

# $^1\text{H}$ -磁共振波谱成像评价去甲肾上腺素诱导的高血压灌注对心搏骤停模型猪脑代谢的影响

宿志宇, 李春盛

(首都医科大学附属北京朝阳医院急诊科, 北京 100020)

**【摘要】** 目的 用  $^1\text{H}$ -磁共振波谱成像 ( $^1\text{H}$ -MRS) 技术对去甲肾上腺素 (NE) 诱导的高血压灌注状态下猪头部进行扫描, 观察心搏骤停 (CA) 动物自主循环恢复 (ROSC) 后脑代谢的变化。方法 12 只北京长白猪复制 CA 心室纤颤 (VF) 模型 4 min 后, 给予标准心肺复苏 (CPR), 在 ROSC 后将动物按照随机数字表法分为高血压灌注组 [立即给予 NE, 使平均动脉压 (MAP) 维持在 VF 前的 130%, 维持高血压灌注状态 4 h] 和正常灌注组 (给予适量 NE, 维持 MAP 在 VF 前水平)。观察 ROSC 后不同时间点两组动物血流动力学参数的变化, 并于 VF 前和 ROSC 后 1 h、3 h 用  $^1\text{H}$ -MRS 技术进行头部扫描, 观察两组动物脑部代谢物的动态变化。结果 12 只猪中有 2 只因复苏失败而死亡, 存活 10 只, 其中高血压灌注组 5 只, 正常灌注组 5 只。高血压灌注组心率 (HR, 次/min) 于 ROSC 后 30 min、MAP (mm Hg, 1 mm Hg=0.133 kPa) 和连续心排血量 (CO, L/min) 于 ROSC 后 1 h 即较正常灌注组明显升高 (ROSC 后 30 min HR:  $167 \pm 8$  比  $140 \pm 15$ , ROSC 后 1 h MAP:  $131 \pm 9$  比  $108 \pm 10$ , CO:  $4.9 \pm 0.1$  比  $3.4 \pm 0.5$ ,  $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。高血压灌注组 ROSC 后 1 h N-乙酰-天门冬氨酸 (NAA, mmol/L)、胆碱 (Cho, mmol/L)、肌酸 (Cr, mmol/L)、Cho/Cr 比值即均较正常灌注组明显升高 (1 h NAA:  $0.837 \pm 0.042$  比  $0.594 \pm 0.032$ , Cho:  $0.827 \pm 0.046$  比  $0.563 \pm 0.030$ , Cr:  $0.726 \pm 0.076$  比  $0.547 \pm 0.073$ , Cho/Cr 比值:  $1.144 \pm 0.060$  比  $1.038 \pm 0.080$ ,  $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。ROSC 后 3 h NAA/Cr 比值明显升高 ( $0.877 \pm 0.050$  比  $0.770 \pm 0.040$ ,  $P < 0.01$ )。结论 高血压灌注有利于增加脑血流量, 降低脑内有害代谢产物, 促进神经功能的恢复。 $^1\text{H}$ -MRS 技术可对脑代谢物实施动态监测, 可对干预措施进行动态评价, 为研究各种治疗手段的时间窗提供重要依据。

**【关键词】** 心搏骤停; 心肺复苏; 高血压灌注;  $^1\text{H}$ -磁共振波谱

**Evaluation by  $^1\text{H}$ -magnetic resonance spectroscopy of effects of norepinephrine-induced hypertension perfusion therapy on cerebral metabolism in pig model of cardiac arrest** SU Zhi-yu, LI Chun-sheng. Emergency Department, Beijing Chaoyang Hospital, Capital Medical University, Beijing 100020, China  
Corresponding author: LI Chun-sheng, Email: lscyy@sohu.com

**【Abstract】** Objective To observe the changes of cerebral metabolism after the animal's recovery of voluntary blood circulation from cardiac arrest (CA), after norepinephrine-induced hypertension perfusion by  $^1\text{H}$ -magnetic resonance spectroscopy ( $^1\text{H}$ -MRS) was performed to scan the head region. **Methods** After the 12 Landrace Beijing white pig models of CA and ventricular fibrillation (VF) were established for 4 minutes, the standard cardiopulmonary resuscitation (CPR) was applied for them. After the recovery of voluntary blood circulation (ROSC), the animals were randomly divided into two groups: hypertensive and normal reperfusion groups. In the hypertensive reperfusion group, NE was applied immediately to maintain the mean arterial pressure (MAP) for 4 hours at the level of 130% before VF; in the normal reperfusion group, appropriate NE was applied to maintain the MAP for 4 hours at the same level before VF. One hour and 3 hours after successful recovery of voluntary blood circulation, the changes of blood flow dynamic parameters were observed in the two animal groups, and before VF and after recovery of circulation at the above time points,  $^1\text{H}$ -MRS technique was used to scan the head region to observe the dynamic changes of cerebral metabolites in the two animal groups. **Results** Finally, there were 2 pigs died of recovery failure, and 10 pigs survived including 5 in the hypertensive reperfusion group and 5 in the normal reperfusion group. In the hypertensive reperfusion group, the heart rate (HR, bpm) after recovery of circulation for 30 minutes and the MAP (mm Hg, 1 mm Hg=0.133 kPa) and continuous cardiac output (CO, L/min) after the recovery for 1 hour were significantly higher than those in the normal reperfusion group (30 minutes after ROSC HR:  $167 \pm 8$  vs.  $140 \pm 15$ , 1 hour after ROSC MAP:  $131 \pm 9$  vs.  $108 \pm 10$ , CO:  $4.9 \pm 0.1$  vs.  $3.4 \pm 0.5$ ,  $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ). One hour after ROSC, N-acetyl-L-aspartic acid (NAA, mmol/L), choline (Cho, mmol/L), creatine (Cr, mmol/L) and the Cho/Cr ratio in hypertensive reperfusion group were significantly higher than those of the normal reperfusion group (1 hour NAA:  $0.837 \pm 0.042$  vs.  $0.594 \pm 0.032$ , Cho:  $0.827 \pm 0.046$  vs.  $0.563 \pm 0.030$ , Cr:  $0.726 \pm 0.076$  vs.  $0.547 \pm 0.073$ , Cho/Cr ratio:  $1.144 \pm 0.060$  vs.  $1.038 \pm 0.080$ ,  $P < 0.05$  or  $P < 0.01$ ), and 3 hours after ROSC, the NAA/Cr ratio was obviously elevated in the hypertensive reperfusion group ( $0.877 \pm 0.050$  vs.  $0.770 \pm 0.040$ ,  $P < 0.01$ ). **Conclusions** Hypertensive reperfusion is beneficial to the increase of cerebral blood flow, decreases the harmful metabolites in the brain and promotes the recovery of neural functions.  $^1\text{H}$ -MRS technique can be used to monitor the dynamic changes of cerebral metabolites, evaluate the interventional means for CPR dynamically and provide important basis in the investigation of various therapeutic measures at time points.

**【Key words】** Cardiac arrest; Cardiopulmonary resuscitation; Hypertensive perfusion;  $^1\text{H}$ -magnetic resonance spectroscopy

心肺复苏(CPR)成功后,脑复苏成为主要问题。研究表明,大约 50% 的短期生存者死于永久性的昏迷,而 10%~30% 的长期生存者也会出现永久性的脑损伤<sup>[1]</sup>。心搏骤停(CA)后,由于脑血流恢复的不均衡和血液黏滞度的增大,脑细胞缺氧,导致脑代谢物改变,脑代谢物的改变以及脑神经元的受损会导致脑神经功能的损伤,影响预后<sup>[2-3]</sup>。去甲肾上腺素(NE)通过增加平均动脉压(MAP),从而增加脑血流量和脑代谢,在创伤性脑损伤中,NE 可以经受损的血脑屏障渗透入脑,从而通过  $\beta$  受体激活神经胶质和神经元的活性,增加脑血流<sup>[4-5]</sup>。磁共振波谱成像(MRS)技术是目前唯一可以无创监测脑代谢变化的技术,目前该技术包括  $^1\text{H}$ -MRS、 $^{31}\text{P}$ -MRS、 $^{23}\text{Na}$ -MRS、 $^{13}\text{C}$ -MRS 等<sup>[6]</sup>。 $^1\text{H}$ -MRS 可以监测的主要代谢物有 N-乙酰-天门冬氨酸(NAA)、胆碱(Cho)、肌酸(Cr)等。NAA 反映了神经元的密度、活性和完整性,在缺氧时会减少,减少程度越大,证明神经元受损越严重;Cho 是反映细胞膜密度和完整性的标志物,它在缺氧时会减少,减少程度越大,证明细胞膜受损越严重;Cr 是能量代谢的标志物,但在研究中一般作为基准物,与其他物质进行比较,反映其他物质变化的程度<sup>[7]</sup>。目前还没有用  $^1\text{H}$ -MRS 技术对 CA 复苏成功后 NE 诱导的高血压灌注引起的脑代谢动态变化情况进行评价的研究。本研究中用 NE 对 CPR 成功自主循环恢复(ROSC)猪进行高血压灌注诱导,使其 MAP 达到心室纤颤(VF)前的 130%,并与正常灌注组进行比较。用  $^1\text{H}$ -MRS 技术分别对 VF 前、ROSC 后 1 h 和 3 h 动物的脑部进行扫描,观察各种代谢物的变化。

## 1 材料与方法

**1.1 动物准备:** 12 只实验用北京长白猪,雌雄不限,体质量  $(28 \pm 2)$  kg,术前 12 h 禁食水。耳缘静脉注射丙泊酚 2 mg/kg 诱导麻醉,用 3% 戊巴比妥钠静脉维持。使用 HP M1165 多功能监测仪监测生命体征,气管插管接呼吸机(西门子公司,德国)辅助通气,吸入氧浓度( $\text{FiO}_2$ ) 0.21,频率 12 次/min,潮气量 15 ml/kg,维持呼气末二氧化碳分压( $\text{P}_{\text{ET}}\text{CO}_2$ ) 在 35~40 mm Hg (1 mm Hg=0.133 kPa)。经右侧颈外静脉置入 7F 中心静脉导管(Arrow 公司,美国)至右心房,测量右心房压力;经左侧颈内静脉放置 8F 鞘管(圣犹达医疗用品公司,美国),用于放置双

极临时起搏电极;经左侧股静脉置入 Swan-Ganz 导管(Edwards 生命科学贸易公司,美国),连接 Vigilance II 连续心排量监测仪(Edwards 生命科学贸易公司,美国),监测血流动力学;经右侧股动脉置入 5F Outlook 血管造影用导管(泰尔茂株式会社,日本)至主动脉弓测量主动脉血压。

**1.2 CA 模型复制:** 将心室内电极导线外接医用程控刺激仪 GY-600A (开封华南仪器有限公司),选择食道输出 S1S2 (300/200 ms) 模式,8:1 比例,步长 -10 ms 连续电刺激,直至出现 VF。VF 的判断标准是:心电图出现 VF 波形,动脉血压迅速下降接近于 0。诱发 VF 时停止机械通气,维持 VF 状态 4 min 后,并按照最新 CPR 指南给予复苏,复苏成功的标志为:动脉收缩压(SAP)  $\geq 80$  mm Hg,持续 5 min,若 15 min 后仍未恢复则判定为死亡<sup>[6]</sup>。

**1.3 动物分组及处理:** 将 ROSC 的动物按随机数字表法分为两组。①高血压灌注组:给予 NE,使 MAP 维持在 VF 前血压的 130%,维持 4 h。②正常灌注组:给予 NE 维持 MAP 为 VF 前水平,维持 4 h。两组动物均连续监测 4 h。

本实验中动物处置方法符合动物伦理学标准。

**1.4 观测指标及方法:** 观察 ROSC 不同时间点两组动物血流动力学参数的变化,并于 VF 前和 ROSC 后 1 h、3 h 分别进行  $^1\text{H}$ -MRS 扫描。

$^1\text{H}$ -MRS: 采用 1.5T 临床型核磁扫描仪(型号: Signal Infinity 1.5T, 美国 GE 公司)。MRS 用  $^1\text{H}$ -MRS 扫描,扫描采用平面回波序列( $\text{TR}=1500$  ms,  $\text{TE}=144$  ms)。扫描结束后用工作站软件建立磁共振波谱图,对各种检测物质进行分析,获得 NAA、Cho、Cr,并计算 NAA/Cr 比值、Cho/Cr 比值。

**1.5 统计学分析:** 采用 SPSS 11.5 统计软件进行数据处理,计量资料以均数  $\pm$  标准差( $\bar{x} \pm s$ ) 表示,用  $t$  检验,  $P < 0.05$  为差异有统计学意义。

## 2 结果

12 只猪有 2 只因复苏失败而死亡,存活 10 只,其中高血压灌注组 5 只,正常灌注组 5 只。

**2.1 两组复苏前后血流动力学参数变化(表 1):** 高血压灌注组心率(HR)于 ROSC 后 30 min, MAP 和心排量(CO)于 ROSC 后 1 h 均较正常灌注组呈明显增高趋势( $P < 0.05$  或  $P < 0.01$ )。

**2.2  $^1\text{H}$ -MRS 技术检测脑代谢各指标变化(表 2):** 本研究获得的  $^1\text{H}$ -MRS 数据定位于大脑顶叶皮质。两组在 ROSC 1 h 和 3 h 时 NAA 均较 VF 前明显降低;高血压灌注组 NAA 下降幅度较正常灌注组

表 1 高血压灌注组与正常灌注组猪各时间点血流动力学参数比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 指标          | 组别     | 动物数 | CA 前      | VF 前   | ROSC 后时间  |           |                      |                        |                        |                        |                        |
|-------------|--------|-----|-----------|--------|-----------|-----------|----------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|
|             |        |     |           |        | 0 min     | 10 min    | 30 min               | 1 h                    | 2 h                    | 3 h                    | 4 h                    |
| HR (次/min)  | 正常灌注组  | 5   | 122 ± 11  | 0      | 148 ± 26  | 157 ± 12  | 140 ± 15             | 145 ± 13               | 134 ± 7                | 130 ± 10               | 125 ± 8                |
|             | 高血压灌注组 | 5   | 122 ± 16  | 0      | 172 ± 13  | 168 ± 6   | 167 ± 8 <sup>a</sup> | 170 ± 7 <sup>a</sup>   | 163 ± 12 <sup>b</sup>  | 163 ± 13 <sup>b</sup>  | 166 ± 9                |
| MAP (mm Hg) | 正常灌注组  | 5   | 106 ± 5   | 29 ± 4 | 83 ± 14   | 110 ± 12  | 112 ± 15             | 108 ± 10               | 106 ± 2                | 107 ± 4                | 113 ± 5                |
|             | 高血压灌注组 | 5   | 101 ± 7   | 27 ± 7 | 90 ± 10   | 121 ± 8   | 132 ± 4              | 131 ± 9 <sup>a</sup>   | 141 ± 9 <sup>b</sup>   | 137 ± 8 <sup>b</sup>   | 135 ± 8                |
| CO (L/min)  | 正常灌注组  | 5   | 4.0 ± 2.0 | 0      | 3.8 ± 1.0 | 3.4 ± 0.5 | 3.5 ± 0.5            | 3.4 ± 0.5              | 3.4 ± 0.2              | 3.2 ± 0.2              | 3.6 ± 0.2              |
|             | 高血压灌注组 | 5   | 3.8 ± 0.3 | 0      | 4.0 ± 0.7 | 4.2 ± 0.7 | 4.6 ± 0.8            | 4.9 ± 0.1 <sup>b</sup> | 5.3 ± 0.3 <sup>b</sup> | 4.8 ± 0.2 <sup>b</sup> | 4.7 ± 0.3 <sup>b</sup> |

注:与正常灌注组比较,<sup>a</sup> $P < 0.05$ ,<sup>b</sup> $P < 0.01$ 表 2 高血压灌注组与正常灌注组猪各时间点脑代谢物比较 ( $\bar{x} \pm s$ )

| 组别     | 时间       | 动物数 | NAA (mmol/L)                | Cho (mmol/L)                | Cr (mmol/L)                 | NAA/Cr 比值                   | Cho/Cr 比值                   |
|--------|----------|-----|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 正常灌注组  | VF 前     | 5   | 1.267 ± 0.073               | 1.066 ± 0.079               | 0.798 ± 0.056               | 1.765 ± 0.280               | 1.336 ± 0.140               |
|        | ROSC 1 h | 5   | 0.594 ± 0.032 <sup>a</sup>  | 0.563 ± 0.030 <sup>a</sup>  | 0.547 ± 0.073 <sup>a</sup>  | 1.093 ± 0.090 <sup>a</sup>  | 1.038 ± 0.080 <sup>b</sup>  |
|        | ROSC 3 h | 5   | 0.383 ± 0.017 <sup>a</sup>  | 0.412 ± 0.019 <sup>a</sup>  | 0.497 ± 0.040 <sup>a</sup>  | 0.770 ± 0.040 <sup>b</sup>  | 0.831 ± 0.050 <sup>b</sup>  |
| 高血压灌注组 | VF 前     | 5   | 1.433 ± 0.120               | 1.120 ± 0.100               | 0.812 ± 0.043               | 1.587 ± 0.150               | 1.379 ± 0.120               |
|        | ROSC 1 h | 5   | 0.837 ± 0.042 <sup>ac</sup> | 0.827 ± 0.046 <sup>bc</sup> | 0.726 ± 0.076 <sup>bc</sup> | 1.158 ± 0.060 <sup>a</sup>  | 1.144 ± 0.060 <sup>d</sup>  |
|        | ROSC 3 h | 5   | 0.588 ± 0.045 <sup>ac</sup> | 0.686 ± 0.004 <sup>bc</sup> | 0.671 ± 0.042 <sup>bc</sup> | 0.877 ± 0.050 <sup>ac</sup> | 0.727 ± 0.050 <sup>ad</sup> |

注:与 VF 前比较,<sup>a</sup> $P < 0.01$ ,<sup>b</sup> $P < 0.05$ ;与正常灌注组同期比较,<sup>c</sup> $P < 0.01$ ,<sup>d</sup> $P < 0.05$ 

显著减小 (均  $P < 0.01$ ), 表明高血压灌注组神经元受损减轻, 对脑神经元具有保护作用。两组 ROSC 1 h 和 3 h Cho 均较 VF 前明显降低; 高血压灌注组 Cho 下降幅度较正常灌注组显著减小 (均  $P < 0.01$ ), 可见高血压灌注能很好地保护脑细胞膜的完整性。高血压灌注组 ROSC 3 h 时 NAA/Cr 比值明显高于正常灌注组 ( $P < 0.01$ ), 说明高血压灌注时脑损伤程度要比正常灌注时小。两组 ROSC 1 h 和 3 h Cho/Cr 比值比较差异均有统计学意义 (均  $P < 0.05$ ), 但 3 h 时高血压灌注组要差于正常灌注组, 原因可能与高血压灌注组 Cr 降低幅度低有关。

### 3 讨论

本实验表明, 将 ROSC 后的 MAP 控制在 VF 前的 130%, 对血流动力学有显著影响, 可以使 HR 增快, CO 增加。<sup>1</sup>H-MRS 检测结果显示, CA 猪 CPR 过程对脑代谢物造成了严重的影响, 对脑神经元和脑细胞膜的完整性造成了很大的破坏, NAA、Cho、NAA/Cr 比值、Cho/Cr 比值均降低。但高血压灌注组 NAA、Cho、NAA/Cr 比值、Cho/Cr 比值均较正常灌注组降低程度要小, 可见通过增加脑灌注压, 促进脑血流的恢复, 可以有效地减少脑神经元的损伤, 达到保护脑细胞的作用。

研究表明在 ROSC 的初期, 脑血流会出现“无血流”、“涓流”、“低血流”等现象。也有研究表明通过增加脑灌注压, 可以有效改善脑血流的恢复。

Sterz 等<sup>[8]</sup>研究表明, 在复苏后 1 ~ 5 min 内给予短暂性的一过性高血压 (MAP  $\geq 200$  mm Hg) 与长期脑功能恢复和组织损伤减轻有关。有研究表明增加血压, 并灌注稀释血液后可以改善脑血流和降低血液黏滞度, 有利于神经功能的恢复<sup>[9]</sup>。临床研究也表明: ROSC 恢复后早期患者血压较高是预测脑结局好的独立因素, 而低血压与脑结局差相关<sup>[10]</sup>。但是, 在复苏成功后需要将血压提高到什么程度, 什么时候应该停止高血压灌注治疗, 出现的并发症应该如何处理, 哪些患者适合高血压灌注疗法, 还需要进行大量的研究。本研究中将 ROSC 后的血压较 VF 前提高了 30%, 维持 4 h, 结果表明 NE 能够有效地增加脑灌注压, 降低有害代谢物的生成, 改善神经功能的恢复和预后。与其他中药制剂<sup>[11]</sup>合用能否进一步改善复苏后的脑功能也值得我们研究。

在一项针对 CPR 后溶栓疗法和高血压灌注疗法的评价中, 研究者用 <sup>1</sup>H-MRS 观察了 6 h 内 Lac 的变化趋势, 表明在 6 h Lac 会恢复到略高于 VF 前水平, 那么治疗时间窗是不是应该调整为 6 h 值得我们去研究<sup>[12]</sup>。大量的研究证明了核磁技术在 CPR 研究中有重要价值, 因为核磁技术可以对脑代谢物、脑血流、脑功能进行动态观察, 所以可以对治疗措施的疗效、治疗时间点等进行评估, 提出最佳的治疗方案<sup>[13-14]</sup>。本研究表明: 在动物复苏成功后给予 NE 诱导产生高于 VF 前血压 30% 的高血压灌注治疗,



对血流动力学有明显影响,可以升高 MAP,增加 CO。但用  $^1\text{H-MRS}$  检测的代谢物下降程度减小。由此可见,在 CA 成功 CPR 后给予高血压灌注疗法对脑复苏具有重要的保护作用。

总之,高血压灌注可以引起 CPR 后血流动力学的改变,增加脑血流量,对脑具有保护作用,促进神经功能的恢复。该研究也表明  $^1\text{H-MRS}$  技术可以对脑代谢物和脑功能变化实施动态监测,可以对干预措施进行动态评价,为研究各种治疗手段的时间窗提供重要依据。

## 参考文献

- [1] Nozari A, Safar P, Stezoski SW, et al. Mild hypothermia during prolonged cardiopulmonary cerebral resuscitation increases conscious survival in dogs. *Crit Care Med*, 2004, 32 (10): 2110-2116.
- [2] Fischer M, Hossmann KA. No-reflow after cardiac arrest. *Intensive Care Med*, 1995, 21 (2): 132-141.
- [3] Oku K, Kuboyama K, Safar P, et al. Cerebral and systemic arteriovenous oxygen monitoring after cardiac arrest: inadequate cerebral oxygen delivery. *Resuscitation*, 1994, 27 (2): 141-152.
- [4] Tuor UI, Edvinsson L, McCulloch J. Catecholamines and the relationship between cerebral blood flow and glucose use. *Am J Physiol*, 1986, 251 (4 Pt 2): H824-833.
- [5] Stover JF, Steiger P, Stocker R. Controversial issues concerning norepinephrine and intensive care following severe traumatic brain injury. *Eur J Trauma*, 2006, 32 (1): 10-27.
- [6] 韩奕,李春盛. 去甲肾上腺素诱导的高血压灌注对猪心搏骤停复苏后肝脏的影响. *中国危重病急救医学*, 2010, 22 (2): 89-92.
- [7] Soares DP, Law M. Magnetic resonance spectroscopy of the brain: review of metabolites and clinical applications. *Clin Radiol*, 2009, 64 (1): 12-21.
- [8] Sterz F, Leonov Y, Safar P, et al. Hypertension with or without hemodilution after cardiac arrest in dogs. *Stroke*, 1990, 21 (8): 1178-1184.
- [9] Leonov Y, Sterz F, Safar P, et al. Hypertension with hemodilution prevents multifocal cerebral hypoperfusion after cardiac arrest in dogs. *Stroke*, 1992, 23 (1): 45-53.
- [10] Müllner M, Sterz F, Binder M, et al. Arterial blood pressure after human cardiac arrest and neurological recovery. *Stroke*, 1996, 27 (1): 59-62.
- [11] 楼正家, 诸葛丽敏, 郑文龙, 等. 川芎嗪对心肺复苏后脑缺血/再灌注损伤的保护作用. *中国中西医结合急救杂志*, 2003, 10 (5): 299-301.
- [12] Krep H, Böttiger BW, Bock C, et al. Time course of circulatory and metabolic recovery of cat brain after cardiac arrest assessed by perfusion- and diffusion-weighted imaging and MR-spectroscopy. *Resuscitation*, 2003, 58 (3): 337-348.
- [13] Gozzi A, Ceolin L, Schwarz A, et al. A multimodality investigation of cerebral hemodynamics and autoregulation in pharmacological MRI. *Magn Reson Imaging*, 2007, 25 (6): 826-833.
- [14] Järnum H, Knutsson L, Rundgren M, et al. Diffusion and perfusion MRI of the brain in comatose patients treated with mild hypothermia after cardiac arrest: a prospective observational study. *Resuscitation*, 2009, 80 (4): 425-430.

(收稿日期: 2012-09-11)

(本文编辑: 李银平)

## • 读者 • 作者 • 编者 •

### 本刊对文后参考文献著录格式的要求

《中国中西医结合急救杂志》参考文献的著录格式,基本参照 GB/T 7714-2005《文后参考文献著录规则》执行。采用顺序编码制著录,依照文献在文中出现的先后顺序用阿拉伯数字标出,并将序号置于方括号中,排列于文后。尽量避免引用摘要作为参考文献。引用文献(包括文字和表达的原意)务必请作者与原文核对无误。日文汉字请按日文规定书写,勿与汉字及简化字混淆。同一文献作者不超过 3 人,全部著录;超过 3 人,可以只著录前 3 人,后依文种加表示“等”的文字(如西文加“, et al”,日文加“, 他”)。作者姓名一律姓氏在前,名字在后,外国人的名字采用首字母缩写形式,缩写名后不加缩写点;不同作者姓名之间用“,”隔开,不用“和”、“and”等连词。引用日期、获取和访问途径为联机文献必须著录的项目。书籍出版项中的出版地(者)有多个时,只著录第一出版地(者)。出版项中的期刊名称,中文期刊用全称;外文期刊名称用缩写,以 *Index Medicus* 中的格式为准。每条参考文献均须著录起止页码。著录格式示例如下。

- 1 期刊著录格式:主要责任者. 题名. 刊名, 年, 卷(期): 起页 - 止页.
- 2 图书著录格式:主要责任者. 题名. 版本项(第 1 版不著录). 出版地: 出版者, 出版年: 引文起页 - 止页.
- 3 会议论文汇编(集)著录格式:主要责任者. 题名. 出版地: 出版者, 出版年: 引文起页 - 止页.
- 4 析出文献著录格式:析出文献主要责任者. 析出文献题名 // 专著、会议文献主要责任者. 专著、会议题名. 版本(第 1 版不著录). 出版地: 出版者, 出版年: 析出文献起页 - 止页.
- 5 学位论文著录格式:论文作者. 题名. 学位授予单位所在城市: 学位授予或论文出版单位, 年份.
- 6 专利文献著录格式:专利申请者或所有者. 专利题名: 专利国别, 专利号. 公告日期或公开日期.
- 7 标准(包括国际标准、国家标准、行业标准等)著录格式:主要责任者. 标准编号 标准名称. 出版地: 出版者, 出版年.  
注:标准编号与标准名称之间留 1 个汉字的空隙.
- 8 报纸文章著录格式:主要责任者. 题名. 报纸名, 出版日期(版次).
- 9 电子文献著录格式:主要责任者. 题名[文献类型标志/文献载体标志, 是必选著录项目. 出版地: 出版者, 出版年(更新或修改日期)[引用日期]. 获取和访问途径.
- 10 待发表材料:对于已明确被杂志接受的待发表文献,可以标明期刊及年代,其后标注:待发表,或 In press.
- 11 以电子版优先发表的文献著录格式示例: Kurth T, Gaziano JM, Cook NR. Unreported financial disclosures in a study of migraine and cardiovascular disease [published online ahead of print July 18, 2006]. *JAMA*, 2006, 296: E1. <http://jama.ama-assn.org/cgi/data/296/3/283/DC1/1>. Accessed August 1, 2006.