

振幅整合脑电图在不同胎龄早产儿监测的背景活动特点及对脑功能预后评估的价值

宗英红, 吴东平, 季坚卫

义乌市中心医院新生儿科, 浙江 义乌

收稿日期: 2025年3月22日; 录用日期: 2025年4月15日; 发布日期: 2025年4月22日

摘要

目的: 探究振幅整合脑电图(aEEG)在不同胎龄早产儿背景活动监测和脑功能预后评估临床中的应用价值。方法: 本试验通过选择2022年8月至2024年1月在医院收治的早产儿60例作为本次试验研究对象, 采用振幅整合脑电图联合磁共振成像进行检查, 研究aEEG各项指标随胎龄、日龄增长的变化规律, 根据日龄的增长情况, 划分为: 日龄3日、日龄1周、日龄2周、纠正胎龄40周, 同时结合早产儿纠正胎龄40周的头颅磁共振成像(MRI)结果, 评估早期aEEG各指标对早产儿脑损伤的预测价值; 同时随访生后1周岁时的婴幼儿智能发育量表(CDCC)和贝利婴幼儿发育量表(BSID)评估结果, 比较早期aEEG结果与1周岁时MDI、PDI的相关性。结果: 早产儿在日龄3日、日龄1周、日龄2周、纠正胎龄40周时的aEEG的结果差异明显, 且随着日龄增加, aEEG检测结果显示早产儿脑电异常率越来越低, 且接近早产儿纠正胎龄40周的检测结果($P < 0.05$); 早期aEEG结果中正常、轻度、重度患者1周岁时的MDI、PDI、CDCC评分结果随着严重程度逐渐降低, 且存在差异性($P < 0.05$), 评分与aEEG成反比。结论: 振幅整合脑电图联合磁共振成像能够对不同胎龄早产儿的脑功能情况进行监测, 了解不同胎龄早产儿病情情况, 判断严重程度, 且对预后脑功能发育情况进行评估的价值较高。

关键词

振幅整合脑电图, 早产儿, 背景活动特点, 脑功能, 预后评估

Characteristics of Background Activity in Amplitude-Integrated Electroencephalography Monitoring of Premature Infants of Different Gestational Ages and Its Value in Evaluating Brain Functional Prognosis

Yinghong Zong, Dongping Wu, Jianwei Ji

文章引用: 宗英红, 吴东平, 季坚卫. 振幅整合脑电图在不同胎龄早产儿监测的背景活动特点及对脑功能预后评估的价值[J]. 临床医学进展, 2025, 15(4): 2456-2462. DOI: 10.12677/acm.2025.1541200

Abstract

Objective: To explore the clinical value of amplitude integrated electroencephalography (aEEG) in monitoring background activity and evaluation of brain function prognosis in preterm infants with different gestational ages. **Methods:** In this trial, 60 cases of premature infants admitted to the hospital from August 2022 to January 2024 were selected as the subjects of this study. The study used amplitude-integrated electroencephalography combined with magnetic resonance imaging to examine the changes in various aEEG indicators with gestational age and postnatal age, dividing them into: 3 days postnatal, 1 week postnatal, 2 weeks postnatal, and corrected gestational age of 40 weeks. At the same time, it combined the results of cranial magnetic resonance imaging (MRI) for preterm infants at corrected gestational age of 40 weeks, to evaluate the predictive value of early aEEG indicators for brain injury in preterm infants; At the same time, the results of infant intelligence development scale (CDCC) and Bailey Infant Development Scale (BSID) were evaluated at 1 year of age to compare the correlation between early aEEG results and MDI and PDI at 1 year of age. **Results:** The results of aEEG in preterm infants at 3 days, 1 week, 2 weeks and corrected gestational age of 40 weeks showed significant differences, and with the increase of age, the detection results of aEEG showed that the rate of abnormal brain electricity in preterm infants was decreasing, and close to the detection results of preterm infants at corrected gestational age of 40 weeks ($P < 0.05$); In the early aEEG results, the MDI, PDI and CDCC scores of normal, mild and severe patients decreased gradually with the severity at 1 year old, and there were differences ($P < 0.05$). The scores were inversely proportional to the aEEG. **Conclusion:** Amplitude integrated EEG combined with magnetic resonance imaging can monitor the brain function of premature infants at different gestational ages, understand the condition of preterm infants at different gestational ages, judge the severity, and evaluate the development of prognosis brain function.

Keywords

Amplitude Integrated EEG, Premature Infants, Background Activity Characteristics, Brain Function, Prognosis Assessment

Copyright © 2025 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 前言

在不同胎龄早产儿的病情都较为严重,多数不同胎龄早产儿存在脑功能障碍、认知缺陷等情况,从而会影响患儿生长发育过程中的意志以及活动功能,给患儿的生活带来很大的危害,严重可导致不同胎龄早产儿出现死亡的情况[1]。临床上对不同胎龄早产儿进行疾病康复治疗,不同胎龄早产儿在生长发育过程中依旧会存在神经功能障碍的问题。而快速、准确地对不同胎龄早产儿病情进行判断,确定不同胎龄早产儿病情的严重程度,对于准确治疗不同胎龄早产儿疾病具有重要意义。针对不同胎龄早产儿,常需要通过对脑电波进行监测来判断不同胎龄早产儿病情的严重程度,随着计算机科学技术的发展,动态脑电图得到了不断创新,其中,振幅整合脑电图(aEEG)就已经在临床上得到广泛应用,相较于核磁共振(MRI)的应用价值更高[2]。因此,为了探索振幅整合脑电图和磁共振成像在不同胎龄早产儿中的应用

价值, 本文通过选择 2022 年 8 月至 2024 年 1 月在医院收治的早产儿 60 例作为本次试验研究对象, 采用振幅整合脑电图联合磁共振成像进行检查, 研究 aEEG 各项指标随胎龄、日龄增长的变化规律, 根据日龄的增长情况, 划分为: 日龄 3 日、日龄 1 周、日龄 2 周、纠正胎龄 40 周, 同时结合早产儿纠正胎龄 40 周的头颅磁共振成像(MRI)结果, 评估早期 aEEG 各指标对早产儿脑损伤的预测价值, 为临床上监测不同胎龄早产儿的病情提供参考。

2. 资料与方法

2.1. 一般资料

本试验通过选择 2022 年 8 月至 2024 年 1 月在医院收治的早产儿 60 例作为本次试验研究对象, 分别为 28~31 周(19 例)、32~33 周(20 例)、34~36 周(21 例), 男 36 例、女 24 例; 高危因素: 阴道分娩 32 例、围生期窒息 18 例、羊水污染 15 例、机械呼吸 22 例。先后使用振幅整合脑电图进行检查, 再采用磁共振成像进行检查。患儿的一般资料见表 1。

Table 1. Basic data of the 60 children ($\bar{X} \pm S$), [n (%)]

表 1. 60 例患儿的基础资料($\bar{X} \pm S$), [n (%)]

项目	例数	性别		出生体重 (kg)	分娩方式		羊水情况		围生期窒息		机械呼吸	
		男	女		顺产	剖宫产	正常	异常	有	无	有使用	未使用
患儿	60	36	24	2.33 $\pm$ 0.41	32	28	45	15	18	42	22	38

入选标准: ① 患儿出生后 6 h 内入院, 出生时的体重低于 1.5 kg; ② 住院期间经过积极治疗、出院时生命体征平稳。③ 住院资料完整。排除标准: ① 患有遗传代谢性疾病、染色体异常或严重先天性畸形。② 住院期间死亡或转院治疗。③ 资料不完整或患儿监护人不同意。该项研究已征得医院伦理委员会的同意。并已获得病人家属的知情同意。

2.2. 方法

对这 60 例不同胎龄早产儿先后使用常规核磁共振进行检查, 再采用振幅整合脑电图联合磁共振成像进行检查, 研究 aEEG 各项指标随胎龄、日龄增长的变化规律。具体操作方法如下:

在患儿日龄 3 日、日龄 1 周、日龄 2 周、纠正胎龄 40 周时, 采用振幅整合脑电图联合磁共振成像评估, 采用美国 Nicolet One 脑功能监护仪, 遵循国际 10/20 系统对电极进行放置, 在电极放置恰当后, 不同胎龄早产儿戴上头帽, 对不同胎龄早产儿每次进行 4 小时的动态脑电图诊断记录, 采用 4 通道将记录电极可以选择放置在 F3、F4、P3、P4、GND、REF 等位置, 调节阻抗 $< 20 \text{ k}\Omega$, 同时记录早产儿监护中的视频及常规 EEG (记录期间对喂奶、更换尿布、静脉注射药物等操作进行记录), 再由经验丰富的专业人员对记录结果进行分析。

纠正胎龄 40 周对患儿采用核磁共振检查, 采用 Philips Achieva 公司生产的 1.5T 扫描仪系统进行检查, 扫描参数设置: T1WI/IR, T2WI/FSE 横轴位和 T1WI/IR 矢轴位, T1WI, T1 为 750 ms, T2WI, TR 为 4000~4500 ms, 检查时保持患儿安静状态。

2.3. 疗效观察和评价

对日龄 3 日、日龄 1 周、日龄 2 周、纠正胎龄 40 周时的 aEEG 结果进行统计, 同时与婴幼儿智能发

育量表(CDCC)和贝利婴幼儿发育量表(BSID)评估结果进行比较, 比较早期 aEEG 结果与 1 周岁时 MDI、PDI 的相关性。

2.3.1. 结果分级标准

振幅脑电图分级标准改为 3 级, 采用 Hellström-Westas 评价系统: 1) 正常: 背景活动连续, 2) 轻度异常: 背景活动不连续, 3) 重度异常: 背景活动有暴发 - 抑制、低电压、电静息/平坦波。

2.3.2. 预后评价

在患儿出院后, 进行为期 1 年的随访活动, 采用婴幼儿智能发育量表(CDCC)和贝利婴幼儿发育量表(BSID)对患儿进行预后测评。包含智力发育指数(MDI)和心理运动发育指数(PDI)。智力发育指数(MDI): 主要用于评估儿童的认知和语言发育水平。发育指数在 120 分以上为优秀, 110~119 分为中上, 90~109 分为中等智力, 80~89 分为中下, 70~79 分为临界状态, 69 分以下为智力缺陷。心理运动发育指数(PDI): 评估儿童的精细和粗大运动发育水平。发育指数在 120 分以上为优秀, 110~119 分为中上, 90~109 分为中等, 80~89 分为中下, 70~79 分为边缘障碍, 69 分以下为心理运动发育障碍。

2.4. 统计学处理

本次研究中相关数据结果的处理分析均将借助统计学软件 SPSS 20.0, 经该统计学软件分析后, 相关定性资料及定量资料分别通过百分比以及 $\bar{X} \pm s$ 的方式进行描述, 且两组样本将进行 t 检验, 若是 P 值 > 0.05, 则表明数据间差异无统计学意义。

3. 结果

3.1. 不同胎龄早产儿脑电异常检出率对比

数据统计结果显示, 随着日龄的增加早产儿脑电异常率逐渐下降(P < 0.05), 纠正胎龄 40 周的患儿均为正常的患儿(见表 2)。

Table 2. Comparison of EEG abnormalities in preterm infants across gestational ages [n (%)]

表 2. 不同胎龄早产儿脑电异常率对比[n (%)]

日龄	异常(%)			
	正常	轻度	重度	总异常率
日龄 3 日	18/60 (30.0%)	30/20 (50.0%)	12/60 (20.0%)	42/60 (70.0%)
日龄 1 周	30/60 (50.0%)	18/60 (30.0%)	12/60 (20.0%)	30/60 (50.0%)
日龄 2 周	42/60 (70.0%)	36/60 (20.0%)	6/60 (10.0%)	18/60 (30.0%)
纠正胎龄 40 周	60/60 (100.0%)	0/60 (0.0%)	0/60 (0.0%)	0/60 (0.0%)
X ²	7.893	8.073	9.673	8.823
P	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05

3.2. 振幅整合脑电图分级与相关指标评分分析

调查结果显示, 患儿早期(日龄 3 日)振幅整合脑电图分级程度越严重, 患儿的 MDI、PDI、CDCC 评分越低, 因此, aEEG 评估结果与 MDI、PDI、CDCC 评分成反比相关(见表 3)。

Table 3. Comparison of amplitude integrated EEG classification and MDI, PDI and CDCC scores [$(\bar{X} \pm S)/n$]

表 3. 振幅整合脑电图分级与 MDI、PDI、CDCC 评分分析比较[($\bar{X} \pm S$)/n]

振幅整合脑电图	例数	MDI 评分	PDI 评分	CDCC 评分
正常	18	83.93 $\pm$ 1.95	85.92 $\pm$ 1.34	90.92 $\pm$ 2.43
轻度	30	79.39 $\pm$ 2.01	75.85 $\pm$ 1.06	72.85 $\pm$ 2.67
重度	12	72.82 $\pm$ 2.18	70.21 $\pm$ 1.01	67.32 $\pm$ 2.06
t		5.672	6.632	5.045
P		<0.05	<0.05	<0.05

4. 讨论

早产儿发生脑损伤在患儿早期很难诊断,存在隐匿性,由于人类的脑部是调节意识功能和神经功能的主要部位,所以当发生病变后,就很容易发生中枢神经系统的功能障碍。不同胎龄早产儿一旦发病就需要对不同胎龄早产儿进行抢救康复治疗,临床上对急性不同胎龄早产儿采用药物和手术等康复治疗,但是康复治疗只能使得不同胎龄早产儿的疾病得到一时的稳定,不同胎龄早产儿及时后期进行治疗,还是会对患儿的生长发育造成影响,严重情况下还会导致患儿发生残疾、植物人或者死亡[3]。因此,对不同胎龄早产儿病情进行早期的正确评估,是提高临床诊断准确率,提高预后的关键。在核磁共振影像学技术下,能够实现对不同胎龄早产儿脊髓损伤结构和相关功能改变的检测,为临床上诊断和治疗脊髓损伤提供有效的帮助。在核磁共振检测下,能够检测到不同胎龄早产儿脑结构和脑功能的改变。磁共振成像是一种基于先进的现代化影像学技术而开发的临床诊断技术,能够实现在微观层面对不同胎龄早产儿脊髓损伤情况的深入检测,对不同胎龄早产儿的脊髓损伤的病理和生理变化展开探索,为临床治疗脊髓损伤带来了希望[4]。通过 MRI 检测技术能够实现对患儿脑成熟程度的反映,可实现对患儿脑损伤发生的情况进行判断,进而为临床上早期治疗提供参考,但是早产儿各项生命体征发育不完善,患儿出生后早期生命体征非常不稳定,同时还需要给予床旁呼吸机辅助治疗,进行头颅 MRI 检测的风险较大,同时扫描时间较长,导致 MRI 诊断存在局限性。因此,探索更为灵活、安全、有效的早产儿脑损伤诊断方法,对于患儿来说非常重要。振幅整合脑电图是一种单通道且耗时较短的脑电图监测技术,能够对常规脑电图检测技术的不足之处进行弥补,在早产儿脑电图检测方面具有操作方便、简单、不耗时等优点[5]。因此,为了探索振幅整合脑电图和磁共振成像在不同胎龄早产儿中的应用价值,本文通过对不同胎龄早产儿患者先后使用常规核磁共振成像进行检查,再采用振幅整合脑电图联合磁共振成像进行检查,对比两者的监测结果,为临床上监测不同胎龄早产儿的病情提供参考。

在本次试验中,早产儿在日龄 3 日、日龄 1 周、日龄 2 周、纠正胎龄 40 周时的 aEEG 的结果差异明显,且随着日龄增加,aEEG 检测结果显示早产儿脑电异常率越来越低,早产儿纠正胎龄 40 周的检测结果显示均为 aEEG 正常的患儿($P < 0.05$);调查结果显示,患儿早期(日龄 3 日)振幅整合脑电图分级程度越严重,患儿的 MDI、PDI、CDCC 评分越低,因此,aEEG 评估结果与 MDI、PDI、CDCC 评分成反比相关。由此可见,aEEG 检测中脑功能异常的早产儿的背景表现为,背景活动不连续或者背景活动有暴发-抑制、低电压、电静息/平坦波。而脑功能正常的早产儿表现为背景活动连续。同时,aEEG 评分中早期脑功能严重程度较高的患儿,在一周岁时的 MDI、PDI、CDCC 评分均较低,提示患儿的智能发育越差。可见,aEEG 能够通过早期早产儿的检测结果,对早产儿后期的智能发育情况进行预测,aEEG 结果越严重的患儿,后期智能发育越差。究其原因在于,当不同胎龄早产儿脑神经电生理出现异常变化情况后,会在细胞膜功能障碍和组织 ATP 评分降低之间发生,在临床上尚未明确不同胎龄早产儿脑功能缺损时,则

可通过振幅整合脑电图联合磁共振成像来对早产儿脑损伤情况进行判断[6]。另有报道指出[7], 由于早产脑损伤高危儿神经发育异常的概率高, 但是在新生儿期难以进行准确判断, 往往需要随访至 12 月龄, 很可能因此耽误早期治疗, 甚至可影响后期的康复效果。因此, 振幅整合脑电图联合磁共振成像技术相较于单一的核磁共振诊断准确率更高; 其次, MDI、PDI、CDCC 评分能够反映早产儿脑损伤的严重程度, MDI、PDI、CDCC 评分越低, 患儿脑损伤越严重, 根据调查结果显示, 随着早产儿脑损伤级别的增长, 患儿 MDI、PDI、CDCC 评分下降, 可见, 早产儿 aEEG 检测结果显示的脑损伤越严重, 预后越差。常琴等[8]报道显示早中期早产儿神经发育不良率约为 42.75%, 而甘斌等[9]报道中晚期早产儿 12 月龄神经发育不良率约为 11.76%, 本研究也同样证实以上观点, 说明早产儿神经发育异常率高, 需加强关注。故而探讨理想的早产脑损伤高危儿神经发育异常的预测手段具有重要的作用与意义。因此, 振幅整合脑电图成像异常情况和不同胎龄早产儿脑神经缺损情况密切相关, 振幅整合脑电图实现了对不同胎龄早产儿脑电波活动的监测, 进而实现了对不同胎龄早产儿神经功能状态和疾病变化的监测, 同时还实现了对不同胎龄早产儿预后的评估。通过振幅整合脑电图联合磁共振成像能够实现持续的, 且动态的神经电生理分析, 进而对不同胎龄早产儿的神经缺损情况进行判断, 实现对不同胎龄早产儿进行用药指导, 评估预后的目的, 因此, 动态脑电图是监测和诊断不同胎龄早产儿神经外科疾病的最佳选择[10]。

5. 结论

综上所述, 使用振幅整合脑电图对不同胎龄早产儿进行神经功能监测, 振幅整合脑电图能够对不同胎龄早产儿的脑功能情况进行监测, 了解不同胎龄早产儿病情情况, 判断严重程度, 对预后情况进行判断。能够实现对不同胎龄早产儿神经缺损情况的评估, 通过对早期 aEEG 结果的分析, 能够对早产儿后期智能和神经功能发育情况进行预测, 为临床治疗提供指导意见, 同时评估预后, 避免误诊、漏诊, 意外等情况出现, 进而减轻不同胎龄早产儿的经济负担, 延长不同胎龄早产儿的生命周期, 可在临床上推广应用。本次试验研究还存在不足: 在受试者的研究人数方面的分析不足, 缺乏足够的受试人数, 使得研究结果的推广性和适用性存在质疑; 其次, 没有对分娩方式、后期喂养方式等因素进行分析, 使得早产儿后期生长发育过程中的影响因素对后期智能发育的影响方面的数据不足。因此, 本次试验研究还有待进一步提升。

基金项目

2022 年义乌市第二批科研计划项目(22-3-69)。

参考文献

- [1] 罗月萍. 动态脑电图与常规脑电图应用于儿童病毒性脑炎诊断的效果分析[J]. 现代医学与健康研究电子杂志, 2019, 3(19): 123-124.
- [2] 黄丽霞, 赵芸. 脑电图监测在病毒性脑炎诊断及预后评估中的应用效果[J]. 中国处方药, 2020, 18(7): 171-172.
- [3] 赵彩雯, 赵鑫, 刘彦超, 等. 集成 MRI 技术对早产儿脑成熟评估研究[J]. 磁共振成像, 2021, 12(12): 1-5.
- [4] 梁玉美, 黎诗娜, 李兆杭. 振幅整合脑电图在晚期早产儿脑损伤早期诊断及预后评估中的应用价值[J]. 中国医药科学, 2021, 11(6): 83-86+96.
- [5] 魏鑫. TCD 联合 24 h VAEeg 在脑死亡患儿诊断中的应用价值[J]. 医药论坛杂志, 2021, 42(3): 142-144.
- [6] 徐文慧, 刘娜娜, 彭斯聪, 等. 振幅整合脑电图评分系统在胎龄 ≤ 32 周早产儿脑发育评估中的应用及评价[J]. 南昌大学学报(医学版), 2018, 58(5): 40-46.
- [7] Lipner, H.S. and Huron, R.F. (2018) Developmental and Interprofessional Care of the Preterm Infant. *Pediatric Clinics of North America*, 65, 135-141. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2017.08.026>
- [8] 常琴, 胡斌, 王成举, 等. 早中期早产儿神经发育不良相关的感染因素分析[J]. 中国当代儿科杂志, 2019, 21(9): 856-860.
- [9] 甘斌, 魏贤, 何源, 等. 晚期早产儿出生后早期神经发育异常的影响因素分析[J]. 中国生育健康杂志, 2018,

29(2): 169-170.

- [10] 刘慧苹, 蒋峰原, 宋忠瑞, 等. 振幅整合脑电图评分、血清血红素氧化酶-1 水平对早产儿脑损伤的早期预测价值[J]. 检验医学与临床, 2020, 17(22): 3256-3259.