatal intensive care [J]. *J Perinatol*, 2010, 30:S73-S81.
- [10] Shellhaas RA. Continuous Electroencephalography Monitoring in Neonates [J]. *Curr Neur Neurol Reports*, 2012, 12(4):429-435.
- [11] Rundgren M, Westhall E, Cronberg T, et al. Continuous amplitude-integrated electroencephalogram predicts outcome in hypothermia-treated cardiac arrest patients [J]. *Crit Care Med*, 2010, 38(9):1838-1844.
- [12] Rundgren M, Rosen I, Friberg H. Amplitude-integrated EEG (aEEG) predicts outcome after cardiac arrest and induced hypothermia [J]. *Intensive Care Med*, 2006, 32(6):836-842.
- [13] Tian G, Qin K, Wu YM, et al. Outcome prediction by amplitude-integrated EEG in adults with hypoxic ischemic encephalopathy [J]. *Clin Neurol Neurosurg*,