

P(v-a)CO₂在肝部分切除液体复苏治疗中的研究进展

刘珊珊, 贾珍*

青海大学附属医院麻醉科, 青海 西宁

收稿日期: 2023年2月8日; 录用日期: 2023年3月6日; 发布日期: 2023年3月13日

摘要

肝部分切除术围术期出血输血风险高, 肝切除后液体复苏问题是麻醉医生的重要临床问题。静动脉二氧化碳分压差[P(v-a)CO₂]是评估微循环的流量指标, 与指导液体复苏、评估组织氧供需、评估病情危重性和预后等密切相关。该文就P(v-a)CO₂在指导评估肝部分切除液体复苏治疗中应用的研究进展作一综述。

关键词

中心静脉 - 动脉血二氧化碳分压差, 肝部分切除, 液体复苏, 氧代谢

Research Progress of Static-Arterial Carbon Dioxide Partial Pressure Difference in Fluid Resuscitation during Partial Hepatectomy

Shanshan Liu, Zhen Jia*

Department of Anesthesia, Affiliated Hospital of Qinghai University, Xining Qinghai

Received: Feb. 8th, 2023; accepted: Mar. 6th, 2023; published: Mar. 13th, 2023

Abstract

Partial hepatectomy has a high risk of perioperative bleeding and blood transfusion. Fluid resuscitation after hepatectomy is an important clinical problem for anesthesiologists. Arterial CO₂ partial pressure difference [P(v-a)CO₂] is a flow index for evaluating microcirculation, which is closely related to guiding fluid resuscitation, assessing tissue oxygen supply and demand, assessing dis-

*通讯作者。

ease severity and prognosis. In this paper, $[P(v-a)CO_2]$ reviews the research progress of fluid resuscitation in guiding and evaluating partial hepatectomy.

Keywords

Central Venous-Arterial Carbon Dioxide Partial Pressure Difference, Partial Hepatectomy, Fluid Resuscitation, Oxygen Metabolism

Copyright © 2023 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着现代医疗水平的不断进步, 肝脏外科手术治疗的范围也在不断扩大。由于肝脏解剖结构复杂、血供丰富, 因此, 肝脏手术可能手术时间长, 血流动力学波动大, 围术期出血风险高, 输液量大。这就对肝脏手术麻醉医生提出了很高要求, 而肝脏手术液体治疗是肝脏手术麻醉的一项重要内容, 它主要通过一些临床监测指标, 指导患者液体输注, 增加心输出量, 改善组织器官低灌注以及纠正组织缺血缺氧[1], 减少术中出血、降低术中输血率, 改善患者术后转归。评价液体复苏的传统指标有心率(R)、平均动脉压(MAP)、尿量等, 虽然这些指标可有效反映机体整体循环状态, 但外周组织仍可能存在缺氧和灌注不足。近年来随着对肝脏手术围术期液体治疗研究不断深入, 临床上将静-动脉血二氧化碳分压差 $[P(cv-a)CO_2]$ 作为肝部分切除患者进行液体复苏治疗的辅助监测指标, 对患者治疗过程的微循环状态和组织缺血缺氧能够做出较为准确的评估[2]。

为了对肝脏手术围术期液体治疗有更为精确的监测指标, 本文就氧代谢指标 $P(cv-a)CO_2$ 研究进展予以综述, 希望能帮助临床麻醉医师在实际工作中有更好的监测指标, 正确指导肝部分切除患者的液体复苏, 减少病死率及并发症发生率。

2. 中心静脉-动脉二氧化碳分压差

2.1. 中心静脉-动脉二氧化碳分压差值的概念及理论依据

$P(cv-a)CO_2$ 指中心静脉血中二氧化碳分压与动脉血二氧化碳分压之差, 正常范围在 2~5 mmHg, 客观地反映组织氧合状态, 其水平高低可反映机体是否有足够血流来清除组织产生的 CO_2 。当休克、组织灌注不足时, 大量炎症因子释放, 组织细胞处于高代谢状态, 产生 CO_2 增加, 同时休克时组织器官灌注不足及循环障碍导致组织中的 CO_2 清除能力下降, 即 CO_2 出现瘀滞现象, 导致 $P(cv-a)CO_2$ 升高[3]。当心输出量充足时可有效清除机体内蓄积的 CO_2 , 使得 $P(cv-a)CO_2$ 值降低。因此, $P(cv-a)CO_2$ 不仅反映微循环灌注还反映心输出量是否满足循环组织代谢, 监测该指标可以及时发现组织灌注不足, 进行早期治疗。VALLET 等[4]使用犬后肢分别对缺血缺氧进行了研究, 结果发现当缺血引起肢体缺氧时, $P(cv-a)CO_2$ 会明显增加; 当出现低氧血症, 但血流量保持不变时, $P(cv-a)CO_2$ 则保持不变。因此没有升高的 $P(cv-a)CO_2$ 并不能排除组织缺氧的存在, 血流减少才是 $P(cv-a)CO_2$ 增加的主要决定因素。这一结果再次证明 $P(cv-a)CO_2$ 这一指标在临床上被评价为全身流量灌注的较好指标, 能够很好地评估组织的低灌注状态。

静脉-动脉二氧化碳分压差(vein-arterial carbon dioxide partial pressure difference, $P(v-a)CO_2$)是混合静脉血与动脉血中 CO_2 分压的差值, 也可以反映机体代谢过程中是否有足够的循环血量清除组织产生的

CO₂。当机体处于休克状态时,有效循环血容量相对减少,血流速度减慢,CO₂的清除被延缓,导致CO₂在体循环中蓄积;当机体发生缺血缺氧时,无氧代谢增强导致Lac堆积,H⁺生成增加,使HCO₃⁻转化为H₂CO₃,生成CO₂和H₂O,这两种情况导致P(cv-a)CO₂升高[5]。因此,持续升高P(v-a)CO₂可以预判乳酸水平的变化[5][6][7],同时提示机体微循环障碍,血流量不足,出现组织灌注损伤[8]。

2.2. P(cv-a)CO₂与传统指标的比较

肝脏手术肝切除前的限制输液,且术中出血量大,导致灌注不足而发生休克,继而其导致组织细胞由于氧气供给不足,诱发无氧代谢,临床中可通过纠正缺氧缺血改善细胞灌注,挽救细胞功能[9]。在对肝部分切除患者进行液体复苏干预时,趋向于定量、动态指标指导下的滴定式治疗,因而,寻找合适的临床监测指标显得十分重要[10]。

大量研究发现,P(cv-a)CO₂相较于传统监测能更早更及时地反映组织灌注状态和缺氧情况,且较血乳酸、ScvO₂等指标更敏感、更精确[11][12][13]。评价液体复苏的传统指标有心率、平均动脉压、尿量等,虽然这些指标可有效反映机体整体循环状态,但外周组织仍可能存在缺氧和灌注不足[14]。刘春峰等[15]将血乳酸升高的重型TBI患者46例,随机分为观察组和对照组各23例,观察组在乳酸、CVP等传统氧代谢指标基础上增加监测P(cv-a)CO₂,用于评估患者组织血流灌注、心输出量,指导液体复苏、强心治疗。与对照组比较,观察组需要继续液体、强心治疗的例数减少,人均输液量、多巴酚丁胺用量减少,血乳酸水平及ICP更快降低。因此,监测P(cv-a)CO₂既可快速准确反映组织血流灌注,又可作为心输出量变化的客观指标[16]。而Ospina-Tascón等[17]研究也表示,感染性休克患者早期液体复苏P(cv-a)CO₂的持续升高提示患者预后差,提示通过监测P(cv-a)CO₂也是评估组织灌注是否充分的重要指标。也有研究发现P(v-a)CO₂与病情危重性相关,高P(v-a)CO₂可能预示病情重,死亡风险大[18]。

2.3. P(cv-a)CO₂和ScvO₂联合使用

中心静脉血氧饱和度ScvO₂是反映人体全身氧供需情况的重要指标,但该指标存有一定局限,部分伴组织微循环缺氧患者其ScvO₂表现正常[19]。也有研究[20]证实,ScvO₂>70%,组织仍存在低氧代谢和血流动力学异常。而中心静脉-动脉二氧化碳氧分压差P(cv-a)CO₂是临床呼吸性中毒、低碳酸血症、中枢神经抑制症、脑损伤等疾病的重要检测指标,该指标在反映人体灌注上具有极高敏感度[21]。刘旭东[22]将收入ICU的重型颅脑损伤患者100例,按照ScvO₂和P(cv-a)CO₂水平分为1、2、3、4组,对比4组患者治疗24h后的血清学指标、一般情况和外周动脉血气,对比4组临床结局。研究发现1~4组治疗后24h的血清乳酸浓度、hs-CRP和S100B蛋白依次显著降低,而乳酸清除率依次显著增高。血清乳酸主要因组织缺血缺氧而呈现高表达情况,正常情况下,乳酸无法通过血脑屏障,但如患者合并脑损伤后,其血管通透性上升,血脑屏障破坏,血清乳酸高表达。该研究还发现1~4组住ICU时间、出院时NIHSS评分和住院期间病死率依次降低,提示ScvO₂和P(cv-a)CO₂在反映重型颅脑损伤患者预后上具有极高灵敏度,临床价值显著。但在感染性休克中,单纯应用P(cv-a)CO₂评判液体复苏,但敏感性较差[23][24]。

李丽等[25]依据Cochrane协作网文献检索方法,联合检索文献检索平台,获得有关P(cv-a)CO₂联合ScvO₂在感染性休克液体复苏治疗过程中指导作用的研究报道,以标准化均数差(SMD)或相对危险度(RR)评价P(cv-a)CO₂联合ScvO₂在研究组和对照组感染性休克患者液体复苏治疗和预后相关指标。结果发现,研究组患者复苏6h后APACHEII评分、机械通气时间、ICU住院时间以及28天病死率等均显著低于对照组,而乳酸清除率高于对照组。提示低静动脉二氧化碳分压差,维持在6mmHg以下,可显著改善肺组织灌注,改善细胞代谢,缩短机械通气时间。可通过P(cv-a)CO₂间接反映组织缺血的流量而明确ScvO₂升高属于正情况还是因组织氧摄取率的代偿机制影响的异常升高。朱建宏等研究发现P(cv-a)CO₂组(I、II

组)患者复苏后 T6 乳酸清除率更理想、MAP 达标率较高,提示患者预后可能较好。而死亡病例全部来自高 P(cv-a)CO₂、低 ScvO₂ 组(IV 组),说明 P(cv-a)CO₂ 联合 ScvO₂ 是预测脓毒症患者疾病严重程度的重要指标。吴娜等[26]也研究表明,脓毒性休克患者的病死率与液体复苏后患者乳酸清除率、ScvO₂ 改善与否或者说改善程度有直接的关系。而其结果显示,复苏 6 h,高 P(cv-a)CO₂ 组比低 P(cv-a)CO₂ 组的病死率高,而乳酸清除率则比低 P(cv-a)CO₂ 组低(P < 0.05)。因此,ScvO₂ 是临床早期治疗的指导指标之一,其能够指导患者早期液体复苏治疗,用以判断患者组织灌注水平与缺血缺氧情况;而 P(cv-a)CO₂ 是临床常用作脓毒性休克患者进行液体复苏治疗的辅助参数,主要用于动态评估患者在复苏过程中微循环的变化。而采用 P(cv-a)CO₂ 联合 ScvO₂ 监测作为指导液体复苏的指标,能够有效避免 ScvO₂ 呈假性正常而错过复苏时间,这对于提升患者液体复苏的效果具有重要意义。

3. 小结

肝部分切除患者液体复苏治疗目的在于改善全身组织灌注,保护脏器功能。然而,液体复苏即使达到了全身循环的治疗目标,也可能存在微循环障碍并导致器官功能障碍。同时血流动力学指标的好转,也并非全部重症患者病死率会出现明显下降。因此,P(cv-a)CO₂ 作为评估微循环的流量指标,在表达组织灌注水平以及氧代谢方面具有一定的指导作用,与传统监测指标相比具有更快速、更准确地反应组织灌注等优点,可以用于评估肝部分切除患者病情;尤其联合 ScvO₂ 时,可更全面地改善患者病情,更有效地识别潜在的组织低灌注,在指导液体复苏治疗及预测肝部分切除患者病情变化方面有重要价值。

参考文献

- [1] Joosten, A., Delaporte, A., Ickx, B., *et al.* (2018) Crystalloid versus Colloid for Intraoperative Goal-Directed Fluid Therapy Using a Closed-Loop System: A Randomized, Double-Blinded, Controlled Trial in Major Abdominal Surgery. *Anesthesiology*, **128**, 55-66. <https://doi.org/10.1097/ALN.0000000000001936>
- [2] Eisenberg, P.R., Hansbrough, J.R., Anderson, D. and Schuster, D.P. (1987) A Prospective Study of Lung Water Measurements during Patient Management in an Intensive Care Unit. *American Review of Respiratory Disease*, **136**, 662-668. <https://doi.org/10.1164/ajrcem/136.3.662>
- [3] Kocsis, S., Demeter, G., Erces, D., *et al.* (2013) Central Venous-to-Arterial CO₂ Gap Is a Useful Parameter in Monitoring Hypovolemia-Caused Altered Oxygen Balance: Animal Study. *Critical Care Research and Practice*, **2013**, Article ID: 583598. <https://doi.org/10.1155/2013/583598>
- [4] Vallet, B., Teboul, J.-L. and Cain, S. (2000) Venoarterial CO₂ Difference During Regional Ischemic or Hypoxic Hypoxia. *Journal of Applied Physiology*, **89**, 1317-1321. <https://doi.org/10.1152/jappl.2000.89.4.1317>
- [5] Lamia, B., Monnet, X. and Teboul, J.L. (2012) Meaning of Arterial-Venous PCO₂ Difference in Circulatory Shock. *Minerva Anestesiologica*, **72**, 597-604.
- [6] van Beest, P.A., Lont, M.C., Holman, N.D., *et al.* (2013) Central Venous-Arterial PCO₂ Difference as a Tool in Resuscitation of Septic Patients. *Intensive Care Medicine*, **39**, 1034-1039. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2888-x>
- [7] Vallet, B., Pinsky, M.R. and Cecconi, M. (2013) Resuscitation of Patients with Septic Shock: Please “Mind the Gap”! *Intensive Care Medicine*, **39**, 1653-1655. <https://doi.org/10.1007/s00134-013-2998-5>
- [8] Dellinger, R.P., Levy, M.M., Rhodes, A., *et al.* (2012) Surviving Sepsis Campaign: International Guidelines for Management of Severe Sepsis and Septic Shock: 2012. *Critical Care Medicine*, **41**, 580-637. <https://doi.org/10.1097/CCM.0b013e31827e83af>
- [9] Nhantumbo, A.A., Cantarelli, V.V., Caireao, J., *et al.* (2015) Frequency of Pathogenic Paediatric Bacterial Meningitis in Mozambique: The Critical Role of Multiplex Real-Time Polymerase Chain Reaction to Estimate the Burden of Disease. *PLOS ONE*, **10**, e0138249. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0138249>
- [10] Aydin, V., Kabukcu, H.K., Sahin, N., *et al.* (2016) Comparison of Pressure and Volume-Controlled Ventilation in Laparoscopic Cholecystectomy Operations. *The Clinical Respiratory Journal*, **10**, 342-349. <https://doi.org/10.1111/crj.12223>
- [11] He, H., Long, Y., Liu, D., Wang, X. and Tang, B. (2017) The Prognostic Value of Central Venous-to-Arterial CO₂ Difference/Arterial-Central Venous O₂ Difference Ratio in Septic Shock Patients with Central Venous O₂ Saturation ≥ 80%. *Shock*, **48**, 551-557. <https://doi.org/10.1097/SHK.0000000000000893>

- [12] 莫旻龙, 李恒, 李小悦. P(cv-a)CO₂ 对失血性休克患者液体复苏后氧合障碍的预测价值[J]. 岭南急诊医学杂志, 2017, 22(3): 205-207.
- [13] 周昭雄, 刘玉兰, 张庆光, 钟华. 中心静脉-动脉二氧化碳分压差在失血性休克患者容量监测中的应用[J]. 广东医学, 2015, 36(6): 921-923.
- [14] 陈欲晓, 纪璘. 糖皮质激素联合目标液体复苏法对脓毒症休克患儿组织灌注指标、免疫功能及乳酸清除率的影响[J]. 湖南师范大学学报(医学版), 2017, 14(4): 88-91.
- [15] 刘春峰, 徐朝晖, 施红伟, 等. 动脉、静脉二氧化碳分压差指口重型口口口口患者液体治口的价口[J]. 交通医学, 2020, 34(3): 262-264.
- [16] Mallat, J., Lemyze, M., Tronchon, L., Vallet, B. and Thevenin, D. (2016) Use of Venous-to-Arterial Carbon Dioxide Tension Difference to Guide Resuscitation Therapy in Septic Shock. *World Journal of Critical Care Medicine*, 5, 47-56. <https://doi.org/10.5492/wjccm.v5.i1.47>
- [17] Mallat, J., Pepy, F., Lemyze, M., et al. (2014) Central Venous-to-Arterial Carbon Dioxide Partial Pressure Difference in Early Resuscitation from Septic Shock: A Prospective Observational Study. *European Journal of Anaesthesiology*, 31, 371-380. <https://doi.org/10.1097/EJA.000000000000064>
- [18] 曹平, 刘济铭, 潘桃. 静动脉二氧化碳分压差对脓毒性休克患者容量反应性的预测价值[J]. 重庆医学, 2019, 48(23): 3997-4000.
- [19] 陈辉民, 王菊香, 叶惠龙, 等. 静动脉二氧化碳分压差作为功能性血流动力学指标评价容量负荷试验的意义[J]. 中华急诊医学杂志, 2013, 22(11): 1278-1281.
- [20] 王翠苹, 唐白云, 陈光献, 等. 中心静脉血氧饱和度和动脉血乳酸对心内直视术预后的临床评[J]. 广东医学, 2011, 32(16): 2175-2177.
- [21] 朱建宏, 邓佳慧, 郑咏仪, 郑国雄. 静-动脉二氧化碳分压差联合中心静脉血氧饱和度对脓症患者灌注情况评估的意义[J]. 岭南急诊医学杂志, 2020, 25(4): 326-328.
- [22] 邱光钰, 刘阳. 中心静脉血氧饱和度联合中心静脉-动脉血二氧化碳分压差指导感染性休克液体复苏[J]. 内科急危重症杂志, 2016, 22(5): 369-370.
- [23] ProCESS Investigators (2014) A Randomized Trial of Protocol-Based Care for Early Septic Shock. *New England Journal of Medicine*, 370, 1683-1693. <https://doi.org/10.1056/NEJMoa1401602>
- [24] Milano, P.K., Desai, S.A., Eiting, E.A., et al. (2018) Sepsis Bundle Adherence Is Associated with Improved Survival in Severe Sepsis or Septic Shock. *Western Journal of Emergency Medicine: Integrating Emergency Care with Population Health*, 19, 774-781. <https://doi.org/10.5811/westjem.2018.7.37651>
- [25] 吴娜, 万廷军, 王江, 徐峰. 静动脉二氧化碳分压差联合中心静脉血氧饱和度检测在脓毒性休克患者液体复苏中的指导作用分析[J]. 现代医学与健康研究, 2018, 2(3): 75-76.
- [26] Silbert, B.I., Litton, E. and Ho, K.M. (2015) Central Venous-to-Arterial Carbon Dioxide Gradient as a Marker of Occult Tissue Hypoperfusion after Major Surgery. *Anaesthesia and Intensive Care*, 43, 628-634. <https://doi.org/10.1177/0310057X1504300512>