

本文引用:王卫卫,张红伟,李晓芳,等. 振幅整合脑电图联合头颅磁共振成像对晚期早产儿神经行为发育异常的预测价值[J]. 新乡医学院学报,2023,40(6):558-562,568. DOI:10.7683/xyxyxb.2023.06.011.

【临床研究】

振幅整合脑电图联合头颅磁共振成像对晚期早产儿神经行为发育异常的预测价值

王卫卫¹, 张红伟², 李晓芳², 席慧芳¹, 孙亚洲¹, 崔清洋¹, 王倩楠¹, 桑桂梅¹, 唐成和¹

(1. 新乡医学院第一附属医院新生儿科, 河南 卫辉 453100; 2. 新乡医学院第一附属医院麻醉科, 河南 卫辉 453100)

摘要: **目的** 探讨出生后3 h及3 d振幅整合脑电图(aEEG)联合出生后2周头颅磁共振成像(MRI)对晚期早产儿矫正胎龄40周时神经行为发育异常的预测价值。**方法** 选择2021年1月至2022年12月新乡医学院第一附属医院新生儿科收治的60例晚期早产儿为研究对象,患儿出生后即转入本院新生儿重症监护室进行治疗并行aEEG监测,每天监测至少3 h,连续监测3 d;于出生后2周时行头颅MRI检查,并于矫正胎龄40周时进行新生儿行为神经检查(NBNA)评分。采用Kruskal-Wallis *H* 检验分析aEEG分级、头颅MRI检查颅内出血(ICH)分级和脑白质损伤(WMD)分级与NBNA评分的一致性;采用受试者操作特征曲线、敏感度、特异度、阴性预测值、阳性预测值评估aEEG及头颅MRI对神经行为发育异常的预测价值。**结果** 60例晚期早产儿中,NBNA评分>35分43例,≤35分17例;出生3 h时aEEG正常4例(6.7%),轻度异常29例(48.3%),重度异常27例(45.0%);出生3 d时aEEG正常21例(35.0%),轻度异常24例(40.0%),重度异常15例(25.0%);ICH分级:无出血27例(45.0%),Ⅰ~Ⅱ度ICH 26例(43.3%),Ⅲ~Ⅳ度ICH 7例(11.7%);WMD分级:无白质损伤31例(51.7%),轻中度损伤22例(36.7%),重度损伤7例(11.7%)。出生后3 h,3 d时aEEG分级与NBNA评分具有显著一致性($H=6.790, 20.200, P<0.05$);且ICH分级、WMD分级与NBNA评分之间具有显著一致性($H=20.374, 14.591, P<0.05$)。出生后3 h,3 d aEEG单独或联合出生后2周头颅MRI对矫正胎龄40周时神经行为发育异常均有预测价值($P<0.05$)。单独出生3 d aEEG分级预测神经行为发育异常的曲线下面积(AUC)显著大于出生3 h aEEG分级($P<0.05$);单独出生后2周头颅MRI预测神经行为发育异常的AUC大于出生后3 d aEEG分级($P<0.05$);aEEG联合头颅MRI对早产儿神经行为发育异常的AUC大于单独aEEG、头颅MRI,且出生后3 d aEEG联合出生后2周头颅MRI对晚期早产儿矫正胎龄40周龄神经行为发育异常的AUC最大($P<0.05$)。**结论** 早期aEEG分级与MRI检测相结合可提高对晚期早产儿神经发育异常的预测价值。

关键词: 振幅整合脑电图;磁共振成像;晚期早产儿;神经行为发育异常

中图分类号: R174.1 **文献标志码:** A **文章编号:** 1004-7239(2023)06-0558-06

Predictive value of amplitude-integrated electroencephalogram combined with cranial magnetic resonance imaging for neurobehavioral abnormalities of late preterm infants

WANG Weiwei¹, ZHANG Hongwei², LI Xiaofang², XI Huifang¹, SUN Yazhou¹, CUI Qingyang¹, WANG Qiannan¹, SANG Guimei¹, TANG Chenghe¹

(1. Department of Neonatology, the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Weihui 453100, Henan Province, China; 2. Department of Anesthesiology, the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University, Weihui 453100, Henan Province, China)

Abstract: **Objective** To investigate the predictive value of amplitude-integrated electroencephalogram (aEEG) at 3 hours and 3 days after birth combined with cranial magnetic resonance imaging (MRI) at 2 weeks after birth for abnormal neurobehavioral development of late preterm infants at a corrected gestational age of 40 weeks. **Methods** Sixty late preterm infants admitted to the Department of Neonatology, the First Affiliated Hospital of Xinxiang Medical University from January 2021 to December 2022 were selected as the research subjects. After birth, the infants were transferred to the neonatal intensive care unit of our hospital for treatment and aEEG monitoring, aEEG was monitored once a day for at least 3 hours each time and continued for 3 days; cranial MRI examination was performed at 2 weeks after birth, and neonatal behavioral neurological

DOI:10.7683/xyxyxb.2023.06.011

收稿日期:2023-03-16

基金项目:河南省医学科技攻关计划项目(编号:LHGJ20220613)。

作者简介:王卫卫(1986-),女,河南西华人,硕士,主治医师,研究方向:新生儿缺氧缺血性脑病。

通信作者:唐成和(1968-),男,河南安阳人,硕士,主任医师,研究方向:新生儿神经系统疾病;E-mail:tch8275@163.com。

assessment (NBNA) score of the children was performed at 40 weeks of corrected gestational age. The consistency between aEEG grading, intracranial hemorrhage (ICH) grading and white matter injury (WMD) grading by cranial MRI examination with NBNA grading was analyzed by using Kruskal Wallis *H*-test; the predictive value of aEEG and cranial MRI for neurobehavioral dysplasia was evaluated by receiver operating characteristic curve, sensitivity, specificity, negative predictive value and positive predictive value. **Results** Among the 60 late preterm infants, there were 43 cases with NBNA score > 35, 17 cases with NBNA score ≤ 35; on the 3 hours after birth, 4 cases (6.7%) had normal aEEG, 29 cases (48.3%) had mildly abnormal aEEG, and 27 cases (45.0%) had severely abnormal aEEG; on the third day after birth, 21 cases (35.0%) had normal aEEG, 24 cases (40.0%) had mild abnormal aEEG, and 15 cases (25.0%) had severe abnormal aEEG; according to ICH grade, there were 27 cases (45.0%) without bleeding, 26 cases (43.3%) with I – II degree of ICH, 7 cases (11.7%) with III – IV degree of ICH; according to WMD grade, there were 31 cases (51.7%) with no white matter injury, 22 cases (36.7%) with mild to moderate injury, and 7 cases (11.7%) with severe injury. The aEEG grading at 3 hours and 3 days after birth was significantly consistent with the NBNA score ($H = 6.790, 20.200; P < 0.05$); and there was a significant consistency between ICH grading, WMD grading and NBNA score ($H = 20.374, 14.591; P < 0.05$). The aEEG at 3 hours and 3 days after birth alone or in combination with cranial MRI at 2 weeks after birth had predictive value for abnormal neurobehavioral development at a corrected gestational age of 40 weeks ($P < 0.05$). The area under the curve (AUC) of aEEG grading at 3 days after birth in predicting neurodevelopmental abnormalities was significantly greater than that of aEEG grading at 3 hours after birth ($P < 0.05$); the AUC of cranial MRI at 2 weeks after birth in predicting neurodevelopmental abnormalities was significantly greater than that of aEEG grading at 3 days after birth ($P < 0.05$); the AUC of aEEG combined with cranial MRI in predicting neurodevelopmental abnormalities of preterm infants was significantly greater than that of aEEG or brain MRI alone, and the AUC of aEEG at 3 days after birth combined with cranial MRI at 2 weeks after birth in predicting the neurodevelopmental abnormalities of late preterm infants at a corrected gestational age of 40 weeks was the largest ($P < 0.05$). **Conclusion** The combination of early aEEG grading and MRI can improve the predictive value for neurodevelopmental abnormalities of late preterm infants.

Key words: amplitude-integrated electroencephalogram; magnetic resonance imaging; late preterm infants; neurobehavioral abnormalities

近年来,随着新生儿重症诊疗技术不断提高,早产儿的成活率也得到显著提高;但由于早产儿自身发育不成熟,对感染、缺血、低氧、高氧等不良因素高度易感,可能会发生不同程度的早产儿脑损伤 (brain injury in premature infants, BIPI)^[1]。BIPI 患儿存在的神经行为学损伤甚至会一直持续到成年。早期诊断及适当干预能有效减少 BIPI 患儿脑细胞凋亡和神经元死亡,降低不良预后的发生^[2]。胎龄 34 ~ 36⁺ 周的新生儿被定义为晚期早产儿,同样易发生不同程度的脑损伤,若得不到及时诊断与治疗,其认知与运动障碍等神经系统相关并发症较足月儿高 2 ~ 3 倍,导致患病率及病死率明显增高,故晚期早产儿脑损伤不容忽视^[3,4]。振幅整合脑电图 (amplitude-integrated electroencephalogram, aEEG) 和头颅磁共振成像 (magnetic resonance imaging, MRI) 已被独立应用于评估早产儿脑损伤的预后^[5]。aEEG 是一种简单化的脑电生理监测技术,不但能有效反映脑电背景活动,而且还能够早期诊断脑损伤状况^[6];有研究证实,出生后 7 d 内早产儿的 aEEG 可作为远期神经发育结局的评估指标^[7]。头颅 MRI 无放射性、组织分辨率高,不仅能精准定位病灶部位,还可评估大脑白质和灰质发育程度^[8],但头颅 MRI 对脑损伤的诊断相对延迟,且不能床旁检查,存在需要镇

静及不能携氧等不足,限制了对危重患者的检查。基于此,本研究对晚期早产儿于出生后早期行 aEEG 监测并于出生后 2 周行头颅 MRI 检查,评估出生后早期 aEEG 联合出生后 2 周头颅 MRI 对矫正胎龄 40 周时神经行为发育异常的预测价值,以期对晚期早产儿脑损伤预后评估提供检测指标。

1 资料与方法

1.1 一般资料 选择 2021 年 1 月至 2022 年 12 月新乡医学院第一附属医院新生儿科收治的 60 例晚期早产儿为研究对象,其中男 31 例,女 29 例;胎龄 34 ~ 36⁺ (35.42 ± 0.61) 周,出生体质量 1 640 ~ 2 740 (2 180 ± 545) g。病例纳入标准: (1) 胎龄 34 ~ 36⁺ 周; (2) 监护人知情同意并签署知情同意书。排除标准: (1) 患先天性脑发育畸形、中枢神经系统感染所致的神经系统病变者; (2) 心脏、肾脏等重要器官存在功能严重障碍者; (3) 患染色体疾病和遗传代谢性疾病者。本研究获得医院伦理委员会批准 (伦理编号 EC-022-041)。

1.2 方法

1.2.1 aEEG 监测 所有患儿出生后即转入本院新生儿重症监护室 (neonatal intensive care unit, NICU) 进行治疗并行 aEEG 监测,每天监测至少

3 h,连续监测 3 d。采用美国 Nicolet One TM 型脑功能监护仪,8 导联脑功能监护仪监测和记录;避免应用镇静药、抗癫痫药物、麻醉类药物,排除操作所引起的干扰;操作前使用磨砂膏对患儿头皮进行处理并清洗,随后将盘状电极以 10-20 系统标准电极放置法粘贴于患儿头皮部位并进行固定,信号采集点为 F3、F4、P3、P4、T3、T4、C3、C4,接着再进行参考电极与地线的放置。输出描记图形(半对数形式,速度为 $6\text{ cm}\cdot\text{h}^{-1}$,滤波频率为 $0.8\sim35.0\text{ Hz}$,灵敏度保持 $7\text{ }\mu\text{V}\cdot\text{mm}^{-1}$),监测时间至少 3 h;监测结果由 2 位主治医师采用双盲法分析。按照 Burdjalov 评分标准^[6]进行 aEEG 分级评分,包括 4 个项目,每个项目赋分值 0~5 分;不同胎龄晚期早产儿的 aEEG 评分平均值为孕周 34~35 周 11 分、36 周 13 分,将 aEEG 总分低于同胎龄正常早产儿 2 分或以上且伴或不伴病理波形(如连续性低电压、癫痫样波形、爆发抑制等)判定 aEEG 异常^[9],aEEG 分值 ≤ 3 分为轻度异常, >3 分或(和)伴有病理波形为重度异常。

1.2.2 头颅 MRI 检查 所有患儿于出生后 2 周,行头颅 MRI 检查,包括 T1 加权像(T1 weighted imaging,T1WI)、T2 加权像(T2 weighted imaging,T2WI)及弥散加权成像(diffusion-weighted imaging,DWI)。颅内出血(intracranial hemorrhage,ICH)分级标准:I 度:出血局限于生发基质;II 度:血液在侧脑室内占据容积 $\leq 50\%$;III 度:血液在侧脑室内占据容积 $>50\%$;IV 度:在出血同侧的侧脑室旁发生出血性脑梗死^[10]。脑白质损伤(white matter damage,WMD)分级:正常:无白质损伤为正常;轻度损伤:T1 异常信号区域直径 $<2\text{ mm}$,异常信号区域 <3 个;中度损伤:T1 信号异常区域直径 $<2\text{ mm}$,异常信号区域 >3 个,或异常信号直径 $>2\text{ mm}$;重度损伤: $>5\%$ 脑半球受损^[11]。

1.2.3 新生儿行为神经检查(neonatal behavioral neurological assessment,NBNA)评分 所有患儿于纠正胎龄 40 周行 NBNA 评分。NBNA 量表包括行为能力、被动肌张力、主动肌张力、原始反射和一般反射 5 个方面,共 20 项目,总分值 0~40 分, >35 分为正常, ≤ 35 分为异常^[12]。检测人员均参加过专业学习班培训,不知道早产儿住院期间资料。

1.3 统计学处理 应用 SPSS 25.0 软件进行数据统计与分析。呈正态分布的连续性变量资料以均数 \pm 标准差($\bar{x}\pm s$)表示,2 组间比较采用独立样本 t 检验;计数资料以例数和百分率表示,2 组间比较采用 χ^2 检验;有序资料采用 Kruskal-Wallis H 检验。

采用受试者操作特征曲线、敏感度、特异度、阴性预测值、阳性预测值评价 aEEG 及头颅 MRI 对神经行为发育异常的预测价值; $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 NBNA 评分结果 60 例晚期早产儿中,NBNA >35 分者 43 例(神经行为正常组), ≤ 35 分者 17 例(神经行为异常组)。神经行为正常组:男 23 例,女 20 例;胎龄 $34\sim 36^{+6}$ (35.47 ± 0.72) 周,胎龄 $34\sim 34^{+6}$ 周 15 例, $35\sim 35^{+6}$ 周 16 例, $36\sim 36^{+6}$ 周 12 例;出生体质量 $1.90\sim 3.01$ (2.38 ± 0.47) kg;分娩方式:顺产 21 例,剖宫产 22 例。神经行为异常组:男 8 例,女 9 例;胎龄 $34\sim 36^{+6}$ (35.42 ± 0.62) 周, $34\sim 34^{+6}$ 周 7 例, $35\sim 35^{+6}$ 周 6 例, $36\sim 36^{+6}$ 周 4 例;出生体质量 $1.61\sim 2.88$ (2.14 ± 0.52) kg;分娩方式:顺产 10 例,剖宫产 7 例。2 组患儿的性别、胎龄、出生体质量、分娩方式差异无统计学意义($P>0.05$)。

2.2 aEEG 监测结果 60 例晚期早产儿出生 3 h 时 aEEG 监测结果显示:正常 4 例(6.7%),轻度异常 29 例(48.3%),重度异常 27 例(45%);出生 3 d 时 aEEG 监测结果显示:正常 21 例(35.0%),轻度异常 24 例(40.0%),重度异常 15 例(25.0%)。

2.3 头颅 MRI 监测结果 ICH 分级:无出血 27 例(45.0%),I~II 度 26 例(43.3%),III~IV 度 7 例(11.7%)。WMD 分级:无白质损伤 31 例(51.7%),轻中度损伤 22 例(36.7%),重度损伤 7 例(11.7%)。

2.4 晚期早产儿 aEEG 分级与 NBNA 评分的一致性 结果见表 1。出生后 3 h、3 d 时不同 aEEG 分级与 NBNA 评分之间具有显著一致性($H=6.790$ 、 20.200 , $P<0.05$)。

表 1 aEEG 分级与 NBNA 评分的一致性
Tab. 1 Consistency between aEEG grading and NBNA score

NBNA 评分	出生 3 h aEEG 分级			出生 3 d aEEG 分级		
	正常	轻度异常	重度异常	正常	轻度异常	重度异常
>35 分	4	24	15	19	20	4
≤ 35 分	0	5	12	2	4	11
H	6.790			20.200		
P	0.034			0.000		

2.5 晚期早产儿 ICH 分级和 WMD 分级与 NBNA 评分的一致性 结果见表 2。ICH 分级和 WMD 分级与 NBNA 评分之间具有显著一致性($H=20.374$ 、 14.591 , $P<0.05$)。

表2 晚期早产儿 ICH 分级和 WMD 分级与 NBNA 评分的一致性

Tab.2 Consistency of ICH grading and WMD grading with NBNA score in late preterm infants

NBNA 评分	WMD 分级			ICH 分级		
	正常	轻中度	重度	正常	I ~ II 度	III ~ IV 度
>35 分	29	13	1	22	20	1
≤35 分	2	9	6	5	6	6
H	20.374			14.591		
P	0.000			0.001		

2.5 出生后 3 h、3 d aEEG 及出生后 2 周头颅 MRI 单独或联合对晚期早产儿矫正胎龄 40 周龄神经行为发育异常的预测价值 结果见表 3 和图 1。出生后 3 h、3 d aEEG 及出生后 2 周头颅 MRI 单独或联合对晚期早产儿矫正胎龄 40 周龄神经行为发育异常均有一定的预测价值($P<0.05$)。ROC 曲线显示,单独出生 3 d aEEG 分级预测神经行为发育异常的曲线下面积(area under the curve, AUC)显著大于出生 3 h aEEG 分级,差异有统计学意义($P<0.05$);单独出生后 2 周头颅 MRI 预测神经发育异常的 AUC 高于出生后 3 d aEEG 分级,差异有统计学意义($P<0.05$);aEEG 联合头颅 MRI 对早产儿神经发育异常的 AUC 大于单独 aEEG、头颅 MRI,且出生后 3 d aEEG 联合出生后 2 周头颅 MRI 对晚期早产儿矫正胎龄 40 周龄神经行为发育异常的 AUC 最大,差异有统计学意义($P<0.05$)。

表3 aEEG 及头颅 MRI 对晚期早产儿矫正胎龄 40 周时神经行为发育异常的预测价值

Tab.3 Predictive value of aEEG and cranial MRI for adverse neurobehavioral outcomes in late preterm infants at corrected 40 weeks gestational age

因素	阳性预测值/%	阴性预测值/%	特异度/%	敏感度/%	AUC	P
出生 3 h aEEG	38.5	97.4	55.8	95.8	0.663	0.048
出生 3 d aEEG	56.3	99.1	62.9	97.5	0.810	0.013
头颅 MRI	69.3	92.9	80.1	79.0	0.830	0.005
出生 3 h aEEG 联合头颅 MRI	80.9	99.3	89.3	90.5	0.839	0.000
出生 3 d aEEG 联合头颅 MRI	89.6	99.6	99.3	97.4	0.897	0.000

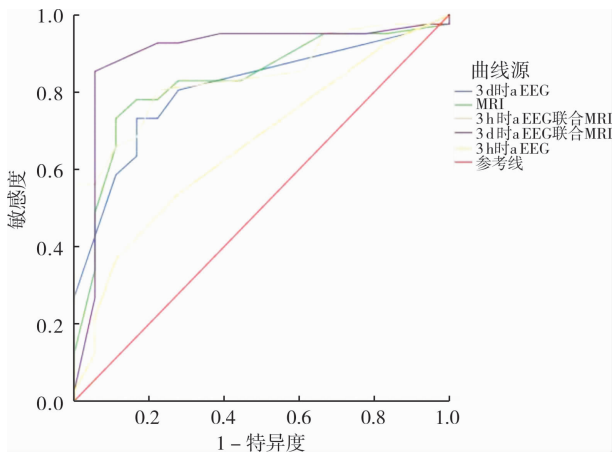


图1 aEEG 及头颅 MRI 预测矫正胎龄 40 周时晚期早产儿神经行为发育异常的 ROC 曲线

Fig.1 ROC curve of aEEG and cranial MRI in predicting the prognosis of adverse neurobehavior in late preterm infants at corrected 40 weeks gestational age

3 讨论

近年来随着医学的不断发展和进步,尤其是 NICU 技术的不断提高,使得早产儿的救治率得到明显增高,但因早产儿各系统尤其是脑部发育不完善,后期发育阶段极易发生不同程度的脑损伤,如不能早期识别并进行干预,可引起脑性瘫痪、神经系统后遗症甚至死亡^[2]。研究显示,与足月儿相比,晚期早产儿发生发育迟缓或残疾风险高 36%,学前班休学风险高 19%;发生 3~4 岁学前教育障碍、特殊学生教育和学前班留级的风险增加 10%~13%,对家庭及社会均造成了很大的负担^[13]。脑室周围白质软化和 ICH 是晚期早产儿脑损伤的主要表现形式,可引起神经行为异常改变,预后差,是脑性瘫痪、癫痫甚至是婴儿死亡的主要原因^[14]。早期进行诊断、及时采取干预措施能很大程度上改善预后。既往对早产儿脑损伤的早期诊断主要依据病史、临床表现、MRI 检查等,但由于其早期临床表现不典型,且能够行头颅 MRI 检查时间较晚,常延误诊断,导致错过最佳的治疗时间。因此,探讨针对晚期早产儿胎龄纠正 40 周神经行为异常的早期预测因子,对启动早期干预及支持治疗有重要意义。

aEEG 是近年来受认可程度较高的检查方法,其通过对一定时间内的脑细胞电活动信息进行分析,反映脑电图背景活动,可用于判断神经系统损伤的严重程度。有研究证明,aEEG 对于缺氧缺血性脑病患儿的远期智力、运动情况具有一定的预测作用^[15]。aEEG 与传统的 EEG 相比,具有电极少、环境影响因素小的特点,图形更直观,较 MRI、CT 等其他成像技术更方便,适合对早产儿进行连续监护。此外,脑损伤早产儿的异常 aEEG 背景活动要早于临床症状、体征和相关影像学表现^[16]。HÜNING 等^[17]研究证实,早产儿在出生 72 h 行 aEEG 并进行评分,结合 MRI 可以识别出婴儿早期神经发育受损,并能够对早产儿矫正年龄 2 周岁时的长期结局进行预测。本研究结果显示,出生后 3 h 和 3 d 的 aEEG 监测结果与 NBNA 评分具有较好的一致性,且出生 3 d aEEG 分级预测神经行为学发育异常的 AUC 显著大于 3 h aEEG 分级,因此,认为早期 aEEG 对神经行为发育异常有较好的预测作用,可依据早期的 aEEG 检测结果对早产患儿进行早期干预。但本研究结果显示,出生后 3 h 和 3 d aEEG 分级预测神经行为学发育异常的阳性预测值分别为 38.5%、56.3%,特异度分别为 55.8%、62.9%,提示出生后 3 h 和 3 d aEEG 分级预测神经行为学发育异常的阳性预测值和特异度都不高,这可能是因

为 aEEG 的评估受胎龄、宫外环境等影响,监测结果有一定局限性,因此,有必要与其他方法联合检测,提高诊断效能。

MRI 能准确反映颅脑损伤的部位、范围及性质。晚期脑损伤早产儿大脑皮质、深灰质、脑胼胝体、脑室系统和小脑等许多区域的大小、体积和生长速度可能会发生改变,头颅 MRI 能够检测到微小的脑异常和弥漫性白质损伤及颅内出血^[18]。有研究报道,早产儿在矫正胎龄足月时的头颅 MRI 可以预测其学龄前期神经发育结局^[19]。本研究结果显示,头颅 MRI 对矫正胎龄 40 周的神经行为发育异常的特异度和阴性预测值分别为 80.1%、92.9%,说明头颅 MRI 对矫正胎龄 40 周的神经行为发育异常有较好的特异度和阴性预测值;其阳性预测值和敏感度分别为 69.3%、79.0%,说明其阳性预测值和敏感度不高,提示单独采用头颅 MRI 对矫正胎龄 40 周的神经行为发育异常进行预测可能会遗漏部分预后不良的人群。因此,本研究观察了 aEEG 联合头颅 MRI 对早产儿神经发育预后的预测价值,结果显示,单独出生后 3 d aEEG 分级预测神经发育异常的 AUC 显著大于出生后 3 h aEEG 分级,单独出生后 2 周头颅 MRI 预测神经发育异常的 AUC 高于出生后 3 d aEEG 分级,aEEG 联合头颅 MRI 对早产儿神经发育预后的预测价值优于单独 aEEG、头颅 MRI,且出生后 3 d aEEG 联合出生后 2 周头颅 MRI 对晚期早产儿矫正胎龄 40 周龄神经行为发育异常的 AUC 最大。这说明,出生后 3 d 的 aEEG 联合生后 2 周的头颅 MRI 对矫正胎龄 40 周神经行为发育异常有更好的预测价值,可作为其一种简单易行、有效的预测指标。

综上所述,早期 aEEG 分级与 MRI 影像学相结合可提高对晚期早产儿神经发育异常的预测价值,对启动早期干预及支持治疗,降低远期神经系统后遗症的发病率有重要意义。

参考文献:

[1] 卜祥芳,万乃君. 早产儿脑损伤的类型及高危因素[J]. 临床与病理杂志,2022,42(10):2391-2397.
BU X F, WAN N J. Damage type and high-risk factors of brain injury in premature infants[J]. *J Clin Patholog Res*, 2021, 42(10): 2391-2397.

[2] 龚向英,孟康康,季坚卫. 振幅整合脑电图在早产儿脑损伤诊断中的应用[J]. 临床医学进展,2021,12(7):6228-6233.
GONG X Y, MENG K K, JI J W. Application of amplitude integrated electroencephalogram in the diagnosis of brain injury in premature infants[J]. *Progr Clin Med*, 2021, 12(7): 6228-6233.

[3] SUMANASENA S P, VIPULAGUNA D V, MENDIS M M, et al. Beyond survival: 5-year neurodevelopmental follow-up of a cohort of preterm infants in Colombo, Sri Lanka[J]. *Paediatr Int Child Health*, 2018, 38(2): 128-136.

[4] BULUT C, GÜRSOY T, OVALI F. Short-term outcomes and mortality of late preterm infants[J]. *Balkan Med J*, 2016, 33(2): 198-203.

[5] 黄会芝,温晓红,孙亚伟,等. 振幅整合脑电图结合头颅 MRI 对窒息早产儿脑损伤的诊断及神经行为发育的预测[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2021, 30(1): 22-26.
HUANG H Z, WEN X H, SUN Y W, et al. Amplitude-integrated electroencephalogram combined with cranial magnetic resonance imaging for diagnosis of brain injury and prediction on neurobehavioral development in premature infants with asphyxiation[J]. *Chin J Behav Med Brain Sci*, 2021, 30(1): 22-26.

[6] 中国抗癫痫协会脑电图与神经电生理分会新生儿脑电图学组. 新生儿振幅整合脑电图临床应用中国专家共识(2023)[J]. 中华新生儿科杂志, 2023, 38(3): 129-135.
NEONATAL ELECTROENCEPHALOGRAPHY GROUP OF CHINESE SOCIETY OF ELECTROENCEPHALOGRAPHY AND NEUROPHYSIOLOGY. Chinese expert consensus on clinical application of amplitude-integrated electroencephalography in neonates (2023)[J]. *Chin J Neonatol*, 2023, 38(3): 129-135.

[7] 奚敏,崔珊,张焱,等. 振幅整合脑电图(aEEG)联合磁共振弥散加权成像(MRDWI)在早产儿胆红素脑损伤的临床应用[J]. 中国生育健康杂志, 2020, 30(5): 465-467.
XI M, CUI S, ZHANG Y, et al. Clinical application of amplitude integrated electroencephalography (aEEG) combined with magnetic resonance diffusion weighted imaging (MRDWI) in premature infants with bilirubin brain injury[J]. *Chin J Reprod Health*, 2020, 30(5): 465-467.

[8] 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.
LIANG Y M, LI S N, LI Z H. Application value of amplitude-integrated electroencephalogram in early diagnosis and prognosis evaluation of brain injury in advanced premature infants[J]. *China Med Pharm*, 2021, 11(6): 83-86, 96.

[9] 彭锋,邹敏珍,陈俊丽,等. 振幅整合脑电图评估早产儿脑损伤的价值[J]. 中国妇幼保健, 2017, 32(6): 1321-1324.
PENG F, ZOU M Z, CHEN J L, et al. Value of amplitude-integrated electroencephalogram in assessment of brain injury in premature infants[J]. *Mat Child Health Care China*, 2017, 32(6): 1321-1324.

[10] 邵肖梅,叶鸿瑁,丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5 版. 北京:人民卫生出版社, 2019: 855-860.
SHAO X M, YE H M, QIU X S. Ractice of neonatology[M]. 5th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2019: 855-860.

[11] MILLER S P, COZZIO C C, GOLDSTEIN R B, et al. Comparing the diagnosis of white matter injuiy in premature newborns with serial MR imaging and transfontanel ultrasonography findings[J]. *AJNR Am J Neuroradiol*, 2003, 24(8): 1661-1669.

比较[J]. 华西医学,2016,31(3):463-466.

WU J S, YAN X Y, WANG Y, *et al.* Comparative evaluation of the 36-item short form health survey and the World Health Organization quality of life-bref in patients with pulmonary tuberculosis [J]. *West Chin Med J*, 2016, 31(3):463-466.

[13] ZHANG X, YANG S, SUN K, *et al.* How to achieve better effect of peer support among adults with type 2 diabetes: a meta-analysis of randomized clinical trials[J]. *Patient Educ Couns*, 2016, 99(2):186-197.

[14] LEGG M, HYDE M K, OCCHIPINTI S, *et al.* A Prospective and population-based inquiry on the use and acceptability of peer support for women newly diagnosed with breast cancer[J]. *Supportive Care Cancer*, 2019, 27(2):677-685.

[15] WANG X S, ZHAO F, FISCH M J, *et al.* Prevalence and characteristics of moderate to severe fatigue: a multicenter study in cancer patients and survivors[J]. *Cancer*, 2014, 120(3):425-432.

[16] SUHR M, RISCH A K, WILZ G. Maintaining mental health through positive writing: effects of a resource diary on depression and emotion regulation[J]. *J Clin Psychol*, 2017, 73(12):1586-1598.

[17] CHAMBERS A, DAMONE E, CHEN Y T, *et al.* Social support and outcomes in older adults with lung cancer[J]. *J Geriatr Oncol*, 2022, 13(2):214-219.

[18] 龙春鹏, 卢岳青, 汪敏. 同伴教育在脑卒中病人恢复期应用的研究进展[J]. 护理研究, 2019, 33(12):2085-2087.

LONG C L, LU Y Q, WANG M. Application research progress on peer education in patients with cerebral apoplexy during recovery period[J]. *Nur Res*, 2019, 33(12):2085-2087.

[19] 宋玛丽, 王迎来. 纽曼系统护理模式联合同伴支持干预在肝移植患者术后血糖控制中的应用[J]. 临床医学工程, 2022, 29(4):559-560.

SONG M L, WANG Y L. Application of Neuman system nursing model combined with peer support intervention in postoperative blood glucose control of patients with liver transplantation[J]. *Clin Med Eng*, 2022, 29(4):559-560.

[20] NÁPOLES A M, ORTÍZ C, SANTOYO-OLSSON J, *et al.* Nuevo amanecer: results of a randomized controlled trial of a community-based, peer-delivered stress management intervention to improve quality of life in latinas with breast cancer [J]. *Am J Public Health*, 2015, 105(Suppl 3):e55-e63.

(本文编辑:李胜利)

(上接第 562 页)

[12] 邵肖梅, 叶鸿瑁, 丘小汕. 实用新生儿学[M]. 5 版. 北京: 人民卫生出版社, 2019:104-108.

SHAO X M, YE H M, QIU X S. Ractice of neonatology[M]. 5th ed. Beijing: People's Medical Publishing House, 2019:104-108.

[13] MORSE S B, ZHENG H, TANG Y, *et al.* Early school-age outcomes of late preterm infants [J]. *Pediatrics*, 2009, 123(4):e622-e629.

[14] 王大雨, 叶孝严, 徐艳, 等. 髓样细胞触发受体在新生大鼠脑室周围白质软化模型中的表达[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2020, 29(2):109-113.

WANG D Y, YE X Y, XU Y, *et al.* Expression of triggering receptor expressed on myeloid cells in periventricular leukomalacia of neonatal rat model [J]. *Chin J Behav Med Brain Sci*, 2020, 29(2):109-113.

[15] 黄萍, 陶美姣. 不同时间节点 aEEG 监测对 HIE 远期神经预后的评估价值[J]. 重庆医学, 2023, 52(3):333-337.

HUANG P, TAO M J. The evaluation value of aEEG monitoring at different time points in the long-term neurological prognosis of HIE[J]. *Chongqing Med*, 2023, 52(3):333-337.

[16] ZHU X, GUO Y, LIU Y, *et al.* Amplitiule-integrated electroen-cephalography for early diagnosis and prognostic prediction of hy-poxic encephalopathy in preterm infants [J]. *Med Sci Monit*, 2018, 24:8795-8802.

[17] HÜNING B, STORBECK T, BRUNS N, *et al.* Relationship between brain function (aEEG) and brain structure (MRI) and their predictive value for neurodevelopmental outcome of preterm infants[J]. *Eur J Pediatr*, 2018, 177(8):1181-1189.

[18] 马艳玲, 陈红燕, 王金芳, 等. 脑白质病变患者受损脑区白质微结构改变与执行功能的相关性[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2020, 29(3):239-244.

MA Y L, CHEN H Y, WANG J F, *et al.* Correlation of white matter microstructural changes with executive function impairment in patients with white matter lesions[J]. *Chin J Behav Med Brain Sci*, 2020, 29(3):239-244.

[19] 李红新, 于敏, 郑爱斌, 等. 缺氧缺血性脑病新生儿大脑静息态网络功能属性变化的初步研究[J]. 中华行为医学与脑科学杂志, 2018, 27(9):814-819.

LI H X, YU M, ZHENG A B, *et al.* A preliminary study on the functional properties of brain resting-state network in neonates with hypoxic-ischemic encephalopathy [J]. *Chin J Behav Med Brain Sci*, 2018, 27(9):814-819.

(本文编辑:周二强)