

• 论 著 • DOI:10.3969/j.issn.1672-9455.2023.06.021

振幅整合脑电图联合磁敏感加权成像在早期 新生儿脑损伤诊断中的应用

李艳艳, 张孟丹

河南省平顶山市第一人民医院新生儿重症监护室, 河南平顶山 467000

摘要:目的 分析振幅整合脑电图(aEEG)联合磁敏感加权成像(SWI)在早期新生儿脑损伤中的诊断价值。方法 选取2020年1月至2022年1月该院收治的103例早期新生儿脑损伤者作为观察组,并选取同期健康早期新生儿54例作为健康对照组。两组研究对象均于新生儿出生后3~5 d行aEEG、SWI检查,了解aEEG定量参数、异常程度及SWI影像特点,并分析两者联合使用的诊断价值。结果 观察组窄带宽度、上边界电压较健康对照组高,而下边界电压较健康对照组低,差异均有统计学意义($P < 0.05$)。与健康对照组比较,观察组aEEG异常程度较高($P < 0.05$)。aEEG+SWI检测临床灵敏度(85.44%)、符合率(86.62%)较aEEG(71.84%、74.52%)、SWI(48.54%、62.42%)单项检测高($P < 0.05$),而aEEG+SWI检测的特异度与aEEG、SWI单项检测比较,差异均无统计学意义($P > 0.05$)。结论 在早期新生儿脑损伤诊断中,aEEG可有效识别脑损伤,SWI能提供细致的病灶信息,二者联合使用可提供有效的参考价值。

关键词:振幅整合脑电图; 磁敏感加权成像; 新生儿; 脑损伤

中图法分类号:R722.19

文献标志码:A

文章编号:1672-9455(2023)06-0809-04

Application of amplitude-integrated electroencephalography combined with susceptibility-weighted imaging in diagnosis of early neonatal brain injury

LI Yanyan, ZHANG Mengdan

Neonatal Intensive Care Unit, Pingdingshan Municipal First People's Hospital,
Pingdingshan, Henan 467000, China

Abstract: Objective To analyze the diagnostic value of amplitude-integrated electroencephalography (aEEG) combined with susceptibility-weighted imaging (SWI) in early neonatal brain injury. **Methods** A total of 103 cases of early neonatal brain injury admitted and treated in the hospital from January 2020 to January 2022 were selected as the observation group, and 54 healthy early newborns in the same period were selected as the healthy control group. The subjects in the two groups all underwent the aEEG and SWI examinations on 3–5 d after birth for understanding the aEEG quantitative parameters, abnormal degree and SWI imaging characteristic, and the diagnostic value of their combined use was analyzed. **Results** The narrow band width and upper border voltage in the observation group were higher than those in the healthy control group, while the lower border voltage was lower than that in the healthy control group, and the differences were statistically significant ($P < 0.05$). The abnormality degree of aEEG in the observation group was higher compared with that in the healthy control group ($P < 0.05$). The clinical sensitivity of aEEG+SWI test was 85.44%, the coincidence rate was 86.62%, which were higher than 71.84%, 74.52% and 48.54%, 62.42% in aEEG and SWI single tests ($P < 0.05$), while there was no statistically significant difference in the specificity between the aEEG+SWI detection and SWI and aEEG single detection ($P > 0.05$). **Conclusion** In the diagnosis of early neonatal brain injury, aEEG could effectively identify the brain injury, and SWI could provide the detailed lesion information. Their combined use could provide the effective reference value.

Key words: amplitude-integrated electroencephalography; susceptibility-weighted imaging; neonates; brain injury

新生儿脑损伤是围生期新生儿窒息等因素引起的缺氧缺血性脑损伤疾病,可残留不同程度神经系统后遗症,是新生儿致残、死亡的主要原因之一^[1]。新生儿脑损伤发病率较高,早发现对临床早期干预、改

善预后尤为重要。影像学在临床脑部疾病诊断中占据重要地位,MRI为无放射性损伤检测手段,其功能成像技术,如磁敏感加权成像(SWI)在显示脑损伤位置、范围、严重程度等方面具有显著优势^[2]。振幅整

合脑电图(aEEG)为单通道、时间压缩脑电图监测技术,能弥补常规脑电图的不足,具有操作方便、图像直观等优势,在新生儿重症监护室中应用广泛。基于此,本研究选取本院收治的103例早期新生儿脑损伤者作为研究对象,以探讨aEEG、SWI的临床应用价值。现报道如下。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选取2020年1月至2022年1月本院收治的经中后期MRI+B超确诊的103例早期新生儿脑损伤者作为观察组,并选取同期健康早期新生儿54例作为健康对照组。观察组中男54例,女49例;出生体质量2 000~4 000 g,平均(3 158.46±305.97)g;阴道分娩61例,剖宫产分娩42例。健康对照组中男29例,女25例;出生体质量2 000~4 000 g,平均(3 104.93±310.68)g;阴道分娩30例,剖宫产24例。两组研究对象性别、出生体质量、分娩方式差异无统计学意义($P>0.05$),具有可比性。所有研究对象家属均对本研究知情同意,签署同意书;本研究经本院医学伦理委员会审核批准(审批号:20190524)。

1.1.1 观察组纳入及排除标准 (1)纳入标准:分娩前存在胎儿宫内窘迫高危因素,符合新生儿脑损伤相关诊断标准^[3];存在不同程度肌张力改变、意识改变、呼吸改变、出生后头颅B超等影像学检查异常。(2)排除标准:胆红素脑病;产伤相关脑病;低钙血症;低血糖脑病;先天性畸形;代谢性疾病;染色体疾病;中枢神经系统感染;头部皮肤创伤或皮损;高热;惊厥;败血症。

1.1.2 健康对照组纳入及排除标准 (1)纳入标准:产前无宫内窘迫,产后阿氏评分 ≥ 8 分,且无抢救史;神经系统表现正常;脑电图、头颅B超等检查正常。(2)排除标准:惊厥;中枢神经系统感染;基因病;代谢性疾病;先天性畸形。

1.2 方法

1.2.1 aEEG 对新生儿进行头部皮肤清洁,使用脑功能监护视频脑电图仪(日本光电QP-160AK型),接通电源,校正仪器,根据国际10-20系统标准,在双顶骨P3、P4点安放一次性电极,电极距离约7.5 cm,在额中线距离头顶中央2.5 cm的Fp1-Fp2处固定参考电极,电极阻抗 <5 k Ω ,持续检测1 d,过程中记录可能会影响检查结果的操作,如喂奶、注射药物、更换尿布等。

1.2.2 SWI 在检查前30 min引导新生儿服用0.5 mL/kg水合氯醛进行催眠,待新生儿入睡后使用核磁共振扫描仪(德国西门子symphony 1.5T MR成像系统),行MRI检查,扫描序列包括T1加权成像(T1W1)、T2加权成像(T2W1)、弥散加权成像(DWI)、SWI。矢状位T1W1、T2W1扫描参数:采集单次数据,层间距、层厚均为5 mm,层数21层,T1W1

重复时间(TR)为2 000 ms,回波时间(TE)为90 ms,视野为230 mm \times 98.8 mm,flip angle(FA)为150°;T2W1的TR为5 200 ms,视野为220 mm \times 100 mm,TE为95 ms,FA为150°。DWI使用磁共振回波平面成像,采集单次矢状位数据,层间距、层厚均为5 mm,层数42层,TR为6 600 ms,视野为230 mm \times 100 mm,TE为100 ms,FA为90°。SWI采用fast SWI序列,层数72层,层厚为1.2 mm,TR为28 ms,视野为230 mm \times 75 mm,TE为20 ms,FA为15°,无间距。

1.2.3 图像质量控制、评估 (1)质量控制。所有新生儿所得图像均符合下列要求:第一,无显著伪影;第二,扫描序列、数据采集应用参数一致。(2)评估。由2名经验丰富的医师进行双盲阅片,其中常规MRI+DWI图像进行直接阅片,发现病灶时判定为异常。aEEG图像获取窄带宽度、上下边界电压,并根据睡眠-觉醒周期(SWC)与连接性进行异常程度评估。①正常:电压振幅、连续性、SWC正常;②轻度异常:与正常新生儿SWC相符,但连续性不符,或连续性相符,但与正常新生儿SWC不符,可伴有单发病样放电活动;③中重度异常:与正常新生儿SWC、连续性均不相符,可伴有持续或反复痫样放电活动。SWI图像资料传入专用SyngoMR工作站,挑选2~20 mm多个重建层厚进行最小密度投影重建,在确定病灶部位、范围、数量、大小等信息后统一意见,并观察记录结果,最后判断是否为新生儿脑损伤。

1.3 观察指标 (1)比较两组aEEG定量参数。(2)比较两组aEEG异常程度。(3)以中后期MRI+B超为金标准,比较aEEG、SWI诊断情况,包括灵敏度、符合率、特异度。

1.4 统计学处理 采用SPSS22.0对数据进行分析,呈正态分布的计量资料以 $\bar{x}\pm s$ 表示,两组间比较采用 t 检验;计数资料以 $n(\%)$ 表示,组间比较采用 χ^2 检验,等级资料比较采用秩和检验;以 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 两组aEEG定量参数 观察组窄带宽度、上边界电压较健康对照组高,而下边界电压较健康对照组低,差异均有统计学意义($P<0.05$)。见表1。

表1 两组aEEG定量参数对比($\bar{x}\pm s$)

组别	<i>n</i>	窄带宽度 (cm)	上边界电压 (μ V)	下边界电压 (μ V)
观察组	103	26.48±5.07	32.04±5.81	4.17±1.39
健康对照组	54	23.51±4.39	28.59±5.16	5.40±1.66
<i>t</i>		3.646	3.669	4.921
<i>P</i>		<0.001	<0.001	<0.001

2.2 两组aEEG异常程度 观察组aEEG异常程度

较健康对照组高($P < 0.05$),见表 2。

表 2 两组 aEEG 异常程度对比[n(%)]

组别	n	正常	轻度	中重度
观察组	103	33(32.04)	45(43.69)	25(24.27)
健康对照组	54	42(77.78)	12(22.22)	0(0.00)
Z			5.271	
P			<0.001	

2.3 aEEG、SWI 诊断情况 以中后期 MRI+B 超为金标准, aEEG + SWI 检测的灵敏度 [85.44% (88/103)]、符合率 [86.62% (136/157)] 较 aEEG [71.84% (74/103)、74.52% (117/157)]、SWI 单项 [48.54% (50/103)、62.42% (98/157)] 检测高 ($P < 0.001$), 而 aEEG + SWI 检测的特异度 [88.89% (48/54)] 与 aEEG [79.63% (43/54)]、SWI [88.89% (48/54)] 单一检测比较, 差异无统计学意义 ($P > 0.05$)。见表 3~5。

表 3 aEEG 检查与临床中后期 MRI+B 超检查诊断情况(n)

aEEG	中后期 MRI+B 超		总计
	脑损伤	非脑损伤	
脑损伤	74	11	85
非脑损伤	29	43	72
总计	103	54	157

表 4 SWI 检查与临床中后期 MRI+B 超检查诊断情况(n)

SWI	中后期 MRI+B 超		总计
	脑损伤	非脑损伤	
脑损伤	50	6	56
非脑损伤	53	48	101
总计	103	54	157

表 5 aEEG+SWI 检查与临床中后期 MRI+B 超检查诊断情况(n)

aEEG+SWI	中后期 MRI+B 超		总计
	脑损伤	非脑损伤	
脑损伤	88	6	94
非脑损伤	15	48	63
总计	103	54	157

3 讨论

在临床脑损伤疾病诊断中, 影像学占据重要地位, B 超、MRI 为脑组织病变诊断的可靠方法。但新生儿脑损伤早期因脑部尚未完全发育, 仍处于代偿期, 导致其临床检查灵敏度欠佳, 同时也因新生儿在该阶段组织自我修复能力保留较为完好, 临床及早干预对改善预后尤为关键^[4-6]。因此, 积极探索早期新

生儿脑损伤的检测手段具有重要作用。

aEEG 对脑成熟度具有良好的反映价值, 随着胎儿胎龄增加, 脑电背景活动趋于成熟, 连续性逐渐增强, 表现为上边界电压降低, 带宽变窄, 下边界电压升高, 睡眠周期时程变短^[7]。本研究发现, 早期新生儿脑损伤窄带宽度、上边界电压较健康新生儿高, 而下边界电压较健康新生儿低, 异常程度较健康新生儿高, 与上述发现相反。由此可知, 借助 aEEG, 临床可有效发现新生儿脑损伤发生情况。aEEG 是对脑皮层电生理活动进行单频道记录的监护方法, 具有无创性, 是新生儿脑功能监测的理想手段。其主要通过对数形式输出形成宽窄带相间的波谱, 能特异性显示发作性脑病的脑电变化情况, 因所用电极较少且仪器体积较小, 故而受外界声音干扰的程度较小^[8-10]。

有研究指出, SWI 发现的出血灶数量较常规 MR 序列、CT 多, 其所显示的出血灶数目、体积与昏迷、预后紧密相关^[11]。SWI 为新兴的影像学诊断技术, 对静脉血管、血液代谢物具有较高的灵敏度, 具有高分辨率、较高的信噪比等特点, 主要是由 T2 梯度回波技术根据血氧水平依赖效应、组织间灵敏度的差异进行影像呈现^[12-14]。

另外, 本研究结果还发现, aEEG+SWI 检测早期新生儿脑损伤, 其灵敏度、符合率较 aEEG、SWI 单项检测高 ($P < 0.05$), 提示 aEEG+SWI 检测能有效提高临床诊断效能, 可为临床判断提供更加准确的数据。

综上所述, 借助 aEEG 对早期脑损伤的识别价值、SWI 提供的脑损伤病灶信息, 临床将二者联合用于早期新生儿脑损伤诊断中, 能有效提高诊断灵敏度, 可为后续干预提供参考, 值得推广。

参考文献

- [1] 唐亚娟, 赖为怪, 曾飘逸, 等. 实时剪切波弹性成像评价新生儿脑损伤的临床研究[J]. 临床超声医学杂志, 2020, 22(1): 61-63.
- [2] ELDES T, BEYAZALÇELIKER F, et al. How important is susceptibility-weighted imaging in mild traumatic brain injury? [J]. Ulus Travma Acil Cerrahi Derg, 2020, 26(4): 574-579.
- [3] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学[M]. 北京: 人民卫生出版社, 2011: 69.
- [4] 苏增玲, 赖家慧, 温艳芬, 等. 床旁 B 超结合振幅整合脑电图在早产儿脑发育脑损伤评估中的应用研究[J]. 实用医技杂志, 2020, 27(10): 1309-1310.
- [5] 张敏鸣, 黄沛钰. MRI 在老年脑疾病预警中的应用进展[J]. 国际医学放射学杂志, 2021, 44(4): 373-377.
- [6] 宋磊, 蒋文. 振幅整合脑电图与磁敏感加权成像在早产儿脑损伤诊断中的运用[J]. 中国医师杂志, 2020, 22(2): 269-272.

(下转第 848 页)

- serum IL-6 values increase the risk of mortality and the severity of pneumonia in patients diagnosed with COVID-19[J]. *Mol Immunol*, 2020, 128:64-68.
- [22] 李慧敏, 罗红, 周湧. 慢性阻塞性肺疾病患者 IL-37 与 IL-6、IL-17 相关性研究[J]. *实用预防医学*, 2020, 27(4): 506-508.
- [23] RAFIEI A, AHMADI R, KAZEMIAN S, et al. Serum levels of IL-37 and correlation with inflammatory cytokines and clinical outcomes in patients with coronary artery disease[J]. *J Investig Med*, 2022, 70(8):1720-1727.
- [24] HOU T, SUN X, ZHU J, et al. IL-37 ameliorating allergic inflammation in atopic dermatitis through regulating microbiota and AMPK-mTOR signaling pathway-modulated autophagy mechanism[J]. *Front Immunol*, 2020, 11:752.
- [25] AHRAS-SIFI N, LARABA-DJEBARI F. Immunomodulatory and protective effects of interleukin-4 on the neuropathological alterations induced by a potassium channel blocker[J]. *J Neuroimmunol*, 2021, 355:577549.
- [26] FENG X X, CHI G, WANG H, et al. IL-37 suppresses the sustained hepatic IFN- γ /TNF- α production and T cell-dependent liver injury [J]. *Int Immunopharmacol*, 2019, 69:184-193.
- [27] CHEN X, ZHAO B, QU Y, et al. Detectable serum severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 viral load (RNAemia) is closely correlated with drastically elevated interleukin 6 level in critically ill patients with coronavirus disease 2019 [J]. *Clin Infect Dis*, 2020, 71(8): 1937-1942.
- [28] KIM J S, LEE J Y, YANG J W, et al. Immunopathogenesis and treatment of cytokine storm in COVID-19 [J]. *Theranostics*, 2021, 11(1):316-329.
- [29] ZIEGLER C G K, ALLON S J, NYQUIST S K, et al. SARS-CoV-2 receptor ACE2 is an interferon-stimulated gene in human airway epithelial cells and is detected in specific cell subsets across tissues[J]. *Cell*, 2020, 181(5): 1016-1035.
- [30] RAMBALDI A, GRITTI G, MICÒM C, et al. Endothelial injury and thrombotic microangiopathy in COVID-19: treatment with the lectin-pathway inhibitor narsoplimab [J]. *Immunobiology*, 2020, 225(6):152001.
- [31] MERAD M, MARTIN J C. Pathological inflammation in patients with COVID-19: a key role for monocytes and macrophages[J]. *Nat Rev Immunol*, 2020, 20(6): 355-362.
- [32] ZHOU Y, FU B, ZHENG X, et al. Pathogenic T-cells and inflammatory monocytes incite inflammatory storms in severe COVID-19 patients[J]. *Natl Sci Rev*, 2020, 7(6): 998-1002.
- [33] SALLUSTO F. Heterogeneity of Human CD4(+) T Cells Against Microbes[J]. *Annu Rev Immunol*, 2016, 34:317-334.
- [34] WU D, YANG X O. TH17 responses in cytokine storm of COVID-19: An emerging target of JAK2 inhibitor Fedratinib[J]. *J Microbiol Immunol Infect*, 2020, 53(3): 368-370.
- [35] LI A, LING Y, SONG Z, et al. Early plasma IL-37 responses accompanied with low inflammatory cytokines correlate with benign clinical outcomes in COVID-19 patients[C/OL]// 第十四届全国免疫学学术大会学术报告. 北京:中国免疫学会, 2021:79.
- [36] QI F, LIU M, LI F, et al. Interleukin-37 ameliorates influenza pneumonia by attenuating macrophage cytokine production in a MAPK-dependent manner[J]. *Front Microbiol*, 2019, 10:2482.

(收稿日期:2022-12-01 修回日期:2023-01-03)

(上接第 811 页)

- [7] 周君. 振幅整合脑电图在新生儿脑损伤临床应用中的进展[J]. *临床与病理杂志*, 2021, 41(8):1952-1957.
- [8] 赵莹, 徐艳, 吴铭, 等. pNF-H、MMP-9 联合 aEEG 对早产儿脑损伤的早期预测价值[J]. *中国生育健康杂志*, 2021, 32(4):324-329.
- [9] PU Y, ZHU Z, YANG Q, et al. Significance of amplitude integrated electroencephalography in early stage of neonatal hypoxic-ischemic encephalopathy and cerebral function monitoring in neonatal intensive care units[J]. *Am J Transl Res*, 2021, 13(8):9437-9443.
- [10] 黄云倩, 吴晓萍. aEEG 在窒息新生儿早期脑损伤与预后预测中的应用及其临床意义[J]. *卒中与神经疾病*, 2020, 27(1):78-81.
- [11] 陈维娟, 赵飞, 苏贝贝, 等. 磁敏感加权成像在颅脑损伤中的价值[J]. *中国医学计算机成像杂志*, 2020, 26(1):9-13.
- [12] LOTAN E, MORLEY C, NEWMAN J, et al. Prevalence of cerebral microhemorrhage following chronic blast-related mild traumatic brain injury in military service members using susceptibility-weighted MRI[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2018, 39(7):1222-1225.
- [13] 王红坡, 闫瑞芳, 韩东明, 等. 磁敏感加权成像联合血清脑源性神经营养因子、水通道蛋白-4 检测对新生儿窒息早期脑损伤的诊断价值[J]. *安徽医药*, 2021, 25(7):1343-1346.
- [14] 侯明杰, 金美善, 李金成. 磁共振弥散加权成像联合磁敏感加权成像序列对于早期新生儿缺氧缺血性脑损伤的诊断价值[J]. *实用医技杂志*, 2022, 29(2):176-179.

(收稿日期:2022-08-02 修回日期:2023-01-19)