

DOI: 10.3969/j.issn.1005-8982.2023.10.015
文章编号: 1005-8982 (2023) 10-0084-05

临床研究·论著

脑血流动力学参数联合动脉血气分析早期识别 早产儿脑损伤的临床价值*

云永子¹, 刘宇杰¹, 冯岚¹, 陈求凝¹, 梁娴²

[1. 三亚中心医院(海南省第三人民医院)功能科, 海南 三亚 572022; 2. 海南医学院附属
第一医院 超声科, 海南 海口 570105]

摘要: **目的** 探讨脑血流动力学参数联合动脉血气分析早期识别早产儿脑损伤的临床价值。**方法** 选取2019年8月—2022年8月三亚中心医院确诊的96例脑损伤早产儿作为病例组, 另外选取同期出生且未发生脑损伤的100例早产儿作为对照组。对比两组产后第1天的动脉血气指标、大脑中动脉血流参数, 并根据病情程度将病例组分为轻度组、中重度组进行分层对比; 分析上述指标与脑损伤患儿的改良Sarnat评分的相关性。**结果** 病例组pH、PaO₂、BE低于对照组, 乳酸、PCO₂高于对照组($P < 0.05$)。病例组MCA的Vd、Vs、RI、S/D较对照组高($P < 0.05$)。轻度组pH、PaO₂、BE高于中重度组, 轻度组乳酸、PCO₂低于中重度组($P < 0.05$)。轻度组MCA的Vd、Vs、RI、S/D低于中重度组($P < 0.05$)。脑损伤新生儿的Sarnat评分与pH、PaO₂、BE呈负相关($r = -0.671$ 、 -0.612 和 -0.495 , 均 $P < 0.05$), 与乳酸、PCO₂呈正相关($r = 0.486$ 和 0.433 , 均 $P < 0.05$)。Sarnat评分与MCA的Vd、Vs、RI、S/D测定值呈正相关($r = 0.664$ 、 0.598 、 0.639 和 0.670 , 均 $P < 0.05$)。**结论** 脑损伤早产儿在出生30 min内检测脑动脉血流及动脉血气指标即可发现显著异常, 并且与患儿脑损伤程度有关。

关键词: 脑损伤; 早产儿; 脑血流参数; 动脉血气参数; 早期诊断

中图分类号: R651.15

文献标识码: A

Clinical value of cerebral hemodynamic parameters combined with arterial blood gas analysis in early identification of brain injury in premature infants*

Yun Yong-zi¹, Liu Yu-jie¹, Feng Lan¹, Chen Qiu-ning¹, Liang Xian²

[1. Department of Function Test, Sanya Central Hospital (Hainan Third People's Hospital), Sanya, Hainan 572022, China; 2. Department of Ultrasound, The First Affiliated Hospital of Hainan Medical College, Haikou, Hainan 570105, China]

Abstract: Objective To investigate the clinical value of cerebral hemodynamic parameters combined with arterial blood gas indicators in early identification of brain injury in premature infants. **Methods** Ninety-six premature infants with brain injury diagnosed in Sanya Central Hospital from August 2019 to August 2022 were selected as the case group, and 100 premature infants born during the same period without brain injury were selected as the control group. The arterial blood gas indicators and hemodynamic parameters of the middle cerebral artery on the first day after birth were compared between the two groups of premature infants, and those in the case group were further divided into the mild group and the moderate to severe group according to the severity for subgroup analysis. The correlation between the above indicators and the modified Sarnat score in premature infants with brain

收稿日期: 2022-01-16

* 基金项目: 海南省卫生健康行业科研项目(No: 20A200018)

[通信作者] 梁娴, E-mail: 286558331@qq.com; Tel: 17789769339

injury was analyzed. **Results** As indicated in the arterial blood gas analysis, the pH value, partial pressure of oxygen (PaO₂) and base excess (BE) in the case group were lower than those in the control group ($P < 0.05$), and the level of lactic acid and partial pressure of carbon dioxide (PCO₂) in the case group were higher than those in the control group ($P < 0.05$). The Vd, Vs, RI and S/D of the middle cerebral artery in the case group were higher than those in the control group ($P < 0.05$). The pH value, PaO₂ and BE in the mild group were higher than those in the moderate to severe group ($P < 0.05$), and the level of lactic acid and PCO₂ in the mild group were lower than those in the moderate to severe group ($P < 0.05$). The Vd, Vs, RI and S/D of middle cerebral artery in the mild group were lower than those in the moderate to severe group ($P < 0.05$). The Sarnat score of infants with brain injury was negatively correlated with pH value ($r = -0.671$), PaO₂ ($r = -0.612$) and BE ($r = -0.495$) ($P < 0.05$), while the level of lactic acid and PCO₂ were positively correlated with the Sarnat score ($r = 0.486$ and 0.433 , both $P < 0.05$). Besides, the Sarnat score was positively correlated with Vd ($r = 0.664$), Vs ($r = 0.598$), RI ($r = 0.639$) and S/D ($r = 0.670$) of middle cerebral artery ($P < 0.05$). **Conclusions** In preterm infants with brain injury, significant abnormalities can be found by detecting cerebral blood flow and arterial blood gas indicators on the first day after birth, and they are associated with the severity of brain injury.

Keywords: brain injury; premature infant; cerebral hemodynamic parameters; arterial blood gas indicators; early diagnosis

随着现代围生期医学的发展和早产儿重症监护水平的提高, 早产儿特别是低出生体重儿的死亡率逐年下降^[1-2]。然而, 早产儿并发症的发生率仍然处于较高水平, 特别是围生期脑损伤早产儿的生活质量已成为全社会关注的焦点^[3]。早产儿脑损伤主要有两种类型, 即颅内出血和脑室周围白质软化。早产儿严重脑损伤可导致死亡或中重度神经发育障碍, 包括脑瘫、智力迟钝、视力和听力障碍, 严重影响早产儿的生活质量^[4-5]。因此, 早产儿脑损伤及其不良神经预后的早期评估和预防已成为早产儿医学研究的重点。以往大量研究发现胎儿大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)血流动力学参数的变化与胎儿的缺血缺氧性病变密切相关, 通过彩色多普勒超声测量MCA的血流参数变化可以判定胎儿宫内血氧供应状况, 进而起到预测早产儿脑损伤发生的作用^[6]。动脉血气分析检测可以反映新生儿的酸碱平衡情况, pH作为动脉血气分析的指标之一, 是目前临床诊断新生儿窒息的重要标准^[7]。基于此, 本研究拟探讨脑血流

动力学参数联合动脉血气分析早期识别早产儿脑损伤的临床价值。

1 资料与方法

1.1 一般资料

选取2019年8月—2022年8月三亚中心医院确诊的96例脑损伤早产儿作为病例组, 另外选取同期出生且未发生脑损伤的100例早产儿作为对照组。纳入标准: ①分娩孕周28~36周; ②脑损伤的诊断标准参考《诸福棠实用儿科学》^[8], 产前有宫内窒息史; ③在我院实施分娩, 并入住新生儿重症监护室; ④单胎妊娠; ⑤研究方案符合医学伦理学相关要求, 相关检查实施前获得患儿家长的知情同意。排除标准: ①先心病、染色体缺失; ②遗传代谢性疾病; ③患重症黄疸; ④患颅内感染; ⑤检查资料缺失; ⑥生后窒息。两组性别、分娩孕周、出生体重、分娩方式比较, 差异无统计学意义($P > 0.05$), 具有可比性。见表1。

表1 两组基线资料比较

组别	n	男/女/例	分娩孕周 ($\bar{x} \pm s$)	出生体重/(g, $\bar{x} \pm s$)	分娩方式 例(%)	
					顺产	剖宫产
病例组	96	51/45	33.7 \pm 1.8	1 832.6 \pm 177.4	28(29.17)	68(70.83)
对照组	100	58/42	33.5 \pm 2.0	1 801.1 \pm 182.0	23(23.00)	77(77.00)
χ^2 / t 值		0.472	0.735	1.226		0.968
P值		0.492	0.463	0.222		0.325

1.2 动脉血气检查

检测两组新生儿的动脉血 pH、经皮血二氧化碳分压 (partial pressure of carbon dioxide, PCO_2)、经皮血氧分压 (partial pressure of oxygen, PaO_2)、剩余碱 (base excess, BE)、乳酸。

早产儿均出生后 30 min 内查动脉血气分析, 取新生儿肘动脉血 1 mL, 以 3 000 r/min 离心 10 min, 静置取上层血清, 置于 $-20\text{ }^\circ\text{C}$ 低温冰箱冷冻保存。采用 Cobas b 123 POCsystem 血气分析仪 (瑞士罗氏公司) 检测新生儿动脉血的 pH、 PaO_2 、 PCO_2 及 BE。采用分光光度计检测全血乳酸水平。

1.3 MCA 血流参数检查

检测大脑中动脉舒张期血流速度 (diastolic blood flow velocity, Vd)、收缩期血流速度 (systolic blood flow velocity, Vs)、阻力指数 (resistance index, RI)、收缩期峰值流速/舒张末期流速 (peak systolic velocity/end diastolic velocity, S/D)。

通过彩色多普勒超声仪 (深圳迈瑞公司) 观察颅内动脉血流, 当 MCA 的起始处显示后, 获取来自大脑基底动脉环发出的 3~5 mm 血流参数, 测

定 Vd、Vs、S/D 值及 RI, 测量 3 次取平均值。

新生儿脑损伤程度分级参考改良的 Sarnat 评分标准^[9]进行评价, 主要从患儿的意识水平、自主活动、姿势、肌张力、原始反射、自主神经系统 6 个维度评估, 每 1 个维度评分 0~3 分, 量表总分 18 分, 分为轻度脑损伤 (≤ 6 分)、中度脑损伤 (7~12 分)、重度脑损伤 (≥ 13 分)。根据病情程度将病例组分为轻度组和中重度组, 分别有 61 和 35 例。

1.4 统计学方法

数据分析采用 SPSS 21.0 统计软件。计量资料以均数 \pm 标准差 ($\bar{x} \pm s$) 表示, 比较用 t 检验; 计数资料以构成比或率 (%) 表示, 比较用 χ^2 检验; 相关性分析采用 Pearson 法。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

2 结果

2.1 病例组与对照组动脉血气指标比较

病例组与对照组 pH、 PCO_2 、 PaO_2 、BE、乳酸比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 病例组 pH、 PaO_2 、BE 低于对照组, 乳酸、 PCO_2 高于对照组。见表 2。

表 2 病例组与对照组动脉血气指标比较 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	pH	PCO_2 /mmHg	PaO_2 /mmHg	乳酸/(mmol/L)	BE/(mmol/L)
病例组	96	7.31 \pm 0.05	47.36 \pm 8.93	82.30 \pm 6.15	3.64 \pm 0.98	-5.11 \pm 1.90
对照组	100	7.38 \pm 0.05	36.04 \pm 5.41	86.06 \pm 5.94	2.56 \pm 0.58	-2.11 \pm 0.54
t 值		-9.798	10.782	-4.354	9.434	15.166
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

2.2 病例组与对照组 MCA 血流参数比较

病例组与对照组 MCA 的 Vd、Vs、RI、S/D 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 病例组较对照组高。见表 3。

2.3 轻度组与中重度组动脉血气指标比较

轻度组与中重度组 pH、 PCO_2 、 PaO_2 、BE、乳酸比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 轻度组 pH、 PaO_2 、

BE 高于中重度组, 轻度组 PCO_2 、乳酸低于中重度组。见表 4。

2.4 不同脑损伤程度患儿脑血流动力学参数比较

轻度组患儿的 MCA 的 Vd、Vs、RI、S/D 比较, 差异有统计学意义 ($P < 0.05$), 轻度组低于中重度组。见表 5。

2.5 新生儿脑损伤程度与脑血流动力学参数、动脉血气指标的相关性

脑损伤新生儿的 Sarnat 评分与 pH、 PaO_2 、BE 呈负相关 ($r = -0.671$ 、 -0.612 和 -0.495 , 均 $P = 0.000$), 与乳酸、 PCO_2 呈正相关 ($r = 0.486$ 和 0.433 , 均 $P = 0.000$)。Sarnat 评分与 MCA 的 Vd、Vs、RI、S/D 测定值呈正相关 ($r = 0.664$ 、 0.598 、 0.639 和 0.670 , 均 $P = 0.000$)。

表 3 病例组和对照组的 MCA 血流参数对比 ($\bar{x} \pm s$)

组别	n	Vd/(cm/s)	Vs/(cm/s)	RI	S/D
病例组	96	18.63 \pm 2.01	61.37 \pm 8.50	0.82 \pm 0.28	3.29 \pm 0.81
对照组	100	16.58 \pm 1.86	57.61 \pm 8.15	0.68 \pm 0.21	2.87 \pm 0.70
t 值		7.415	3.162	3.970	3.889
P 值		0.000	0.002	0.000	0.000

表 4 不同脑损伤程度的脑损伤患儿动脉比较 ($\bar{x} \pm s$)

脑损伤程度	n	pH	PCO ₂ /mmHg	PaO ₂ /mmHg	乳酸/(mmol/L)	BE/(mmol/L)
轻度组	61	7.33 ± 0.05	45.02 ± 8.68	84.50 ± 6.07	3.15 ± 0.94	-4.23 ± 1.78
中重度组	35	7.28 ± 0.05	51.44 ± 7.40	78.47 ± 5.98	4.49 ± 0.86	-6.64 ± 1.50
t 值		4.716	-3.674	4.710	-6.930	-6.749
P 值		0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

表 5 不同脑损伤程度的脑血流动力学参数比较 ($\bar{x} \pm s$)

脑损伤程度	n	Vd/(cm/s)	Vs/(cm/s)	RI	S/D
轻度组	61	17.45 ± 1.95	59.68 ± 8.14	0.78 ± 0.22	3.15 ± 0.78
中重度组	35	20.69 ± 1.70	64.32 ± 7.66	0.89 ± 0.18	3.53 ± 0.66
t 值		-8.200	-2.746	-2.513	-2.425
P 值		0.000	0.007	0.014	0.017

3 讨论

随着医疗技术的不断进步和产前围生期诊疗技术的提高,早产儿的存活率逐年增加,与此同时早产儿的后遗症不断增多^[10]。围生期窒息引起的脑损伤是较为严重的后遗症,往往导致脑瘫、癫痫、智力低下、视听觉障碍等神经发育障碍,给早产儿、家庭和社会造成沉重负担^[11]。早产儿脑损伤以脑室周围白质软化和脑室内出血为主要病理表现,目前临床上对于早产儿脑损伤的早期诊断尚无可靠的指标^[12]。有文献报道,动脉血气指标和超声检测 MCA 血流参数可以反映新生儿大脑室息情况^[13-14]。

本研究结果显示,病例组 pH、PaO₂、BE 值低于对照组,PCO₂、乳酸测定值高于对照组;轻度组 pH、PaO₂、BE 值高于中重度组,轻度组乳酸、PCO₂测定值低于中重度组。临床上常用血气分析检测机体代谢及内环境状态,可以准确地反映患儿是否处于缺氧状态^[15]。PCO₂可反映患儿的肺功能,患儿的 pH 降低、PCO₂升高均会造成神经系统损伤,是早产儿脑损伤的独立危险因素。PaO₂是反映患儿肺呼吸功能的指标,过低代表患儿组织缺氧,增加早产儿脑损伤的发生率。BE 可以反映患儿体内的代谢状态,水平降低代表机体处于酸中毒状态。乳酸是无氧代谢的产物之一,是反映组织缺氧状态较为敏感的指标之一,对脑组织有直接毒性作用。研究发现,乳酸含量与早产儿脑损伤患儿的预后密切相关^[16]。因此,本研究发现病例组 pH、PaO₂、BE 低于对照组,乳酸、PCO₂高于对照组,并且脑损伤程度与 pH、PaO₂、

BE 呈负相关,与乳酸、PCO₂呈正相关。

本研究结果显示,病例组 MCA 的 Vd、Vs、RI、S/D 高于对照组,轻度组 MCA 的 Vd、Vs、RI、S/D 低于中重度组。MCA 血流参数 Vs 是代表该血管的收缩峰, Vd 表示该血管的舒张峰。MCA 血流 Vd、Vs、RI、S/D 等是反映胎儿脑血循环阻力的重要指标, Vs、RI、S/D 值升高, Vd 值降低说明大脑血管阻力增加,脑组织血供减少。研究表明, Vs、RI、S/D 值越高, Vd 值越低则患儿缺氧风险越大^[17],与本研究结果一致。

本研究结果显示,脑损伤新生儿的 pH、PaO₂、BE 测定值与 Sarnat 评分呈负相关,与乳酸、PCO₂呈正相关,与 MCA 的 Vd、Vs、RI、S/D 呈正相关。Sarnat 评分是评估新生儿异常神经行为的有效、客观的工具。临床上常用 Sarnat 评分进行新生儿脑损伤评估,评分越高说明损伤程度越严重^[18]。提示上述指标可用于新生儿脑损伤的早期诊断和评估。

综上所述,脑损伤早产儿在出生 30 min 内检测脑动脉血流及动脉血气指标即可发现显著异常,并且与患儿脑损伤程度有关。

参 考 文 献 :

- [1] GUO X Y, GENG Y F, ZHANG L, et al. Early diagnosis of brain injury in premature infants based on amplitude-integrated EEG scoring system[J]. J Health Eng, 2021, 2021: 6684818.
- [2] O'TOOLE J M, PAVLIDIS E, KOROTCHIKOVA I, et al. Temporal evolution of quantitative EEG within 3 days of birth in early preterm infants[J]. Sci Rep, 2019, 9(1): 4859.
- [3] SUN H Y, GONZALEZ F, MCQUILLEN P S. Caffeine restores background EEG activity independent of infarct reduction after

- neonatal hypoxic ischemic brain injury[J]. *Dev Neurosci*, 2020, 42(1): 72-82.
- [4] CASTRO CONDE J R, GONZÁLEZ CAMPO C, GONZÁLEZ GONZÁLEZ N L, et al. Assessment of neonatal EEG background and neurodevelopment in full-term small for their gestational age infants[J]. *Pediatr Res*, 2020, 88(1): 91-99.
- [5] PILLAY K, DEREYMAEKER A, JANSEN K, et al. Applying a data-driven approach to quantify EEG maturational deviations in preterms with normal and abnormal neurodevelopmental outcomes[J]. *Sci Rep*, 2020, 10(1): 7288.
- [6] ZHANG X H, CHEN W J, GAO X R, et al. Predicting the developmental outcomes of very premature infants via ultrasound classification: a CONSORT-clinical study[J]. *Medicine (Baltimore)*, 2021, 100(15): e25421.
- [7] 盛苗苗, 林慈丽, 卢赛丹. 影响早产儿脑损伤发生的危险因素分析及风险预测模型的构建与检验[J]. *护士进修杂志*, 2018, 33(22): 2033-2037.
- [8] 王天有, 申昆玲, 沈颖. 诸福棠实用儿科学[M]. 第9版. 北京: 人民卫生出版社, 2022.
- [9] 吴冬雪, 马建荣. 亚低温治疗新生儿缺氧缺血性脑病研究进展[J]. *中国实用儿科杂志*, 2018, 33(6): 463-467.
- [10] CERISOLA A, BALTAR F, FERRÁN C, et al. Mechanisms of brain injury of the premature baby[J]. *Medicina (B Aires)*, 2019, 79 Suppl 3: 10-14.
- [11] SARIOGLU F C, SARIOGLU O, GULERYUZ H, et al. The role of MRI-based texture analysis to predict the severity of brain injury in neonates with perinatal asphyxia[J]. *Br J Radiol*, 2022, 95(1132): 20210128.
- [12] 洪菲, 叶蕾. 早产儿脑损伤的MRI扩散张量成像及超声诊断分析[J]. *中国CT和MRI杂志*, 2022, 20(9): 6-8.
- [13] 沈华南, 叶艳艳, 徐良银. 血清S100B髓鞘碱性蛋白及动脉血气分析对早产儿脑损伤的早期诊断价值分析[J]. *中国妇幼保健*, 2022, 37(11): 1988-1991.
- [14] 蔡蓉, 惠晶晶, 王丽春. 大脑中动脉多普勒超声血流动力学参数在早产儿预后评估中的应用价值[J]. *临床超声医学杂志*, 2021, 23(8): 637-639.
- [15] 苏建飞, 白雪梅. 早产儿脑损伤的危险因素分析[J]. *中国现代医学杂志*, 2021, 31(18): 64-68.
- [16] 裘艳梅, 侯洪涛, 叶秀春, 等. pH值、乳酸、神经烯醇化酶及泛素羧基末端水解酶L1在早产儿脑损伤中的意义[J]. *广东医学*, 2017, 38(6): 885-887.
- [17] CHAUDHARI A J, NIMBALKAR S M, PATEL D V, et al. Effect of kangaroo mother care on cerebral hemodynamics in preterm neonates assessed by transcranial doppler sonography in middle cerebral artery[J]. *Indian Pediatr*, 2023, 60(1): 27-32.
- [18] MORALES M M, MONTALDO P, IVAIN P, et al. Association of total sarnat score with brain injury and neurodevelopmental outcomes after neonatal encephalopathy[J]. *Arch Dis Child Fetal Neonatal Ed*, 2021, 106(6): 669-672.

(李科 编辑)

本文引用格式: 云永子, 刘宇杰, 冯岚, 等. 脑血流动力学参数联合动脉血气分析早期识别早产儿脑损伤的临床价值[J]. *中国现代医学杂志*, 2023, 33(10): 84-88.

Cite this article as: YUN Y Z, LIU Y J, FENG L, et al. Clinical value of cerebral hemodynamic parameters combined with arterial blood gas analysis in early identification of brain injury in premature infants[J]. *China Journal of Modern Medicine*, 2023, 33(10): 84-88.