

# 《急诊呼气末二氧化碳监测专家共识》解读

孙峰, 王亚, 马士程, 徐军, 朱华栋, 于学忠

作者单位: 100730 北京, 北京协和医院急诊科

通信作者: 徐军, E-mail: xujunfree@126.com

doi: 10.3969/j.issn.1002-1949.2017.07.002

急诊诊疗是反映医院综合救治能力的指标之一。相对于门诊和住院部, 急诊科面对的患者存在病情不明、缓急不一、就诊量不确定的特点。要求急诊科医生能够迅速、准确地判断病情, 有效、安全地处置患者。同时, 还要考虑患者的经济负担和就诊体验。因此, 简单、方便、无创、经济的监测手段符合急诊的需求。

呼气末二氧化碳 (end tidal carbon dioxide, ETCO<sub>2</sub>) 监测装置在上世纪 50 年代开始应用于临床, 最初主要是麻醉科医师用来确定气管插管部位以及术中通气情况。90 年代起, ETCO<sub>2</sub> 开始在重症患者中使用并迅速普及<sup>[1]</sup>。随着技术的进步, ETCO<sub>2</sub> 监测技术越来越简化。监测设备的小型化和便携化促进了 ETCO<sub>2</sub> 应用领域的扩展。目前除了原先的通气监测和人工气道定位<sup>[2]</sup>, ETCO<sub>2</sub> 在心肺复苏监测<sup>[3]</sup> 的地位也得到广泛认可。在容量评估<sup>[4-7]</sup>、插管患者转运<sup>[8-9]</sup>、门急诊手术监测<sup>[10-11]</sup> 方面已有较多研究。在患者代谢性酸中毒监测<sup>[12]</sup>、入院患者评估<sup>[13-14]</sup>、脓毒症病情评估<sup>[15]</sup>、创伤病情评估<sup>[16-17]</sup> 方面也陆续有相关报道。虽然 ETCO<sub>2</sub> 相关研究日益增多, 但目前在我国急诊领域内的使用并不普及。专家组考虑到目前我国 ETCO<sub>2</sub> 监测方法的选择和应用仍存在诸多困惑, 故制定该共识, 并以 ABCDE 进行总结 (见图 1), 以提高我国急诊医学领域对 ETCO<sub>2</sub> 监测的认识和临床应用。

由于目前临床工作中大多数的二氧化碳监测装置是时间-浓度波形的连续监测装置, 采用红外线吸光度法进行检测。因此, 《共识》中大多数推荐意见是以这类装置一起作为典范进行介绍的。

**病例 1** 患者中年女性, 因突发憋气就诊。出现严重低氧血症, 考虑肺间质病变, 原因不明。给予气管插管后呼吸机支持。由于设置较高 PEEP, 出现气

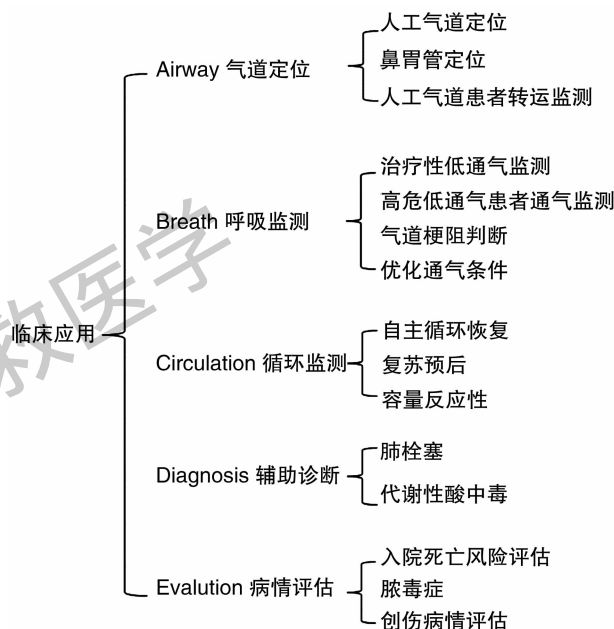


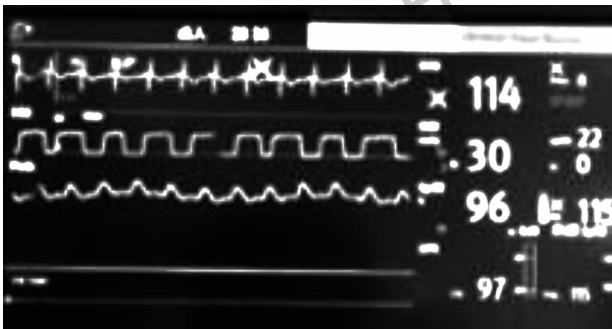
图 1 ETCO<sub>2</sub> 监测临床应用总结

压伤导致广泛皮下气肿。并出现气管插管气囊漏气, 需要立即更换气管插管。由于患者广泛皮下气肿, 胸部听诊困难。使用 ETCO<sub>2</sub> 监测仪在插管后接在简易呼吸气囊与气管插管之间, 第一次通气即可见 ETCO<sub>2</sub> 波形, 连续 4 个稳定波形即确认插管在位。



**分析:**在气道定位方面,利用呼出气二氧化碳分压高于大气的现象,确定呼出气体是否来自于肺部。使用 ETCO<sub>2</sub> 进行人工气道定位是一项有着充分证据的操作。将采样器连接在气管插管与通气装置之间,可以迅速判断呼出气中是否含有二氧化碳,连续稳定的二氧化碳波形是管路在气道内的特有表现,可以明确插管位置是否准确。避免环境嘈杂和患者自主呼吸对听诊器法的干扰。而且确定插管位置期间,心跳呼吸骤停患者的心脏按压不受影响。对于转运的患者,出现 ETCO<sub>2</sub> 数值进行性下降,需考虑气管插管出现异位的情况。而且检测数值可以有效避免转运途中人工通气导致的通气不足和通气过度。相反,若使用旁流型 ETCO<sub>2</sub> 监测仪,抽吸胃管的出口端检测到二氧化碳,则可以明确胃管误入气道或在口咽部。

**病例 2** 患者中年男性,因急性呼吸窘迫综合征给予有创机械通气。按小潮气量通气策略设置潮气量。为避免通气不足导致严重呼吸性酸中毒,使用 ETCO<sub>2</sub> 确定呼出气体二氧化碳分压,间断进行血气检查比较。以血气检查结果为金标准,控制患者 ETCO<sub>2</sub> 变化在一定范围内。若 ETCO<sub>2</sub> 数值持续上升,及时检测动脉血气,使动脉血 pH 值不低于 7.20。可以实时了解患者通气情况,并减少动脉血气的监测频次。



**分析:**对于基础代谢和循环情况相对稳定的患者,监测 ETCO<sub>2</sub> 可以了解通气情况。每分钟肺泡通气量越大,ETCO<sub>2</sub> 数值越低;反之亦然。虽然呼出气体二氧化碳分压和血二氧化碳分压之间存在相关性,但两者之间存在一个差值,因此仍需通过血气分析进行定标。定标后的 ETCO<sub>2</sub> 间接评估血二氧化碳分压,达到实时连续监测的目的,及早发现异常情况,并且减少动脉穿刺的频次。这样的通气监测在门急诊小手术中,对采用镇静剂的患者尤为使用,避免因个体耐受性差异导致呼吸抑制、二氧化碳潴留发生危险。

**病例 3** 患者老年男性,因重症肺炎就诊。治

疗期间出现心跳呼吸骤停,给予心肺复苏。复苏过程中监测了心电、无创血压、指脉氧。插管后进行 ETCO<sub>2</sub> 监测。复苏期间,患者心电监测受按压动作干扰,无法识别自主心电活动。无创血压难以监测。后患者出现 ETCO<sub>2</sub> 数值明显而持续的上升,由 20 mm Hg 升至 64 mm Hg;指脉氧 >90%。停止心肺复苏后检查动脉搏动,提示自主循环恢复。



**分析:**对于基础代谢和通气基本稳定的患者,ETCO<sub>2</sub> 数值与心输出量有关。尤其在低心排阶段,心输出量与 ETCO<sub>2</sub> 数值正相关。心肺复苏是明显的低心排阶段,最新的心肺复苏指南中,建议在不影响心脏按压的情况下,进行 ETCO<sub>2</sub> 的监测。结合其他指标,可以预测心肺复苏的预后,判断自主循环恢复。对于同样低心排阶段的患者,例如容量不足的患者,进行补液试验、直腿抬高试验后可出现 ETCO<sub>2</sub> 上升的情况,尤其与直腿抬高试验结合,是一项简便经济的容量评估方法。

**病例 4** 患者青年男性,因糖尿病酮症酸中毒就诊。监测血压稳定,心率、呼吸偏快。给予补液、输注胰岛素降血糖治疗。期间使用旁流型 ETCO<sub>2</sub> 进行监测。在观察患者呼吸深度、节律的基础上,根据呼出气数值判断酸中毒有无进一步加重,更好地判断复查血气分析的时机。



**分析:**ETCO<sub>2</sub> 可以评估呼出气体二氧化碳水平,对一些疾病的诊断和鉴别诊断有辅助意义。关注最久的就是肺栓塞的诊断,ETCO<sub>2</sub> 数值与动脉血二氧化碳水平一致,可以基本排除大面积肺栓塞可能。而代谢性酸中毒引起的代偿性过度通气,

ETCO<sub>2</sub> 检测则表现为 ETCO<sub>2</sub> 低数值。在这些情况下进行的 ETCO<sub>2</sub> 监测,可在原有基础上更好地评估患者病情,有助于疾病的诊断或疾病程度的评估,但由于存在干扰因素,不能作为判断的金标准。

对于急诊分诊而言,有关 ETCO<sub>2</sub> 的研究数量并不多。目前缺乏统一认可的分诊标准。但作为急诊日常工作的一项重点难点,分诊工作的流程仍在不断完善和优化。目前文献报道,对于创伤患者,若出现过度通气提示预后不良<sup>[17]</sup>。虽然缺乏明确的文献支持,但专家组认为这是一个趋势,在《共识》中也涉及这一方面的简单介绍,希望大家可以在工作中总结这一方面的数据,更好地推动我国急诊分诊工作。

一项技术的开展,是一个逐渐完善规范的过程,需要一定的临床资料的评估,不断修正其适应证和禁忌证。ETCO<sub>2</sub> 出现时间长,在急诊科临床工作中存在一定的优势,但目前仍缺乏重视。此次专家共识,也是一个总结。随着我国临床资料的增多,后期将会进一步完善 ETCO<sub>2</sub> 的推荐意见,使这项技术能更好地为急诊医疗服务。

#### 参考文献

- [1] Nassar BS, Schmidt GA. Capnography During Critical Illness[J]. Chest, 2016, 149(2):576-585.
- [2] Rudraraju P, Eisen LA. Confirmation of endotracheal tube position: a narrative review[J]. J Intensive Care Med, 2009, 24(5):283-292.
- [3] Link MS, Berkow LC, Kudenchuk PJ, et al. Part 7: Adult Advanced Cardiovascular Life Support; 2015 American Heart Association Guidelines Update for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care[J]. Circulation, 2015, 132(18 Suppl 2):S444-464.
- [4] Monnet X, Bataille A, Magalhaes E, et al. End-tidal carbon dioxide is better than arterial pressure for predicting volume responsiveness by the passive leg raising test[J]. Intensive Care Med, 2013, 39(1):93-100.
- [5] Zang ZD, Yan J, Xu HY, et al. The value of changes in end-tidal carbon dioxide pressure induced by passive leg raising test in predicting fluid responsiveness in mechanically ventilated patients with septic shock[J]. Zhonghua Nei Ke Za Zhi, 2013, 52(8):646-650.
- [6] Xiao-ting W, Hua Z, Da-wei L, et al. Changes in end-tidal CO<sub>2</sub> could predict fluid responsiveness in the passive leg raising test but not in the mini-fluid challenge test: A prospective and observational study[J]. J Crit Care, 2015, 30:1061-1066.
- [7] Jacquet-Lagrez M, Baudin F, David JS, et al. End-tidal carbon dioxide variation after a 100- and a 500-ml fluid challenge to assess fluid responsiveness[J]. Ann Intensive Care, 2016, 6(1):37.
- [8] Neumar RW, Otto CW, Link MS, et al. Part 8: adult advanced cardiovascular life support: 2010 American Heart Association Guidelines for Cardiopulmonary Resuscitation and Emergency Cardiovascular Care[J]. Circulation, 2010, 122(18 Suppl 3):S729-767.
- [9] Silvestri S, Ralls GA, Krauss B, et al. The effectiveness of out-of-hospital use of continuous end-tidal carbon dioxide monitoring on the rate of unrecognized misplaced intubation within a regional emergency medical services system[J]. Ann Emerg Med, 2005, 45(5):497-503.
- [10] Burton JH, Harrah JD, Germann CA, et al. Does end-tidal carbon dioxide monitoring detect respiratory events prior to current sedation monitoring practices[J]. Acad Emerg Med, 2006, 13(5):500-504.
- [11] Weinger M B LLA. No patient shall be harmed by opioid-induced respiratory depression[J]. APsF Newsletter, 2011, 26(1):26-28.
- [12] Bou Chehl R, Madden B, Belsky J, et al. Diagnostic value of end tidal capnography in patients with hyperglycemia in the emergency department[J]. BMC Emerg Med, 2016, 16:7.
- [13] Manifold CA, Davids N, Villers LC, et al. Capnography for the nonintubated patient in the emergency setting[J]. J Emerg Med, 2013, 45(4):626-632.
- [14] Hunter CL, Silvestri S, Ralls G, et al. The sixth vital sign: pre-hospital end-tidal carbon dioxide predicts in-hospital mortality and metabolic disturbances[J]. Am J Emerg Med, 2014, 32(2):160-165.
- [15] Guirgis FW, Williams DJ, Kalynych CJ, et al. End-tidal carbon dioxide as a goal of early sepsis therapy[J]. Am J Emerg Med, 2014, 32(11):1351-1356.
- [16] Caputo ND, Fraser RM, Paliga A, et al. Nasal cannula end-tidal CO<sub>2</sub> correlates with serum lactate levels and odds of operative intervention in penetrating trauma patients: a prospective cohort study[J]. J Trauma Acute Care Surg, 2012, 73(5):1202-1207.
- [17] Deakin CD, Sado DM, Coats TJ, et al. Prehospital end-tidal carbon dioxide concentration and outcome in major trauma[J]. J Trauma, 2004, 57(1):65-68.

[收稿日期:2017-06-26][本文编辑:裴俏]