

应用脉搏指示连续心排量监测技术鉴别诊断重度 ARDS 一例

李永胜 冉晓 王进 占大钱 李树生

【摘要】 ARDS 患者肺水肿的严重程度与预后密切相关, 常规检测技术难以同时量化肺水肿情况及反映患者的真实容量状态。该文报道了 1 例少见的重度 ARDS 患者应用脉搏指示连续心排量 (PiCCO) 监测技术进行诊断和鉴别诊断的救治过程。患者男, 27 岁, 既往体健, 因术后严重呼吸困难收入院, 诊断为重度 ARDS, 血管外肺水指数高达 33 ml/kg。通过 PiCCO 连续监测确立诊断并指导液体出入量管理, 患者顺利康复。该例提示 PiCCO 可以准确、客观地监测患者全身液体容量及肺水肿情况, 从而判断肺水肿的起因和类型, 有效指导液体管理, 提高 ARDS 的救治成功率。

【关键词】 脉搏指示连续心排量监测; 血管外肺水指数; 急性呼吸窘迫综合征; 诊断; 危重症

Differential diagnosis using PiCCO system in a severe ARDS patient Li Yongsheng, Ran Xiao, Wang Jin, Zhan Daqian, Li Shusheng. Department of Emergency, Tongji Hospital, Tongji Medical College, Huazhong University of Science and Technology, Wuhan 430030, China

Corresponding author, Li Yongsheng, E-mail: ysl@tjh.tjmu.edu.cn

【Abstract】 The therapeutic process of fluid management using PiCCO system in 1 rare case with severe ARDS was retrospectively analyzed. The patient was a 27 years old male, Who was admitted to intensive care unit because of dyspnea after operation. The patient was diagnosed as severe ARDS. Extravascular lung water index (EVLWI) was up to 33 ml/kg. Through continuous monitoring and accurate fluid management using PiCCO system, the patient recovered. Diagnosis and fluid management in severe ARDS patients are difficult. PiCCO system can monitor the fluid volume and pulmonary edema accurately, and guide fluid management effectively, improve the cure rate of ARDS.

【Key words】 Pulse index continuous cardiac output; Extravascular lung water index; Acute respiratory distress syndrome; Diagnosis; Critical care medicine

ARDS 是指严重感染、创伤、休克等疾病过程中, 由于肺毛细血管内皮细胞和肺泡上皮细胞损伤引起的弥漫性肺间质及肺泡水肿, 并导致以进行性低氧血症为特征的临床综合征, 病死率可高达 40%^[1]。ARDS 患者肺水肿的严重程度与预后密切相关, 常需与心源性肺水肿、肺部感染、肺栓塞等所致的呼吸困难相鉴别^[2]。脉搏指示连续心排量 (PiCCO) 监测技术不仅能够动态监测心排量, 客观准确地反映全身的容量状态, 还能监测血管外肺水指数 (ELWI)、肺血管通透性指数 (PVPI), 评价肺水肿的起因和类型^[3]。2014 年 3

月本院运用 PiCCO 监测技术, 正确诊断并成功救治了 1 例少见的重度 ARDS 患者 (ELWI 高达 33 ml/kg)。现将本例患者的情况报告如下。

病例资料

一、病 史

患者男, 27 岁。2014 年 3 月 12 日因发现左侧腹股沟包块 2 年余收治入院。患者于 2 年前发现左侧腹股沟有一包块, 未予治疗。既往无特殊病史, 否认药物过敏史及家族遗传病史, 入院体格检查无阳性体征。术前血尿常规、肝肾功能、凝血功能、

心电图、胸部 X 片检查未见明显异常。彩色多普勒超声（彩超）检查示：左侧腹股沟斜疝。完善术前准备后，3 月 13 日 16:00 在静脉注射舒芬太尼、依托咪酯、罗库溴铵并联合吸入 2% 七氟醚全身麻醉下行左侧腹股沟疝修补术，手术过程顺利，麻醉经过平稳，17:30 安返外科病房，并静脉滴注头孢呋辛钠（英国葛兰素公司）、复方氨基酸（华瑞医药公司）、中/长链脂肪乳（德国贝朗医药公司）等。

二、诊治过程

术后第 1 日凌晨 1:00 左右患者烦躁，诉胸闷、呼吸困难，脉搏血氧饱和度（ SpO_2 ）下降至 0.85，心率 87 次/分，血压 122/84 mm Hg（1 mm Hg = 0.133 kPa），呼吸 21 次/分。双肺可闻及少许湿性啰音及哮鸣音。给予大流量面罩吸氧（8~10 L/min）、茶碱药物平喘、协助排痰等处理，患者自诉症状好转， SpO_2 上升至 0.93 以上。但是数小时后患者再诉胸闷、呼吸困难，并较前明显加重，间断咳嗽较多稀薄样痰；呼吸和心率明显增快，呼吸 36 次/分，心率 124 次/分， SpO_2 下降至 0.70，血压 104/62 mm Hg 并有继续下降趋势；双肺湿性啰音及哮鸣音明显加重。动脉血气分析提示：pH 7.3， PaCO_2 31 mm Hg， PaO_2 41 mm Hg， HCO_3^- 14.8 mmol/L，心电图提示窦性心动过速，血肌钙蛋白正常、脑钠肽轻度升高至 600 $\mu\text{g/L}$ 。考虑到患者术后第 1 日已输入液体约 2 500 ml，尿量偏少，初步诊断为充血性心力衰竭。上午 10:00 给予双水平正压无创呼吸机辅助通气、利尿、洋地黄药物、少量肾上腺皮质激素（激素）等治疗，患者症状无好转，血压进行性下降， SpO_2 仅能维持在 0.80，立即转入 ICU。

11:50 转入 ICU 时，患者神志不清，血管加压药物维持血压在 96/68 mm Hg，心率 156 次/分；在无创呼吸机高浓度氧辅助通气下， SpO_2 仅 0.67，双肺布满肺干、湿性啰音。立即给予气管插管，插管后可见气道内有大量稀薄粉红色液体涌出，清理气道后连接呼吸机辅助通气，吸入氧浓度（ FiO_2 ）1.00，呼气末正压（PEEP）12 cm H_2O （1 mm H_2O = 0.098 kPa），患者 SpO_2 逐渐、缓慢上升至 0.90，少尿状态。立即完善检查，动脉血气分析提示：pH 7.03， PaCO_2 65 mm Hg， PaO_2 46 mm Hg（ FiO_2 1.00）， HCO_3^- 17.2 mmol/L，乳酸 9.0 mmol/L。血常规：血红蛋白 198 g/L，白细胞 $31.73 \times 10^9/\text{L}$ ，中性粒细胞 0.911，红细胞压积

0.558。锁骨下静脉穿刺置管监测中心静脉压约 10 cm H_2O ；床边胸部 X 线片示双肺弥漫性大片状模糊影；心电图提示窦性心动过速；心脏彩超示心房、心室不大，射血分数 0.58。

患者存在严重的肺水肿、低氧血症、休克，按急性左心衰竭处理没有好转，对该患者呼吸困难的诊断及液体管理都存在较大困难，有使用 PiCCO 的适应证。经股动脉置入 5F 肺热稀释导管（PV2015L20N，德国 Pulsion 公司），连接 PiCCO 监测仪（德国 Pulsion 公司），经中心静脉导管快速注入定量的冰盐水（10 ml 或者 15 ml 0~8℃ 生理盐水），连续 3 次测量取平均值，监测心排量指数（CI）、全心舒张末期容积指数（GEDV）、ELWI、PVPI 等指标。监测 CI 2.87 L/(min·m²)，参考正常值范围 3~5 L/(min·m²)；ELWI 33 ml/kg，参考正常值范围 3~10 ml/kg；GEDV 333 ml/m²，参考正常值范围 680~800 ml/(min·m²)；PVPI 7.1，参考正常值范围 1.0~3.0。上述结果提示，患者严重肺水肿、前负荷明显下降、肺血管通透性明显增加；其 CI 下降考虑与前负荷严重不足有关。结合患者此前有接受全身麻醉手术及脂肪乳的输入，呼吸困难起病急，氧合指数 $\text{PaO}_2/\text{FiO}_2$ 仅 46 mm Hg，胸部 X 线片提示双肺弥漫性大片状模糊影，没有容量负荷过重及右心衰竭的依据，确立该患者诊断为重度 ARDS。治疗上在 PiCCO 监测下补充液体增加前负荷，床边连续性肾脏替代治疗（CRRT）管理液体出入量水平、清除炎症介质，以及针对 ARDS 的规范治疗，如肺保护性通气策略、适量激素、防治感染等。患者血流动力学及呼吸功能均逐渐得到改善（见表 1），对应的胸部 X 线片也提示肺部阴影逐渐吸收（见图 1），肺 CT 血管造影排除肺栓塞。转入 ICU 第 9 日顺利脱离呼吸机，拔除气管插管，3 月 26 日转出 ICU，4 月 7 日从普通外科顺利康复出院。1 个月后，患者于外科门诊复诊，仅诉手术切口偶有隐痛，无其他不适；未遵医嘱接受肺部影像学及心脏彩超检查。

讨 论

ARDS 是临床上严重威胁患者生命的危重症，患者肺组织毛细血管内皮细胞广泛受损，毛细血管渗出增加、严重的通气/血流比例失调是其重要的病理生理改变。按 2012 年美国胸科协会通过的柏林定义标准诊断 ARDS：①在已知诱因下，1 周内出现急性或进展性呼吸困难；②胸部影像学检查显

一例 ARDS 患者在 ICU 治疗期间的 PiCCO 监测参数变化								
时间	CI [L/ (min · m ²)]	ELWI (ml/kg)	GEDI (ml/m ²)	PVPI	FiO ₂	PEEP (cm H ₂ O)	PaO ₂ (mm Hg)	PaO ₂ /FiO ₂ (mm Hg)
第 1 日	2. 87	33	333	7. 1	1. 00	12	46	46
第 3 日	3. 64	17	641	4. 2	0. 95	8	56	59
第 5 日	3. 13	15	598	3. 7	0. 75	8	70	93
第 7 日	3. 53	10	601	2. 7	0. 35	3	107	305

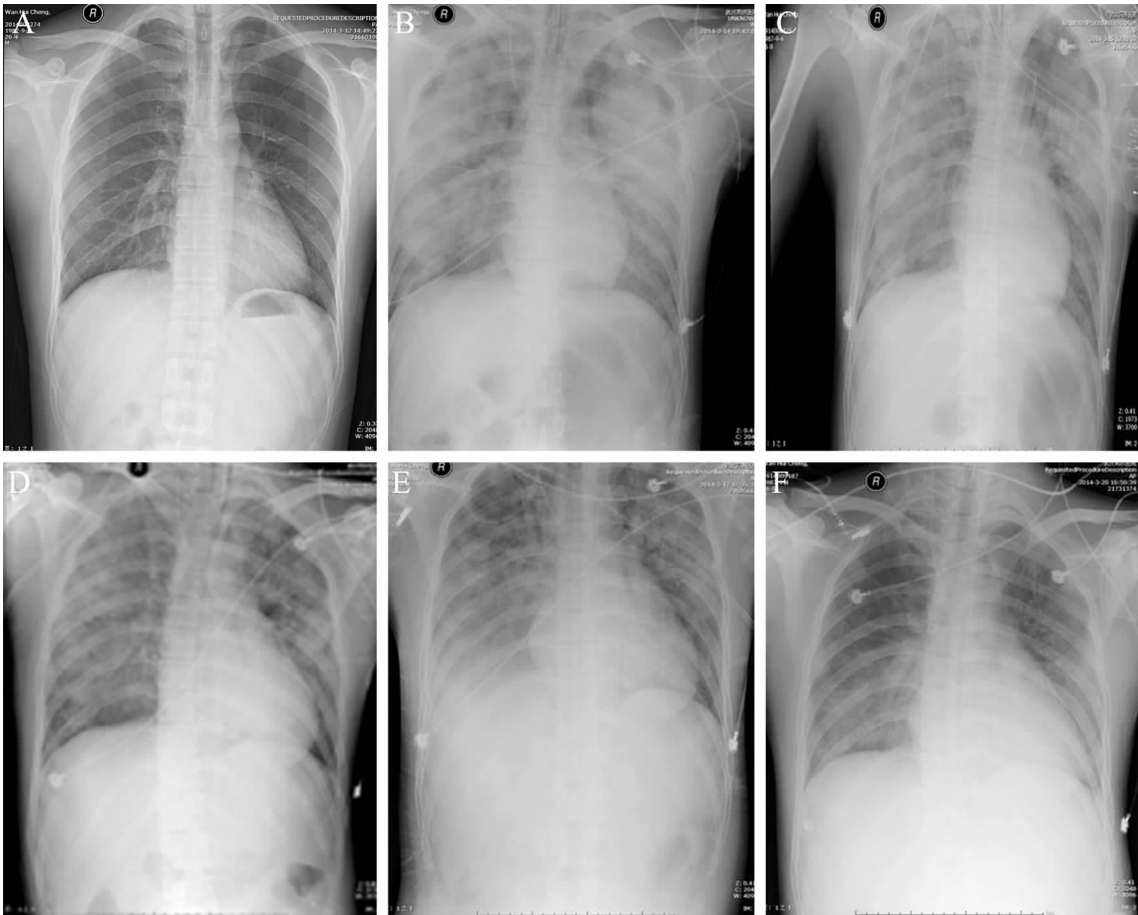


图1 一例 ARDS 患者在 ICU 治疗期间的胸部 X 线检查结果变化
A: 术前; B: ICU 第 1 日; C: ICU 第 2 日; D: ICU 第 3 日; E: ICU 第 5 日; F: ICU 第 7 日

示双肺透亮度减低,不能完全用胸腔积液、肺叶不张或结节影解释;③肺水肿不能完全用心功能衰竭和液体负荷过重解释;④低氧血症($PEEP \geq 5\text{ cm H}_2\text{O}$),根据动脉氧合指数确立 ARDS 诊断,并将其按严重程度分为轻度、中度和重度^[4]。本文患者引发 ARDS 的具体诱因尚不确定,但在进入 ICU 时,机械通气 PEEP 为 $12\text{ cm H}_2\text{O}$,氧合指数仅有 46 mm Hg ,考虑为重度 ARDS。

由于常规胸部 X 线片、血气分析检查敏感度及特异度较低,不能早期发现且不能量化肺水肿情况,而且临床上经常采用的压力指标如中心静脉压(CVP)和肺动脉楔压(PAWP)难以反映患者的

真实容量状态,这给早期确诊 ARDS 带来很大困难^[5]。PiCCO 监测技术采用经肺热稀释法测量单次 CI,并经过数学转化得出 ELWI、GEDI、PVPI 等相关数据。研究证实,ELWI 可以有效反映患者液体复苏情况,能判断患者早期肺水肿,与 ICU 患者预后具有直接关系^[6]。监测 ELWI 能够发现肺水 $10\% \sim 15\%$ 的增加,而胸部 X 线片仅在肺水 $100\% \sim 300\%$ 增长时才能甄别。针对危重患者,甄别患者是否有肺水肿。针对已经确诊肺水肿的患者,可判断肺水肿的类型(静水压型,高通透型)。

PVPI 可反映肺水肿的类型。ELWI 升高、PVPI 正常,代表静水压升高型肺水肿;ELWI、PVPI 均

升高,代表通透性增高性肺水肿。ARDS 伴随肺水肿,存在高通透性、但不具有高静水压性的特点,对于 ARDS 的诊断具有指导意义。本例患者 PVPI 明显增加,提示肺血管内皮屏障功能受损、内皮通透性显著增加、ARDS 病情趋向严重。

ELWI 和 PVPI 的改变能够判断 ARDS 肺损伤与肺水肿的程度。Zhang 等^[7]通过对 10 例 ARDS 患者进行定量 CT 分析和 PiCCO 监测,发现两者对于 ARDS 肺水肿的判断一致性非常高,说明 PiCCO 用于评估 ARDS 是准确可靠的。Kushimoto 等^[6]实施的一项多中心回顾性研究也证实了 ARDS 严重程度与 ELWI 及 PVPI 的增加密切相关。在 ARDS 疾病进展过程的高风险预测指标中,ELWI 可提前 2.6 d 预测符合欧美共识会议 (AECC) 标准的 ARDS 发生,体现了其较高的敏感度和特异度^[8]。研究发现,ELWI 与预后有明显相关性,当 ELWI > 15 ml/kg 时,病死率 > 65%,而 ELWI < 10 ml/kg 时,病死率 < 33%^[9-10]。

本例患者年轻,术前各项检查均无异常,手术时间短、范围小(仅为疝囊结扎,未进入腹腔),手术和麻醉经过平稳、顺利,可以排除误吸、肺复张不当等因手术、麻醉所致的非心源性肺水肿。术后用药除了脂肪乳有低度的潜在致炎症反应可能之外,未出现药物过敏或输液反应征象^[11]。患者在外科发生急性肺水肿时,曾经考虑为充血性心力衰竭,给予无创正压通气、利尿、洋地黄药物治疗后无明显好转。而进入 ICU 后通过 PiCCO 监测发现患者前负荷过低,但肺水肿严重,肺通透性指数明显升高,说明患者肺水肿是由于肺血管的通透性增加、液体广泛渗出造成,而不是容量负荷过重、肺血管的静水压增高、心功能不全所致。以上均说明,PiCCO 监测在早期辨别肺水肿的起因、类型上具有重要价值。本例患者 ELWI 高达 33 ml/kg、PVPI 7.1,这是比较罕见的,死亡风险是非常高的。如何精确、有效地补充循环血量以维持生命体征,同时又不增加肺水肿,进行合适的液体管理是此类患者抢救成功的关键。沈利汉等^[12]通过随机对照临床研究发现,PiCCO 监测指导 ARDS 患者液体管理可以改善患者的氧合指数,减少机械通气时间。傅水桥等^[13]也指出 ELWI 与氧合指数呈负相关,而且在脓毒症相关性 ARDS 的液体管理中具有重要指导意义。邓宁等^[14]更进一步阐明治疗 ARDS 过程中 ELWI、PVPI 迅速下降的患者存活率明显较高,ELWI、PVPI 的动态变化可用于评估

ARDS 治疗效果和患者预后。陈小枫等^[15]研究表明,PiCCO 监测指导下的高容量血液滤过可以改善 ARDS 患者的氧合及肺顺应性,减少器官衰竭,缩短机械通气时间和 ICU 住院时间,降低病死率。在这些临床研究中,ARDS 患者 PiCCO 监测 EVLWI 平均在 10 ~ 20 ml/kg,通过持续性监测 ELWI 以及 GEDI 等结果指导液体管理,患者病情有明显改善。本例患者 ELWI 高达 33 ml/kg,而且具有明显的血流动力学障碍,我们同样通过 PiCCO 连续性监测肺水肿和全身容量状态,循序渐进地补充有效循环血量及减轻肺水肿直至达到平衡,同时指导 CRRT 治疗的剂量及时间。患者 ELWI、PVPI 分别从第 1 日的 33 ml/kg、7.1 很快下降至第 3 日的 17 ml/kg、4.2,最终下降至第 7 日的 10 ml/kg、2.7,对应的胸部影像学也明显好转,同时患者全身液体容量状态也得到明显改善。这些说明 ELWI 高达 33 ml/kg 时,患者虽然预后判断很差,但是只要 ELWI 动态变化能够明显下降,临床预后就会明显改善,也提示 ELWI 动态变化值可能比 ELWI 绝对值在评估 ARDS 病情严重程度时更有临床价值。

当然,PiCCO 仅能作为临床的监测手段之一,而不能作为治疗手段。本例重度 ARDS 患者治疗过程中,不仅通过 PiCCO 监测判断患者肺水肿的类型、指导液体的管理,其他一些规范化的治疗也同样在进行,如保护性通气策略、适当高水平的 PEEP、CRRT 治疗、抗感染、适量激素、纠正低蛋白血症等。所以,ARDS 的治疗是一个综合性过程,不能忽略了液体管理之外的治疗手段。

综上所述,PiCCO 是早期协助确诊以及评估 ARDS 的重要监测手段,ELWI、PVPI 可以准确反映患者肺水肿的类型、严重程度,判断患者的预后。ARDS 患者如果 ELWI 动态变化能够明显下降,临床治愈率就会显著升高。通过 PiCCO 连续监测全身容量及肺水肿水平指导临床液体管理,有助于提高重度 ARDS 的救治成功率。

参 考 文 献

- [1] Phua J, Badia JR, Adhikari NK, Friedrich JO, Fowler RA, Singh JM, Scales DC, Stather DR, Li A, Jones A, Gattas DJ, Hallett D, Tomlinson G, Stewart TE, Ferguson ND. Has mortality from acute respiratory distress syndrome decreased over time: a systematic review. *Am J Respir Crit Care Med*, 2009, 179 (3): 220-227.
- [2] National Heart, Lung, and Blood Institute Acute Respiratory Distress Syndrome (ARDS) Clinical Trials Network, Wiedemann

- HP, Wheeler AP, Bernard GR, Thompson BT, Hayden D, de-Boisblanc B, Connors AF Jr, Hite RD, Harabin AL. Comparison of two fluid-management strategies in acute lung injury. *N Engl J Med*, 2006, 354 (24): 2564-2575.
- [3] Kushimoto S, Taira Y, Kitazawa Y, Okuchi K, Sakamoto T, Ishikura H, Endo T, Yamanouchi S, Tagami T, Yamaguchi J, Yoshikawa K, Sugita M, Kase Y, Kanemura T, Takahashi H, Kuroki Y, Izumino H, Rinka H, Seo R, Takatori M, Kaneko T, Nakamura T, Irahara T, Saito N, Watanabe A; PiCCO Pulmonary Edema Study Group. The clinical usefulness of extravascular lung water and pulmonary vascular permeability index to diagnose and characterize pulmonary edema: a prospective multicenter study on the quantitative differential diagnostic definition for acute lung injury/acute respiratory distress syndrome. *Crit Care*, 2012, 16 (6): R232.
- [4] ARDS Definition Task Force, Ranieri VM, Rubenfeld GD, Thompson BT, Ferguson ND, Caldwell E, Fan E, Camporota L, Slutsky AS. Acute respiratory distress syndrome: the Berlin Definition. *JAMA*, 2012, 307 (23): 2526-2533.
- [5] Kumar A, Anel R, Bunnell E, Habet K, Zanotti S, Marshall S, Neumann A, Ali A, Cheang M, Kavinsky C, Parrillo JE. Pulmonary artery occlusion pressure and central venous pressure fail to predict ventricular filling volume, cardiac performance, or the response to volume infusion in normal subjects. *Crit Care Med*, 2004, 32 (3): 691-699.
- [6] Kushimoto S, Endo T, Yamanouchi S, Sakamoto T, Ishikura H, Kitazawa Y, Taira Y, Okuchi K, Tagami T, Watanabe A, Yamaguchi J, Yoshikawa K, Sugita M, Kase Y, Kanemura T, Takahashi H, Kuroki Y, Izumino H, Rinka H, Seo R, Takatori M, Kaneko T, Nakamura T, Irahara T, Saito N; PiCCO Pulmonary Edema Study Group. Relationship between extravascular lung water and severity categories of acute respiratory distress syndrome by the Berlin definition. *Crit Care*, 2013, 17 (4): R132.
- [7] Zhang F, Li C, Zhang JN, Guo HP, Wu DW. Comparison of quantitative computed tomography analysis and single-indicator thermodilution to measure pulmonary edema in patients with acute respiratory distress syndrome. *Biomed Eng Online*, 2014, 13: 30.
- [8] LeTourneau JL, Pinney J, Phillips CR. Extravascular lung water predicts progression to acute lung injury in patients with increased risk. *Crit Care Med*, 2012, 40 (3): 847-854.
- [9] Berkowitz DM, Danai PA, Eaton S, Moss M, Martin GS. Accurate characterization of extravascular lung water in acute respiratory distress syndrome. *Crit Care Med*, 2008, 36 (6): 1803-1809.
- [10] Zhang Z, Lu B, Ni H. Prognostic value of extravascular lung water index in critically ill patients: a systematic review of the literature. *J Crit Care*, 2012, 27 (4): 420. e1-e8.
- [11] 钱桂生. 急性肺损伤与急性呼吸窘迫综合征的诊治现状. *新医学*, 2005, 36 (8): 483-485.
- [12] 沈利汉, 蔡立华. 脉搏指示连续心排血量监测指导急性呼吸窘迫综合征患者液体管理的临床研究. *国际呼吸杂志*, 2013, 33 (17): 1305-1307.
- [13] 傅水桥, 崔巍, 骆晓倩. 血管外肺水指数在脓毒症相关性 ALI/ARDS 患者液体管理中的意义. *中华急诊医学杂志*, 2010, 19 (11): 1193-1196.
- [14] 邓宁, 常为民, 王春全, 杨进军, 郭伟. 急性呼吸窘迫综合征患者血管外肺水的动态变化与预后的关系. *中国呼吸与危重监护杂志*, 2012, 11 (6): 528-531.
- [15] 陈小枫, 叶纪录, 朱志云. 脉搏指示连续心排血量监测指导高容量血液滤过治疗急性呼吸窘迫综合征的评价. *中华危重病急救医学*, 2014, 26 (9): 650-655.

(收稿日期: 2015-08-22)

(本文编辑: 林燕薇)