

Retrospective Analysis of the Clinical Study of PiCCO Monitoring and Arterial Blood Gas in the Early Shock Resuscitation of Large-Area Burns

Wen Zhang¹ Junli Zhou^{2*}

1.Ningxia Medical University, Yinchuan, Ningxia, 750000, China

2.Gansu Provincial Hospital, Lanzhou, Gansu, 730030, China

Abstract

Objective: The paper explores the effect of PiCCO monitoring applied to early rehydration and pulmonary edema in patients with extensive burns, and the correlation analysis between extravascular lung water index and arterial blood gas. **Methods:** The large area burn patients admitted from January 2016 to December 2020 were analyzed retrospectively. The difference between the oxygenation index and the total rehydration coefficient of 48 h in the two groups was observed according to whether the PiCCO was used or not. The PiCCO fluid rehydration group was divided into two groups according to the difference of extravascular pulmonary water index (EVLWI) and arterial blood gas correlation analysis. **Results:** PiCCO there was no significant difference in oxygenation index between the patients in the monitoring group and the patients in the routine monitoring group ($P>0.05$), The oxygenation index of the PiCCO Monitoring Group was significantly higher ($t=4.646$) than that of the conventional Monitoring Group 48 h after admission, ($P<0.05$), Meanwhile PiCCO the total rehydration coefficient of 48 h after admission was significantly lower ($t=-3.288$) than that of the conventional monitoring group, ($P<0.05$); PiCCO monitoring was divided into A group ($3<EVLWI<7$)14 cases and B group ($EVLWI\geq 7$)16 cases. There was a significant positive correlation between EVLWI and Na in arterial blood gas ($P<0.05$), There was a significant positive correlation between EVLWI and Hb ($P=0.043<0.05$), There was significant positive correlation between Na and Cl- ($P=0.001<0.05$); There was a significant positive correlation between EVLWI and arterial blood gas sodium ion (Na) in B group ($P<0.05$), There was a significant negative correlation between EVLWI and Hb ($P=0.042<0.05$), There was a significant positive correlation between Na and Cl- ($P=0.002<0.05$). **Conclusion:** On the basis of routine monitoring of fluid rehydration, PiCCO monitoring is used to guide fluid rehydration, so that fluid rehydration is more reasonable and scientific, and the pulmonary edema of shock resuscitation is well reduced. Elevated Na in arterial blood gas suggests pulmonary edema.

Keywords

pulse contour cardiac output; respiratory system; acute respiratory distress syndrome; pneumonema

回顾分析 PiCCO 监测与动脉血气在大面积烧伤早期休克复苏临床研究

张雯¹ 周军利^{2*}

1. 宁夏医科大学, 中国·宁夏 银川 750000

2. 甘肃省人民医院, 中国·甘肃 兰州 730000

摘要

目的: 论文探究 PiCCO 监测应用于大面积烧伤患者早期补液与肺水肿的影响及血管外肺水指数与动脉血气相关性分析。 **方法:** 回顾性分析了甘肃省人民医院烧伤科自 2016 年 1 月—2020 年 12 月收治的大面积烧伤患者。根据是否使用 PiCCO 分为 PiCCO 监测补液组与常规监测补液组, 分别观察两组氧合指数与 48h 总补液系数之间的差异。同时将 PiCCO 补液组根据患者入院时血管外肺水指数的不同, 分为两组分别进行 PiCCO 监测数据血管外肺水指数 (EVLWI) 与动脉血气相关性分析。 **结果:** PiCCO 监测组患者与常规监测组的患者在入院时的氧合指数比较差异无统计学意义 ($P>0.05$), 而 PiCCO 监测组入院 48h 后氧合指数明显高于常规监测组 ($t=4.646, P<0.05$), 同时 PiCCO 监测组入院后 48h 总补液系数明显低于常规监测组 ($t=-3.288, P<0.05$); PiCCO 监测分为 A 组 ($3<EVLWI<7$) 14 例和 B 组 ($EVLWI\geq 7$) 16 例。A 组患者 EVLWI 与动脉血气中钠离子 (Na^+) 呈显著正向相关性 ($P<0.05$), EVLWI 与 Hb 呈显著正相关性 ($P=0.043<0.05$), Na^+ 与 Cl^- 呈显著正相关性 ($P=0.001<0.05$); B 组患者 EVLWI 与动脉血气钠离子 (Na^+) 呈显著正向相关性 ($P<0.05$), EVLWI 与 Hb 呈显著负相关性 ($P=0.042<0.05$), Na^+ 与 Cl^- 呈显著正相关性 ($P=0.002<0.05$)。 **结论:** 在常规监测补液的基础上以 PiCCO 监测指导补液, 使补液更加的合理、科学, 很好地降低休克复苏的肺组织水肿。动脉血气中 Na^+ 的升高提示肺水肿可能。

关键词

脉搏轮廓心输出量; 呼吸系统; 急性呼吸窘迫综合征; 肺水肿

1 引言

一般将以各种形式(热蒸汽、高温液体、高温金属等)所传导的热力作用于人体后对人体造成皮肤乃至更深层次的组织损伤均称之为烧伤。在中国重工业城市及欠发达地区,工业事故以及传统取暖、务农方式导致烧伤事故频繁发生。严重烧伤患者常并发多器官功能障碍,尤其是肺功能障碍发生时间早,发生率较高^[1,2]。同时,烧伤患者早期休克补液以及针对烧伤创面的清创术植皮术同样会引起一系列病理生理改变,这些变化都面临着肺损伤进一步加重的风险^[3]。更有甚者会造成肺水肿以及急性呼吸窘迫综合征(ARDS),这对烧伤患者的生命造成致命影响,加剧烧伤死亡率的攀升^[4]。能够准确反应肺损伤早期情况的血管外肺水(EVLW)就显得格外重要,虽然超声监测(LUS)等手段也可不同程度地监测肺水肿的情况,但其准确性与稳定性均无法与PiCCO监测相比。而PiCCO监测目前在临床的普及性并不高。因此,本研究回顾性分析了PiCCO监测大面积烧伤患者早期补液的临床病例。探讨PiCCO监测补液与常规监测补液的差异,以及对PiCCO监测血管外肺水指数(EVLWI)与动脉血气数据相关性的讨论。以期为没有条件使用PiCCO监测的患者提供更多的临床数据。

2 材料与方法

2.1 研究对象

收集甘肃省人民医院烧伤科2016年1月—2020年12月收治的大面积烧伤患者,根据纳入与排除标准,纳入45例病例。根据使用的监测方法的不同,将分为常规监测组15例和PiCCO监测组30例。两组患者一般资料比较,差异无统计学意义($P > 0.05$)。

2.1.1 纳入标准

- ①年龄大于18岁,性别不限。
- ②烧伤总面积 $\geq 50\%$ TBSA,深度为浅II~III度。
- ③伤后6小时内收治我科且48h治疗记录完整的患者。

2.1.2 排除标准

- ①妊娠;合并严重心、肝、肾、造血系统疾病及其他外伤。

【作者简介】张雯(1992-),女,中国宁夏银川人,研究生在读,从事烧伤整形研究。

【通讯作者】周军利,男,中国甘肃兰州人,主任医师,从事烧伤研究。

- ②患者家属放弃、拒绝、治疗过程中未进行数据录入等因素造成数据缺失。

- ③瓣膜返流、室间隔缺损、主动脉瘤、肺切除病人、巨大肺栓塞、体外循环期间、严重心率紊乱、严重气胸。

2.2 研究方法

常规监测组依据第三军医大学休克期补液公式[补液总量=烧伤总面积(烧伤总面积(%TBSA)×体重(kg)×1.5(mL·kg)+2000mL基础液体)]进行液体复苏。1:1的电解质和胶体比例补液治疗。

伤后第1个24h补液:伤后8h内补液总量的1/2;伤后第2、3个8h补液量为总补液量的1/2。

伤后第2个24h补液:电解质和胶体按第1个24h实际总补液量的1/2,基础水分不变。根据心率、尿量、平均动脉压调整补液量及补液速度。

PiCCO监测组在常规监测组的基础上,同时使用PiCCO监测提供的全心舒张末期容积指数(GEDVI)、胸腔内血容量指数(ITBVI)、心脏指数、血管外肺水指数(EVLWI)等指标,指导补液量及补液速度。根据烧伤情况酌情选择股动脉以及锁骨下静脉穿刺置管,连接PiCCO监测设备,每4h监测评估一次。

2.2.1 数据收集

- ①患者的一般情况(年龄,烧伤面积,伤后入院时间,是否有吸入性损伤)。

- ②研究对象48h的总补液量及入院时与入院48h后的氧合指数。

- ③PiCCO监测组根据入院后第一次PiCCO监测所测得血管外肺水指数(EVLWI)分为两组:A组($3 < EVLWI < 7$)与B组($EVLWI \geq 7$),血管外肺水指数不仅可以体现血管外肺水的情况,同时平衡了患者的个体差异,使数据更有代表性。将A、B两组分组收集患者的血管外肺水指数(EVLWI)与使用PiCCO监测2h内患者动脉血气分析部分数据:pH、血红蛋白(Hb)、钾离子(K⁺)、钠离子(Na⁺)、钙离子(Ca²⁺)、氯离子(Cl⁻)。

2.2.2 数据处理

使用IBM SPSS.24统计软件,将PiCCO监测组的A组与B组分进行EVLWI与动脉血气分析数据分别进行Pearson(皮尔逊)相关性检验, $P < 0.05$ 为相关性有统计学意义。

将常规监测组与 PiCCO 监测组 48h 总补液量 (包含电解质和胶体) 平衡掉个体差异后进行卡方检验, 比较差异性。P < 0.05 为相关性有统计学意义。

3 结果

3.1 PiCCO 监测组与常规监测组氧合指数与总 48h 补液系数

患者个体差异造成补液量无法进行有效比较, 故使用总补液系数来代替总补液量, 消除患者个体差异造成的影响。其中, 总补液系数公式为:

$$\text{总补液系数} = \text{总补液量 ml} / \text{体重 kg} / \text{总烧伤面积 \%TBSA}$$

PiCCO 监测组患者与常规监测组的患者在入院时的氧合指数比较差异无统计学意义 (P>0.05), 而 PiCCO 监测组入院 48h 后氧合指数明显高于常规监测组 (t=4.646, P < 0.05), 同时 PiCCO 监测组入院后 48h 总补液系数明显低于常规监测组 (t=-3.288, P < 0.05), 如表 1、表 2 所示。

3.2 PiCCO 监测组血管外肺水指数 (EVLWI) 和血气分析部分数据

选用血管外肺水指数 (EVLWI) 作为参数, 既能同步表示 EVLW 的变化, 同时屏蔽了患者间差异影响。EVLWI 的正常范围是 3.0~7.0。

根据患者入院时 PiCCO 监测的具体 EVLWI 值, 将使用 PiCCO 监测组 30 例病例分为 A 组 (3 < EVLWI < 7) 14 例和 B 组 (EVLWI ≥ 7) 16 例。A 组患者 EVLWI 与动脉血气中钠离子 (Na⁺) 呈显著正向相关性 (P < 0.05), EVLWI 与 Hb 呈显著正相关性 (P=0.043 < 0.05), Na⁺ 与 Cl⁻ 呈显著正相关性 (P=0.001 < 0.05), 如表 3 所示; B 组患者 EVLWI 与动脉血气钠离子 (Na⁺) 呈显著正向相关性 (P < 0.05), EVLWI 与 Hb 呈显著负相关性 (P=0.042 < 0.05), Na⁺ 与 Cl⁻ 呈显著正相关性 (P=0.002 < 0.05), 如表 4 所示。A 组与 B 组在 EVLWI 与动脉血气数据相关性检验, 出现了

表 1 两组烧伤患者一般资料比较

组别	例数	性别		年龄	体重	烧伤面积	吸入性损伤		
		男	女				轻度	中度	重度
PiCCO 组	30	23	7	43.5 ± 13.418	64.57 ± 16.057	88.07 ± 5.656	2	13	15
常规组	15	11	4	41.8 ± 12.059	68.33 ± 14.975	89.07 ± 5.311	2	5	8
t		—		0.398	-0.758	-0.570	—		
P		0.540		0.693	0.453	0.572	0.644		

表 2 PiCCO 监测组与常规组氧合指数比较和入院 48h 总补液系数比较 (mmHg, mL · kg⁻¹ · %TBSA⁻¹, x ± s)

组别	例数	氧合指数		入院 48 小时总补液系数
		入院时	入院后 48h	
PiCCO 组	30	277.70 ± 27.543	319.63 ± 25.419	3.31 ± 0.290
常规组	15	268.00 ± 19.867	285.27 ± 18.499	3.67 ± 0.423
t		1.212	4.646	-3.288
P		0.232	0.000	0.002

注: TBSA 为烧伤总面积, 氧合指数单位为 mmHg, 补液系数单位为 mL · kg⁻¹ · %TBSA⁻¹。

表 3 A 组 EVLWI 与动脉血气中部分数据 Pearson 相关性检验 (3 < EVLWI < 7)

	EVLWI	Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	PH	Hb
EVLWI	1						
Na ⁺	0.635**	1					
Cl ⁻	0.004	0.340**	1				
K ⁺	0.350**	0.049	-0.180	1			
Ca ²⁺	0.108	0.196	0.116	-0.074	1		
PH	0.128	0.326**	0.335**	0.131	-0.222*	1	
Hb	0.205*	-0.237*	0.016	-0.015	-0.023	-0.108	1

注: ** 在 0.01 级别 (双尾), 相关性显著; * 在 0.05 级别 (双尾), 相关性显著。

表4 B组EVLWI与动脉血气中部分数据 Pearson相关性检验 (EVLWI ≥ 7)

	EVLWI	Na ⁺	Cl ⁻	K ⁺	Ca ²⁺	PH	Hb
EVLWI	1						
Na ⁺	0.541**	1					
Cl ⁻	0.026	0.147*	1				
K ⁺	0.139	-0.112	-0.213*	1			
Ca ²⁺	-0.111	-0.004	-0.053	0.021	1		
PH	-0.305**	-0.168	0.129	0.009	-0.194*	1	
Hb	-0.193*	0.157	0.021	-0.128	0.141	-0.204*	1

注: **. 在 0.01 级别 (双尾), 相关性显著; *. 在 0.05 级别 (双尾), 相关性显著。

多样性的结果过, 但其中两组数据的 EVLWI 均与动脉血气中 Na⁺ 为显著正向相关, 同时 Na⁺ 与 Cl⁻ 均呈显著正相关。

4 讨论

烧伤后, 肺脏是受到直接伤害的器官之一, 尤其是火灾伤害中, 吸入性损伤为较为常见。同时烧伤引起的全身性反应会造成肺内通气 - 血流比例失衡, 最终造成缺氧等肺组织损伤, 甚至引起更为致命的急性呼吸窘迫综合征 (Acute respiratory distress syndrome, ARDS) [5]。而过量补液的现象在中国和国际上均不罕见 [6]。研究表明, 过量补液会导致肺组织的损伤, 加剧肺水肿的形成。

烧伤早期面临的最大死亡原因仍然是休克, 对休克的治疗成为临床医师关注的重点, 而液体复苏一般是烧伤早期休克治疗的第一选择。PiCCO 监测的使用给我们提供了精准补液的新思路。有助于减轻肺损伤并对 ARDS 进行预防。有研究表明, 以常规监测组为导向进行经验性补液更容易造成补液过量的现象 [7]。通过使用 PiCCO 监测补液可有效缩短患者住 ICU 时间 [8,9]、减低并发症的发生率 [10] 及有效改善患者预后 [11]。本研究中, PiCCO 监测组入院后 48h 总补液系数明显低于常规监测组的补液系数。与此同时, 在 PiCCO 监测组患者与常规监测补液患者在入院时氧合指数无统计学差异性的条件下, PiCCO 监测补液组的入院后 48h 氧合指数在统计学意义上高于常规监测组。说明 PiCCO 监测组补液比常规监测补液在肺水肿的控制上更有优势。

烧伤早期造成全身炎症反应 (SIRS) 是基于由循环分子诱导的炎症因子, 其改变了多糖萼结构与内皮细胞紧密连接, 导致毛细血管渗漏增加、高渗透性、组织水肿和器官衰竭 [12]。最终造成内皮细胞的损伤 [13], 而内皮细胞的完整性是离子正常交换的基础。远端细支气管与肺泡的上皮细

胞以及毛细血管内皮细胞的损伤, 钠离子通道的功能障碍导致钠离子滞留、电解质紊乱, 水分子渗出至肺组织间隙, 最终渗入肺泡腔, 形成广泛的组织水肿和器官功能障碍。本研究中, PiCCO 监测 A、B 两组数据均说明 EVLWI 与动脉血气中 Na⁺ 有良好的正向相关性。一项关于使用脂氧合酶产物白三烯 D4 激活肺 Na⁺/K⁺ ATP 酶从而增加肺泡上皮钠转运和液体清除 [14] 的实验, 从侧面再次证实了这一结论。而两组数据均表明动脉血气中 Na⁺ 与 Cl⁻ 之呈正向相关性, 而 EVLWI 均未与 Cl⁻ 出现相关性, 这是因为钠离子的转运多为主动转运, 而氯离子多受到钠离子所造成的渗透梯度与电压梯度影响参与被动转运, 同时氯离子在肺泡及远端细支气管的 Clara 细胞和 II 型上皮细胞还存在主动转运 [15]。B 组患者的初始 EVLWI 指数明显高于 A 组患者, 现得到两组完全相反的结果, EVLWI 与 Hb 在 A 组为正相关, 而在 B 组呈现出负向相关性。因为血红蛋白作为机体氧气运输载体, 对抗肺水肿的发生有积极意义, 但同时烧伤造成的血液浓缩、吸入的有害气体造成的血红蛋白损伤等使情况更为复杂, 如烧伤不完全产物一氧化碳被吸入 (CO) 时, 由于一氧化碳与血红蛋白的结合能力远远大于血红蛋白与氧气的结合, 形成碳氧血红蛋白被输送至身体的各个器官及组织, 前者的结合不仅降低了血球携带氧气的的能力, 而且还会抑制氧血红蛋白的释放, 进一步导致患者机体因为缺氧造成的器官损伤, 以致肺水肿的加剧。故可初步推测, B 组 EVLWI 指数更高的患者吸入了更多的有害气体 (如一氧化碳), 因此造成肺组织的缺氧程度更为严重。

5 结语

综上所述, 在常规监测补液的基础上以 PiCCO 监测指导补液, 可很好地平衡复苏补液与肺组织进一步损伤的防治。

同时 PiCCO 监测数据 EVLWI 相关性研究提示其与动脉血气 Na^+ 具有很好的正向相关, 同样, 动脉血气 Na^+ 升高提示肺水肿的可能。这对未使用 PiCCO 监测的临床补液治疗提供了补充数据。此外, 本研究为回顾性研究, 无法避免数据的偏倚, 同时样本数量有限, 还需进一步的前瞻性研究及循证医学的论证, 增强研究的准确性。

参考文献

- [1] Stanojic M, Abdullahi A, Rehou S, Parousis A, Jeschke MG. Pathophysiological Response to Burn Injury in Adults[J]. *Annals of surgery*. 2018,267(03):576–584.
- [2] Sutton T, Lenk I, Conrad P, Halerz M, Mosier M. Severity of Inhalation Injury is Predictive of Alterations in Gas Exchange and Worsened Clinical Outcomes[J]. *Journal of burn care & research : official publication of the American Burn Association*. 2017,38(06):390–395.
- [3] Rennekampff OH, Hansbrough JF, Tenenhaus M, Kiessig V, Yi ES. Effects of early and delayed wound excision on pulmonary leukosequestration and neutrophil respiratory burst activity in burned mice[J]. *Surgery*. 1995,118(05):884–892.
- [4] Fan E, Brodie D, Slutsky AS. Acute Respiratory Distress Syndrome: Advances in Diagnosis and Treatment[J]. *Jama*. 2018,319(07):698–710.
- [5] Tagami T, Tosa R, Omura M, et al. Effect of a selective neutrophil elastase inhibitor on mortality and ventilator ventilator-free days in patients with increased extravascular lung water: a post hoc analysis of the PiCCO Pulmonary Edema Study Study[J]. *J Intensive Care*,2014,2(01):67.
- [6] 靳磊, 王琦. 烧伤的液体复苏与吸入性损伤现状 [J]. *医学综述*,2020,26(15):3002–3006.
- [7] 崔静, 王菁, 伍银银, 等. 动脉血气分析仪与全自动生化分析仪在 ICU 危重患者检测中应用研究 [J]. *创伤与急危重病医学*,2019,7(02):103–104+108.
- [8] Aboelatta Y, Abdelsalam A. Volume overload of fluid resuscitation in acutely burned patients using transpulmonary thermodilution technique[J]. *J Burn Care Res*. 2013,34(3):349–354.
- [9] 王磊, 娄季鹤, 吕涛, 等. picco 监测技术指导危重烧伤休克限制性补液的应用现代诊断与治疗 [J],2017,28(17):3269–3271.
- [10] 江家树, 汤展宏, 胡军涛, 等. 脉搏指示连续心输出量技术目标导向液体复苏治疗在烧伤早期中的应用研究 [J]. *中国全科医学*,2016,19(01):2151+2016.
- [11] 蒋南红, 王德运, 李凤, 等. 脉搏轮廓心输出量监测技术指导特重度烧伤患者液体复苏对脏器功能的影响 [J]. *中华烧伤杂志*,2020,36(10):939–946.
- [12] 夏照帆, 王光毅. 烧伤休克期补液与监测相关问题的探讨 [J]. *中华烧伤杂志*,2008(04):241–244.
- [13] Cumming J, Purdue GF, Hunt JL, O' Keefe GE. Objective estimates of the incidence and consequences of multiple organ dysfunction and sepsis after burn trauma[J]. *J Trauma*. 2001,50(03):510–515.
- [14] Sloniewsky DE, Ridge KM, Adir Y, Fries FP, Briva A, Sznajder JJ, Sporn PH. Leukotriene D4 activates alveolar epithelial Na, K-ATPase and increases alveolar fluid clearance[J]. *Am J Respir Crit Care Med*, 2004(03):407–412.
- [15] Matthay MA, Folkesson HG, Clerici C. Lung epithelial fluid transport and the resolution of pulmonary edema[J]. *Physiol Rev*, 2002,82(03):569–600.