

## · 论著 ·

## 探析新生儿低血糖脑损伤早期诊断的价值\*

万玲玲\* 喻云 余露 李琳 郭之强

江西省儿童医院(江西南昌 330006)

**【摘要】目的** 讨论新生儿低血糖脑损伤诊断中, 予以振幅整合脑电图(aEEG)、神经元特异性烯醇化酶(NSE)及血清脑红蛋白(NGB)诊断, 评估其诊断价值。**方法** 研究时间: 2021年10月至2022年9月, 研究对象: 江西省儿童医院收治50例低血糖新生儿。分组方法: 根据aEEG的结果和/或临床表现分为3组: 症状性低血糖脑损伤组、无症状性低血糖脑损伤组、低血糖无脑损伤组。检测三组患者振幅整合脑电图、神经元特异性烯醇化酶及血清脑红蛋白。对比三组患者aEEG评分、血清NSE、NGB水平。**结果** 症状性低血糖脑损伤组的aEEG评分低于另外两组, 血清NGB、NSE高于另外两组( $P<0.05$ )。无症状性低血糖脑损伤组的aEEG评分低于低血糖无脑损伤组, 血清NGB、NSE高于低血糖无脑损伤组( $P<0.05$ )。联合诊断特异度为8.88%, 灵敏度为91.30%。**结论** 联合振幅整合脑电图、神经元特异性烯醇化酶及血清脑红蛋白, 对新生儿低血糖脑损伤的早期诊断, 有一定价值, 值得在临床应用, 能够为临床医师提供诊断依据, 便于及时制定治疗方案。

**【关键词】** 振幅整合脑电图; 神经元特异性烯醇化酶; 血清脑红蛋白; 低血糖脑损伤

**【中图分类号】** R651.1+5

**【文献标识码】** A

**【基金项目】** 江西省卫生健康委科技计划项目(202211174)

**DOI:**10.3969/j.issn.1009-3257.2025.5.013

## Exploring the Value of Early Diagnosis of Hypoglycemic Brain Injury in Neonates\*

WAN Ling-ling\*, YU Yun, YU Lu, LI Lin, GUO Zhi-qiang.

Jiangxi Provincial Children's Hospital, Nanchang 330006, Jiangxi Province, China

**Abstract: Objective** To evaluate the clinical utility of combining amplitude-integrated electroencephalography (aEEG), neuron-specific enolase (NSE), and serum neuroglobin (NGB) in the early detection of hypoglycemic brain injury in neonates. **Methods** This study enrolled 50 neonates with hypoglycemia admitted to Jiangxi Provincial Children's Hospital between October 2021 and September 2022. Participants were stratified into three groups based on aEEG findings and clinical manifestations: symptomatic hypoglycemic brain injury group, asymptomatic hypoglycemic brain injury group, and non-hypoglycemic brain injury hypoglycemia group. aEEG scores, serum NSE, and NGB levels were measured and compared across groups. **Results** The symptomatic hypoglycemic brain injury group exhibited significantly lower aEEG scores but higher serum NGB and NSE levels compared to both asymptomatic hypoglycemic brain injury and non-hypoglycemic brain injury groups (all  $P<0.05$ ). The asymptomatic hypoglycemic brain injury group showed reduced aEEG scores and elevated NGB and NSE levels relative to the non-hypoglycemic brain injury group ( $P<0.05$ ). The combined diagnostic specificity was 8.88% and the sensitivity was 91.30%. **Conclusion** The integration of aEEG, NSE, and NGB assessments holds promise for early hypoglycemic brain injury identification, providing clinicians with actionable insights to guide timely therapeutic interventions.

**Keywords:** Amplitude-integrated Electroencephalography; Neuron-specific Enolase; Serum Neuroglobin; Hypoglycemic Brain Injury

新生儿低血糖脑损伤是指新生儿期间出现血糖浓度降低, 导致脑部损伤的一种疾病。由于新生儿的脑组织对血糖的需求较高, 低血糖可能导致脑细胞能量供应不足, 进而引发脑损伤及功能障碍<sup>[1-3]</sup>。低血糖脑损伤是一种严重的疾病, 可能导致患儿终身的神经系统障碍。早期诊断低血糖脑损伤对于干预和治疗至关重要。早期诊断可以帮助医务人员及时采取措施, 防止脑损伤的进一步发展, 同时, 早期诊断还有助于评估患儿的脑部功能状态和预测其后续发展<sup>[4-5]</sup>。因此, 提高早期诊断低血糖脑损伤的能力具有重要的临床意义。目前, 早期诊断低血糖脑损伤所依据的指标主要包括体征、病史、实验室检查和影像学等方面。通过综合运用这些指标, 医生可以更准确地进行早期诊断, 并及时采取适当的治疗措施。然而, 目前的早期诊断指标还存在一定的局限性, 体征可能不具体, 病史获取有一定难度等。为此, 本文通过采用联合振幅整合脑电图、神经元特异性烯醇化酶及血清脑红蛋白进行早期诊断, 旨在为临床

研究提供重要指导, 现报告如下。

## 1 资料和方法

**1.1 一般资料** 研究时间: 2021年10月至2022年9月, 研究对象: 江西省儿童医院新生儿科50例低血糖新生儿。分组方法: 根据aEEG(振幅整合脑电图)的结果和/或临床表现, 分为3组: (1)症状性低血糖脑损伤组(17例: 男10例, 女7例); (2)无症状性低血糖脑损伤组(17例: 男9例, 女8例); (3)低血糖无脑损伤组(16例: 男9例, 女7例)。aEEG<sup>[6]</sup>评分标准: 以aEEG波形特点作为判断依据, 对波形的连续性、窄带下界振幅及带宽、周期性进行赋值, 评分标准: 3~12分, 分值越高, 脑发育较好。

纳入标准: 34周 $\geq$ 胎龄 $\leq$ 42周; 0d $\geq$ 日龄 $\leq$ 7d; 均有低血糖, 且全血葡萄糖 $<2.2$ mmol/L。排除标准: 伴有严重疾病; HIE、颅内感染、颅内出血、脑发育异常、内分泌疾病;

**【第一作者】** 万玲玲, 女, 主治医师, 主要研究方向: 中枢神经。E-mail: Wwanlingling66@163.com

**【通讯作者】** 万玲玲

代谢性疾病；伴有先天畸形等疾病。

**1.2 方法** 患儿入院后，采集足跟血，并监测血糖，血糖仪用美国强生公司的。对于低血糖患儿，间隔0.5~1h之间，要定期测量微量血糖，直至血糖恢复。待血糖恢复后，可以延长监测时间，变为每8 h监测1次，持续3d。若血糖较低， $<2.2\text{mmol/L}$ 时，立即抽取2~3mL股静脉血，送实验室2小时内作全血糖、NSE(神经元特异性烯醇化酶)、NGB(血清脑红蛋白)测定。

aEEG监测方法：采用美国Natus公司生产的Nicolet数字脑电图监测系统实施aEEG监测，操作严格按国际10~20电极放置标准执行。信号采集选择双顶区P3~P4导联，两记录电极间距设定为75mm，具体定位以头顶中心点为基准，沿额中线向前测量25mm处作为电极放置坐标。脑电信号经半对数转换后，通过热敏记录纸进行连续描记，形成特征性振幅波谱带。监测需在患儿安静状态下进行，确保环境光线柔和、温度适宜，单次监测时长4~6小时。

aEEG结果判定采用三级分类体系，主要基于背景活动振幅特征及痫性放电表现进行综合评估：(1)正常：振幅无异常；(2)轻度异常：振幅符合正常范围但伴随间歇性痫性放电；(3)重度异常：振幅轻度异常伴癫痫样活动、振幅重度异

常或不伴癫痫样活动。

**1.3 观察指标** (1)对比三组患者aEEG评分、血清 NGB及NSE水平。其中：症状性低血糖脑损伤组(aEEG异常，有低血糖表现)、无症状性低血糖脑损伤组(aEEG异常，无低血糖表现)、低血糖无脑损伤组(aEEG正常，无低血糖表现)。(2)诊断价值：以实验室、影像学检查结果作为“金标准”，计算诊断灵敏度、特异度。

**1.4 统计学方法** 使用SPSS 26.0进行分析，计量资料以 $(\bar{x} \pm s)$ 表示，采用t检验；计数资料以n(%)表示，采用F检验； $P<0.05$ 为差异具有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 三组患者aEEG评分、血清 NGB及NSE水平** 症状性低血糖脑损伤组的aEEG评分低于另外两组，血清NGB、NSE高于另外两组( $P<0.05$ )。无症状性低血糖脑损伤组的aEEG评分低于低血糖无脑损伤组，血清NGB、NSE高于低血糖无脑损伤组( $P<0.05$ )。见表1。

**2.2 诊断价值** 联合诊断特异度为8.88%(24/27)，灵敏度为91.30%(21/23)，见表2。

表1 对比三组患者aEEG评分、血清NGB、NSE

组别	例数	aEEG(分)	血清NGB( $\mu\text{g/L}$ )	NSE( $\text{ng/mL}$ )
症状性低血糖脑损伤组	17	7.33 $\pm$ 1.39	181.33 $\pm$ 9.39	63.03 $\pm$ 4.69
无症状性低血糖脑损伤组	17	8.38 $\pm$ 1.12 <sup>a</sup>	134.38 $\pm$ 8.36 <sup>a</sup>	54.23 $\pm$ 4.38 <sup>a</sup>
低血糖无脑损伤组	16	9.38 $\pm$ 1.13 <sup>ab</sup>	108.38 $\pm$ 8.36 <sup>ab</sup>	49.23 $\pm$ 4.25 <sup>ab</sup>

注：与症状性低血糖脑损伤组比较，<sup>a</sup> $P<0.05$ ；与无症状性低血糖脑损伤组<sup>b</sup> $P<0.05$ 。

表2 两组诊断价值比较

金标准	联合		合计
	阳性	阴性	
阳性	21	2	23
阴性	3	24	27
合计	24	26	50

## 3 讨论

新生儿低血糖是指血糖比正常水平低而发生的一种疾病，具有较高的发病率。通常来说，新生儿血糖在出生后不久会出现下降情况，但也会有逐渐回升趋势，其中，有部分患儿在血糖降低后无法回到正常水平，严重影响其生长发育，不利于健康生长。一旦患病后，无典型症状，但随着疾病发展，治疗不及时会影响新生儿的大脑发育，造成脑损伤，从而影响其智力以及运动能力，因此，尽早对新生儿的血糖给予评估尤为重要<sup>[7-9]</sup>。目前，诊断本病多以神经影像学检查为主，该方法虽有一定效果，但仍然存在诊断滞后的问

题，普适性不高<sup>[10-11]</sup>。因此，需要采取更为有效的手段进行早期诊断。

aEEG，是一种监测新生儿脑功能的技术手段，尤其在新生儿重症监护室中，应用较为广泛，能够起到评估以及监测作用。其优势在于：操作便捷、不受环境干扰、实时监测、无创性等，深受医患青睐，可使患儿受益。另外，此项监测技术可长时间使用，对新生儿脑功能发育、脑损伤早期诊断和预后具有重要作用<sup>[12-13]</sup>。Burdjalov VF是一位出色的儿童神经学家，其在2003年提出了aEEG评分，此评分标准可以了解到新生儿的脑功能状态，还可以确定脑有无损伤，是一种评估新生儿脑功能的主要工具<sup>[14]</sup>。aEEG评分包括脑电活动幅度、脑电活动频率、脑电活动节律、脑电活动持续性、脑电活动演变，将其这几方面转化为简单的分数，通过数值，进一步判断新生儿的脑功能，同时也为临床医生提供有效的评估以及监测依据，便于制定治疗方案<sup>[15]</sup>。通过采用aEEG的连续简化形式，能够反映出患者大脑背景活动整体水平。尤其在儿童患者重症监护病房中，多用于诊断新生儿缺氧缺血性疾病。

本次研究中，症状性低血糖脑损伤组aEEG评分低于另外

两组。NSE是一种神经特异性酶，存在于神经元以及神经内分泌细胞中，神经元一旦被破坏，会于血清以及脑脊液中释放，换言之，其含量的高低，可以直接反映出中枢神经系统损伤的严重程度，其作为神经元损伤的一个关键指标。NSE检测方法，不仅操作简单，而且易采集标本。既往研究中表明，在神经系统疾病中，NSE的升高会在典型症状表现出来之前，这也说明了，可以将其作为早期诊断神经系统疾病的一个重要指标。另外，也有资料显示，NSE的升高，会关乎脑损伤的严重程度，以及预后效果，通过血清NSE水平检测，能够观察到患儿病情的严重程度。本次研究中症状性低血糖脑损伤组NSE高于另外两组。NGB作为继肌红蛋白与血红蛋白之后被确认的第三种携氧球蛋白，特异性表达于中枢神经系统组织，在全脑组织总蛋白中，占比为0.01%；NGB占比为10%<sup>[16-17]</sup>。NGB呈现特征性双组氨酸残基六配位构象，该特殊空间结构使其能高效参与神经元内氧气的储存、运输及代谢利用过程，这对维持神经元存活具有关键意义。现有研究表明，在缺血性缺氧、氧糖剥夺应激、氧化应激损伤及创伤性脑损伤等多种病理状态下，NGB通过调控细胞氧化还原稳态、抑制线粒体凋亡通路等机制，展现出显著的内源性神经保护效能，为探索神经退行性疾病治疗新靶点提供了重要理论依据<sup>[18-19]</sup>。本项研究中症状性低血糖脑损伤组血清NGB高于另外两组。

综上所述，振幅整合脑电图、神经元特异性烯醇化酶及血清脑红蛋白，对诊断新生儿低血糖脑损伤，有一定参考价值，可推广。

## 参考文献

- [1] 於涵, 刘玉容, 阿不都尼比·阿不都吉力力, 等. 新生儿低血糖病因分析[J]. 智慧健康, 2022, 8(7): 17-19.
- [2] 彭雅贤, 林晓珊, 陈慧琼. 振幅整合脑电图对新生儿低血糖脑损伤的早期诊断和预后评估研究[J]. 黑龙江医药, 2023, 36(2): 252-255.
- [3] 穆密, 汪春红. 探讨振幅整合脑电图(aEEG)监测在新生儿脑损伤患儿中的应用价值[J]. 特别健康, 2022(19): 100-101.

- [4] 王雪芹. 探讨新生儿低血糖导致脑损伤的高危因素及临床特征[J]. 世界最新医学信息文摘(连续型电子期刊), 2020, 20(91): 58-59.
- [5] 姜旭红, 姚万松, 王艳敏. 新生儿低血糖脑损伤患儿磁共振成像特征及影响因素分析[J]. 青岛医药卫生, 2020, 52(4): 296-298.
- [6] 王瑞珠, 席艳丽, 徐化凤, 等. 磁共振扩散加权成像纹理分析对新生儿低血糖脑损伤预后的预测价值[J]. 中华全科医师杂志, 2022, 21(4): 367-375.
- [7] 李海霞, 张新华, 刘克战, 等. 视频脑电图在新生儿低血糖脑损伤监测中的应用研究[J]. 中国药物与临床, 2020, 20(5): 739-741.
- [8] 郭怀钦. 足月新生儿不同血糖水平振幅整合脑电图的特点[J]. 临床医药文献电子杂志, 2020, 7(3): 132, 146.
- [9] 林玉婷, 杨婷, 李晓勤, 等. 妊娠期糖尿病患者血清果糖胺水平对新生儿低血糖发生的影响[J]. 中国计划生育和妇产科, 2022, 14(2): 80-84.
- [10] 周文娟, 陈聪聪, 宋鹏鹏. 多排螺旋CT诊断新生儿低血糖脑损伤的效果研究[J]. 当代医药论坛, 2023, 21(8): 133-135.
- [11] 张宝明, 孙多成, 汪建华, 等. 小儿低血糖脑损伤的CT、MR诊断[J]. 中国CT和MRI杂志, 2023, 21(4): 19-21.
- [12] 李晴晴. 新生儿低血糖与脑易损性的相关性研究[J]. 罕少疾病杂志, 2022, 29(12): 19-20.
- [13] 徐丹凤, 蒋运兰, 刘玲芳, 等. 不同分娩方式对低血糖高风险新生儿的影响[J]. 实用医院临床杂志, 2022, 19(6): 178-180.
- [14] Burdjalov VF, Baumgart S, Spitzer AR. Cerebral function monitoring a new scoring system for the evaluation of brain maturation in neonates[J]. Pediatrics, 2003, 112(4): 855-861.
- [15] 韩静, 尹卫, 步红兵, 等. 江苏省新生儿科与产科护士新生儿低血糖预防认知及管理现状的调查[J]. 中华现代护理杂志, 2022, 28(9): 1207-1211.
- [16] 梁桂娟. 糖尿病孕妇不同时点血糖异常与新生儿低血糖脑损伤的相关性[J]. 实用糖尿病杂志, 2021, 17(1): 18-19.
- [17] 孙多成, 陈昂, 陈传明, 等. MRI监测早产儿与足月儿低血糖脑损伤[J]. 医学影像学杂志, 2021, 31(9): 1458-1461.
- [18] 阳一平, 蔡娇, 王榜珍, 等. 新生儿低血糖脑损伤高危因素分析[J]. 癫痫与神经电生理学杂志, 2021, 30(2): 92-97.
- [19] 窦红艳. 新生儿低血糖脑损伤的临床表现与危险因素研究[J]. 饮食保健, 2021(25): 52.

(收稿日期: 2024-10-10)

(校对编辑: 韩敏求)