

## CTP灌注参数联合脑电图对aSAH继发癫痫及预后的价值分析

陈明武, 郑诗豪, 杨波, 王开宇  
福建省立医院神经外科, 福建 福州 350001

**【摘要】目的:**分析脑CT灌注成像(CTP)参数联合脑电图对动脉瘤性蛛网膜下腔出血(aSAH)继发癫痫及其预后的预测价值。**方法:**选取aSAH患者78例,其中CTP联合脑电图检查40例(联合组),单独CTP检查38例(对照组),比较两组动态EEG Young分级、脑血管痉挛与痫样发作检出情况,比较发生与未发生脑血管痉挛者的CTP参数、痫样发作与未发作者CTP参数、预后,分析单独CTP、CTP联合脑电图对预后的预测价值。**结果:**联合组EEG Young分级I、II、III、IV、V型分别3、5、19、11、2例;联合组脑血管痉挛、痫样发作检出率高于对照组( $P<0.05$ );两组中发生脑血管痉挛者脑血流量、脑血容量均较未发生脑血管痉挛者低,而达峰时间、平均通过时间延长( $P<0.05$ );联合组中痫样发作者的脑电图类型构成与未发作者存在差异( $P<0.05$ ),痫样发作者以III、IV型为主,非发作者以II型为主;痫样发作者改良Rankin评分高于非发作者( $P<0.05$ ),联合组评估预后的准确率高于对照组,而错误率低于对照组( $P<0.05$ )。**结论:**与单纯CTP相比,CTP联合脑电图对aSAH患者继发癫痫及预后的预测价值更高,可在临床推广应用。

**【关键词】**脑CT灌注成像;脑电图;动脉瘤性蛛网膜下腔出血;癫痫;预后;预测价值

**【中图分类号】**R742.1;R814

**【文献标志码】**A

**【文章编号】**1005-202X(2023)02-0182-04

### Predictive value of CTP parameters combined with electroencephalogram for epilepsy secondary to aSAH and the prognosis

CHEN Mingwu, ZHENG Shihao, YANG Bo, WANG Kaiyu  
Department of Neurosurgery, Fujian Provincial Hospital, Fuzhou 350001, China

**Abstract: Objective** To analyze the value of cerebral CT perfusion imaging (CTP) parameters combined with electroencephalogram (EEG) to predict epilepsy secondary to aneurysmal subarachnoid hemorrhage (aSAH) and the prognosis. **Methods** A total of 78 patients with aSAH were enrolled in the study, including 40 patients receiving CTP combined with EEG examination (combined group), and 38 receiving CTP alone (control group). The dynamic EEG Young type and the detection rates for cerebral vasospasm and epileptiform seizures were compared between two groups. The CTP parameters were compared between patients with and without cerebral vasospasm, and the EEG Young type composition and prognosis were compared patients with and without epileptiform seizures. The predictive value of CTP alone and CTP combined with EEG for the prognosis was analyzed. **Results** There were 3, 5, 19, 11, and 2 cases of EEG Young types I, II, III, IV, and V in the combined group. The detection rates for cerebral vasospasm and epileptiform seizures in the combined group were higher than those in control group ( $P<0.05$ ). Compared with patients without cerebral vasospasm, those with cerebral vasospasm had smaller cerebral blood flow and cerebral blood volume, longer time to peak and mean transit time ( $P<0.05$ ). In the combined group, the composition of EEG types between patients with and without epileptiform seizures were significantly different ( $P<0.05$ ). Types III and IV predominated in patients with epileptiform seizures, while type II in those without epileptiform seizures. The modified Rankin scale scores of patients with epileptiform seizures were higher than those of patients without epileptiform seizures ( $P<0.05$ ). Compared with control group, the combined group had higher accuracy rate in prognosis assessment ( $P<0.05$ ). **Conclusion** Compared with CTP alone, CTP combined with EEG has high predictive value for epilepsy secondary to aSAH and its prognosis, worthy of clinical application.

**Keywords:** cerebral CT perfusion imaging; electroencephalogram; aneurysmal subarachnoid hemorrhage; epilepsy; prognosis; predictive value

**【收稿日期】**2022-09-12

**【基金项目】**福建省自然科学基金(2020J05269)

**【作者简介】**陈明武, 硕士研究生, 副主任医师, 研究方向: 神经重症及神经肿瘤, E-mail: cmsfj123456@163.com

前言

动脉瘤破裂为引起蛛网膜下腔出血(SAH)的重要原因,其发病率及致死率均较高,每10万人中有2~16人出现该病<sup>[1-2]</sup>。尽管动脉瘤性蛛网膜下腔出血(aSAH)死亡率在近年来有下降趋势,但因各种并发症的存在,多数患者预后不理想。癫痫为aSAH后较严重的并发症,有5%~10%患者出现有临床表现的惊厥性发作<sup>[3]</sup>。有研究证实癫痫为影响aSAH患者预后的独立危险因素<sup>[4]</sup>。常用的脑电图难以发现癫痫的多样性异常放电,动态脑电图则有较长的监测时间,且有一定重复性、便利性<sup>[5]</sup>。CT为aSAH患者急诊入院时主要监测手段,CT血管成像(CT Angiography, CTA)可对脑血管进行显像并明确出血原因,脑CT灌注成像(CT Perfusion Imaging, CTP)则可快速而无创地评估脑组织微循环水平,主要用于aSAH患者迟发性脑缺血(DCI)时间窗内的确诊<sup>[6]</sup>,

然而目前关于CTP联合脑电图在aSAH患者继发癫痫中的应用价值报道较少。本研究主要分析CTP联合脑电图对aSAH继发癫痫及预后的预测价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2020年5月至2022年2月间福建省立医院收治的aSAH患者78例。纳入标准:(1)均经影像学证实为动脉瘤破裂引起的自发性SAH;(2)患者癫痫或癫痫发作在SAH之后出现;(3)患者均在发病后48 h内入院,且在发病1周内完成CTP等相关检查。排除标准:(1)脑外伤、动静脉畸形等所致的SAH;(2)以往存在脑梗死、颅内肿瘤、功能性脑病等。78例患者中CTP联合脑电图检查40例(联合组)、单独CTP检查38例(对照组),两组患者性别、年龄等差异无显著性( $P>0.05$ ),具有可比性,见表1。

表1 两组患者一般资料比较  
Table 1 Comparison of general data between two groups

组别	n	性别		年龄/岁	动脉瘤位置		
		男	女		后交通动脉	大脑前动脉	大脑前动脉
联合组	40	23	17	57.49±5.72	17	12	11
对照组	38	20	18	57.56±5.78	18	10	10
$\chi^2/t$ 值		0.187		0.054		0.207	
P值		0.666		0.957		0.957	

1.2 方法

1.2.1 CTP检查 采用德国西门子128排双源CT系统进行影像学检查。首先对全脑进行平扫,确定灌注靶层面,后注入50 mL含碘的非离子型对比剂,经生理盐水冲刷。延迟5 s进行动态扫描,参数设定参考相关文献<sup>[7]</sup>,CT灌注成像总时间保持在36 s。图像分析:将获取的图像传送到工作站予以处理。选择6~8个感兴趣区开展重建,并予以H30f重建,层厚3.0 mm、层间距3.0 mm,经卷积算法获得脑血流量(CBF)、脑血容量(CBV)和达峰时间(TTP)及平均通过时间(MTT)参数及定性伪彩图。

1.2.2 脑电图监测 经日本光电公司EEG-1200C脑地形图仪开展检查,头皮电极按照国际10-20系统的标准进行设定,当出现棘波等异常波情况时表明存在异常。

1.3 观察指标

(1)比较两组患者动态EEG Young分级、脑血管痉挛与痫样发作检出情况,脑电图波形分为I~V型<sup>[8]</sup>,采用Engel分级标准<sup>[9]</sup>将癫痫分为I~IV级;(2)全部病

例均获得随访,随访方式以电话、门诊复诊方式为主,随访3个月,比较发生与未发生脑血管痉挛者的CTP参数和改良Rankin评分量表(mRS)评分,采用mRS量表<sup>[10]</sup>评估预后,评分0~5分;(3)分析单独CTP、CTP联合脑电图对预后的预测价值。mRS评分0~2分为预后良好,3~5分判断为预后不良<sup>[11]</sup>。

1.4 统计学方法

经SPSS23.0软件处理各项数据资料,性别、动脉瘤位置等计数资料以率(%)表示,组间对比行 $\chi^2$ 检验,年龄、CBF等计量资料以均数±标准差表示,行独立样本t检验。绘制ROC曲线分析预测价值。 $P<0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 脑电图结果

联合组EEG Young分级I、II、III、IV、V型分别3例(7.50%)、5例(12.50%)、19例(47.50%)、11例(27.50%)、2例(5.00%)。

2.2 两组脑血管痉挛、痫样发作检出率比较

联合组脑血管痉挛、痫样发作检出率高于对照组( $P<0.05$ ,表2)。

表2 两组脑血管痉挛、痫样发作检出率比较[例(%)]  
Table 2 Comparison of the detection rates for cerebral vasospasm and epileptiform seizures between two groups [cases (%)]

组别	<i>n</i>	脑血管痉挛	痫样发作
联合组	40	29(72.50)	24(60.00)
对照组	38	19(50.00)	8(21.05)
$\chi^2$ 值		4.168	12.218
<i>P</i> 值		0.041	<0.001

2.3 两组发生与未发生脑血管痉挛者的CTP参数比较

联合组、对照组中发生脑血管痉挛者的CBF、CBV较低,而TTP、MTT明显延长( $P<0.05$ ),见表3。

2.4 癫痫发作与脑电图类型构成、预后的关系

联合组中,痫样发作者的脑电图类型构成与未发作者有差异( $P<0.05$ ),痫样发作者以Ⅲ、Ⅳ型为主,非发作者以Ⅱ型为主。78例患者中,痫样发作者32例,未发作者46例。痫样发作者mRS评分为( $3.54\pm0.37$ ),高于非发作者的( $1.08\pm0.15$ )( $t=40.635$ , $P<0.05$ )。

2.5 对预后的预测价值

以mRS评分 $\leq 2$ 分作为判断aSAH患者预后良好的标准,联合组评估预后的准确率、曲线下面积均高于对照组,而错误率低于对照组( $P<0.05$ ,图1)。

表3 两组发生与未发生脑血管痉挛者的CTP参数比较  
Table 3 Comparison of CTP parameters between patients with and without cerebral vasospasm in two groups

组别		CBF/mL·min <sup>-1</sup>	CBV/mL·g <sup>-1</sup>	TTP/s	MTT/s
联合组	发生脑血管痉挛( <i>n</i> =19)	64.13±6.59	3.02±0.34	14.06±1.45	4.67±0.48
	未发生脑血管痉挛( <i>n</i> =21)	80.55±8.18	4.13±0.42	12.13±1.15	3.45±0.36
	<i>t</i> 值	6.943	9.125	4.686	9.150
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001
对照组	发生脑血管痉挛( <i>n</i> =16)	63.59±6.42	3.06±0.31	14.03±1.48	4.70±0.48
	未发生脑血管痉挛( <i>n</i> =22)	81.43±8.26	4.11±0.45	12.07±1.29	3.42±0.35
	<i>t</i> 值	7.193	8.035	4.347	9.520
	<i>P</i> 值	<0.001	<0.001	<0.001	<0.001

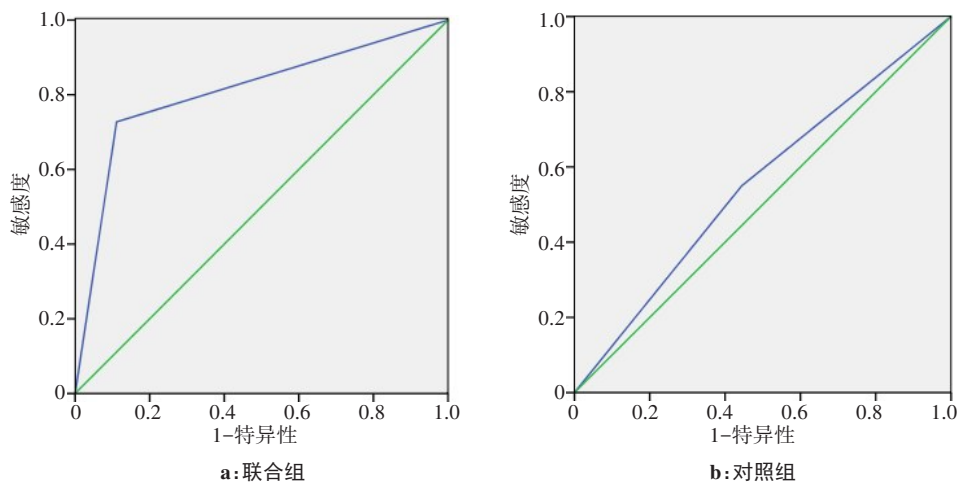


图1 ROC曲线  
Figure 1 ROC curves

3 讨论

癫痫属于神经系统病变,aSAH患者继发癫痫后出血严重程度及之后2周内并发症情况决定了预后,若未及时治疗可能导致预后不良<sup>[12-13]</sup>。CTP作为一种相对

较新的技术,仅需1 min扫描时间即可对脑灌注做出快速定性与定量评估<sup>[14]</sup>。脑电图可较早发现正常睡眠形式的缺失等,指导早期干预及治疗<sup>[15-16]</sup>。但目前SAH后采用持续性脑电图对神经元功能变化进行监测及CTP



相结合监测脑血流的研究较少,且相关研究主要集中在分析单一方法观察脑电图或血流变化情况。

aSAH发生后患者脑组织水肿,运动皮层或岛叶等出现损伤,诱发癫痫发作。本次联合组 EEG Young 分级 I、II、III、IV、V 型分别 3、5、19、11、2 例,表明脑电图对于 aSAH 患者的诊疗仍是不可或缺的检测方法,其可记录到脑细胞群自发性和节律性的电活动,对痫样发作有判断价值。本次结果与王淇民等<sup>[17]</sup>报道的联合检查组患者脑血管痉挛、痫样发作检出率结果相近,表明 CTP 联合脑电图可较好判断继发性癫痫发作。CTP 可提供脑血流动力学证据,对 aSAH 后早期(4~6 d)DCI 有诊断价值,尤其是 CBF 比值、MTT 差值对 DCI 的诊断优势已有相关报道<sup>[18]</sup>。张超等<sup>[7]</sup>发现基于 CTP 的血脑屏障渗透性参数可预测 aSAH 患者 DCI,其中 DCI 组的全脑  $mK_{trans}$  值明显高于非 DCI 组,弥漫性低灌注者的  $mK_{trans}$  明显高于正常灌注者、局限型低灌注者,多因素分析发现  $mK_{trans}$ 、世界神经外科联盟分级及改良 Fisher 评分为 DCI 发生的独立危险因素。

本次联合组、对照组中脑血管痉挛者 CBF、CBV 更低,TTP、MTT 则明显延长,因此 CTP 经分析脑血流动力学变化,对早期缺血性脑卒中脑血流低灌注、缺血半暗带区予以描述,获取较完整的 aSAH 患者继发性癫痫发作早期病变诊断信息。CTP 可对选定层面予以连续的动态性扫描得到一系列参数继而对脑灌注状态进行准确评估<sup>[19]</sup>。廖兴甫等<sup>[20]</sup>发现痫样发作组以 III、IV 型为主,非发作组以 II 型为主,发作组中 III、IV、V 型比例高于非发作组,本研究结果与之一致。此外该研究还报道早期癫痫组以 III 型为主(70.8%),晚期癫痫组以 IV 型最多(80.0%),本研究因条件限制未作此方面的统计学比较。手术为治疗癫痫的主要手段,而术前对致痫灶的准确定位为手术成功关键之处,经脑电图检测可提高致痫灶检出率,利于手术顺利进行<sup>[21]</sup>。

痫样发作者 mRS 评分高于非发作者,表明 aSAH 患者若出现继发性癫痫样发作,其预后多较差。脑电图检查有费用低及无创性等优点,但其在检查中头皮、头骨等因素可能影响检查结果,难以对病灶进行准确定位。因此脑电图、CTP 对 aSAH 继发性癫痫患者致痫灶的检出及定位诊断各有优势<sup>[22-23]</sup>。本研究联合组评估预后的准确率高于对照组,而错误率低于对照组,表明将 CTP 与脑电图联合预测 aSAH 患者继发性癫痫预后有较大价值。本次发生脑血管痉挛者 mRS 评分较高,痫样发作者 mRS 评分高于非发作者,充分验证脑电图联合 CTP 的优越性,因此 aSAH 患者预后评定中脑电图联合 CTP 较单独 CTP 检查更有优势<sup>[24]</sup>。脑电图波慢化程度能较好地反映

脑组织损伤情况,此外也能判断癫痫发作,因此在 CTP 等影像学基础上联合脑电图能较好判断癫痫发作状态及预后<sup>[25]</sup>。

综上所述,CTP 联合脑电图对 aSAH 患者继发性癫痫及预后的预测价值较单纯 CTP 更高,可在临床推广应用。

## 【参考文献】

- [1] 程德馨,叶迪,朱昱,等.动脉瘤蛛网膜下腔出血后癫痫惊厥性发作与全身炎症性反应的相关性[J].心脑血管病防治,2020,20(4): 340-344.  
Cheng DX, Ye D, Zhu Y, et al. Correlation of convulsive seizures after aneurysmal subarachnoid hemorrhage with systemic inflammatory response syndrome[J]. Cardio-Cerebrovascular Disease Prevention and Treatment, 2020, 20(4): 340-344.
- [2] Joo HK, Jae HK, Hee IK, et al. Risk factors and preoperative risk scoring system for shunt-dependent hydrocephalus following aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. J Korean Neurosurg Soc, 2019, 62(6): 643-648.
- [3] Jaja BN, Schweizer TA, Claassen J, et al. The SAFARI score to assess the risk of convulsive seizure during admission for aneurysmal subarachnoid hemorrhage[J]. Neurosurgery, 2018, 82(6): 887-893.
- [4] De Marchis GM, Pugin D, Meyers E, et al. Seizure burden in subarachnoid hemorrhage associated with functional and cognitive outcome[J]. Neurology, 2016, 86(3): 253-260.
- [5] 臧玉萍,王潇娜.动态脑电图在甲基丙二酸血症继发癫痫中应用价值[J].中华实用诊断与治疗杂志,2020,34(10): 1034-1035.  
Zang YP, Wang XN. Ambulatory electroencephalogram in detecting secondary epilepsy in infants with methylmalonic acidemia[J]. Journal of Chinese Practical Diagnosis and Therapy, 2020, 34(10): 1034-1035.
- [6] Malinova V, Tsogkas I, Behme D, et al. Defining cutoff values for early prediction of delayed cerebral ischemia after subarachnoid hemorrhage by CT perfusion[J]. Neurosurg Rev, 2020, 43(2): 581-587.
- [7] 张超,尤凤,王硕,等.基于CT灌注成像的渗透性参数对动脉瘤性蛛网膜下腔出血后迟发性脑缺血的预测[J].中华放射学杂志,2021,55(10): 1036-1041.  
Zhang C, You F, Wang S, et al. Prediction of delayed cerebral ischemia after aneurysmal subarachnoid hemorrhage based on permeability parameters of CT perfusion imaging[J]. Chinese Journal of Radiology, 2021, 55(10): 1036-1041.
- [8] Tsoures E, Lewerenz J, Pinkhardt E, et al. Electroencephalographic findings in patients with circumscribed thalamic lesions[J]. Epilepsy Res, 2017, 135(1): 115-122.
- [9] 袁斌,牛仁山,贾瑞华,等.皮质脑电图在颅内胶质瘤继发癫痫患者手术中的应用[J].癌症进展,2020,18(12): 1253-1255.  
Yuan B, Niu RS, Jia RH, et al. Application of electrocorticography in patients with epilepsy secondary to intracranial glioma during surgery[J]. Oncology Progress, 2020, 18(12): 1253-1255.
- [10] Dijk BJ, Meijers JC, Klock AT, et al. Complement C5 contributes to brain injury after subarachnoid hemorrhage[J]. Transl Stroke Res, 2020, 11(4): 678-688.
- [11] 姜红.视频脑电图和常规脑电图在小儿癫痫诊断和预后评估中的效果分析[J].河北医药,2019,41(21): 3309-3311.  
Jiang H. Study on the clinical significance of video electroencephalogram monitoring and routine electroencephalogram in diagnosis and prognosis evaluation of epilepsy in children[J]. Hebei Medical Journal, 2019, 41(21): 3309-3311.
- [12] Vallabhajosyula S, Yang LT, Thomas SC, et al. Prevalence and outcomes of bicuspid aortic valve in patients with aneurysmal subarachnoid hemorrhage: a prospective neurology registry report[J]. J Am Heart Assoc, 2022, 11(8): e022339.
- [13] Hudson JS, Prout BS, Nagahama Y, et al. External ventricular drain and hemorrhage in aneurysmal subarachnoid hemorrhage patients on dual antiplatelet therapy: a retrospective cohort study[J]. Neurosurgery, 2019, 84(2): 479-484.

(下转 231 页)