

PCNL围术期乳酸水平与预后关系的研究进展

何佳靖¹, 田斯宇¹, 柴睿轩¹, 罗雪梅¹, 张治猛^{1,2*}

¹吉首大学医学院, 湖南 吉首

²张家界市人民医院麻醉科, 湖南 张家界

收稿日期: 2023年12月25日; 录用日期: 2024年1月19日; 发布日期: 2024年1月24日

摘要

经皮肾镜取石术(PCNL)在临床手术中的应用日渐广泛, 然而由于手术的刺激, 碎石产生的细菌等因素的干扰, 对患者的预后产生不良影响。血气分析检测较为方便、经济安全, 特别是血乳酸, 常用于术中监测和治疗管理。本篇文献对近年来关于PCNL及其相关并发症的特点、器官供血、乳酸代谢和手术期间血液中乳酸浓度的关联, 以及手术期间高乳酸血症的预防治疗等方面的最新研究成果进行了总结, 探究了手术期间血液中的乳酸浓度与预后的联系, 帮助指导临床决策, 改善患者的预后。

关键词

经皮肾镜取石术, 组织灌注, 乳酸, 进展

Research Progress in the Relationship between Perioperative Lactate Levels and Prognosis in Percutaneous Nephrolithotomy

Jiajing He¹, Siyu Tian¹, Ruixuan Chai¹, Xuemei Luo¹, Zhimeng Zhang^{1,2*}

¹School of Medicine, Jishou University, Jishou Hunan

²Department of Anesthesiology, Zhangjiajie People's Hospital, Zhangjiajie Hunan

Received: Dec. 25th, 2023; accepted: Jan. 19th, 2024; published: Jan. 24th, 2024

Abstract

The application of percutaneous nephrolithotomy (PCNL) in clinical surgery is becoming increasingly widespread. However, due to the stimulation of surgery and the interference of bacteria

*通讯作者。

generated by lithotripsy, it has a negative impact on the prognosis of patients. Blood gas analysis and detection are relatively convenient, economical, and safe, especially blood lactate, which is commonly used for intraoperative monitoring and treatment management. This literature summarizes the latest research findings on the characteristics of PCNL and its related complications, organ blood supply, lactate metabolism, and the correlation between lactate concentration in the blood during surgery, as well as the prevention and treatment of hyperlactatemia during surgery. It explores the relationship between lactate concentration in the blood during surgery and prognosis, helping to guide clinical decision-making and improve patient prognosis.

Keywords

Percutaneous Nephrolithotomy, Tissue Perfusion, Lactate, Progress

Copyright © 2024 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

肾结石作为一种常见的泌尿系统疾病，近年来呈现出增长的态势，并且具有较高的复发可能性。由于其手术过程中的微创性和良好疗效，国际上都强烈建议使用经皮肾镜取石术(percutaneous nephrolithotomy, PCNL)来处理大于二十毫米或者复杂型的肾结石，并将其列为首选疗法之一[1]。但 PCNL 是风险较高的微创术式，患者在手术期间易受到各种各样的因素影响，严重时甚至出现脓毒症或感染性休克[2]。乳酸作为人体内葡萄糖无氧分解过程中的生成物，可以准确地反应身体组织的缺氧状况及血液循环不良的问题[3]。通过观察乳酸清除率，可以对机体的细胞活动与重要器官功能有一定程度上的了解。一项研究发现[4]，乳酸浓度和乳酸清除率对于判断感染性休克患者的治疗效果具有显著意义。文旨在对血乳酸水平在 PCNL 患者预后中的作用进行综述，探讨 PCNL 围术期血乳酸水平与预后关系的临床意义与价值，以期在围术期对患者及时进行干预。

2. 经皮肾镜取石术与其并发症

PCNL 是风险较高的微创术式，随着人们对医疗健康服务的需要，有权威机构推荐使用经皮肾镜超声碎石术来治疗肾结石[1]。依赖于内镜技术的快速发展、该类手术治疗上尿路结石的巨大潜力逐渐被发掘。与开放性的取石手术相比较来说，微创化的经皮肾镜超声取石或碎石术安全性更高，但 PCNL 也是风险较高的微创术式，手术期间的输血率的差别也很大，术后若护理不到位，也偶有发生感染或者脓毒症[5]，这类手术后的病人感染性的并发症的发病概率仍然很高。根据数据统计，泌尿系统结石手术之后的感染性并发症的比例达到了 25% [6]。这种病人的感染问题是由多个原因引起的，首先是由于结石梗阻导致的细菌感染，患者的积液和梗阻的微环境有利于细菌生长繁殖[7]；其次，也是因为外科手术之后，局部和全身感染，导致严重的病例甚至会引发脓毒症或脓毒症休克[8]。除感染外，还有研究指出，出血在 PCNL 术后也较为常见，多种因素的共同作用会导致 PCNL 术后出血性并发症的发生[9] [10]。

3. 组织灌注与乳酸代谢

手术期间的病人血液循环量下降、血红蛋白不足或者血细胞比例偏低，都可能影响到氧气运输能力，进而引发组织的低灌溉状态[11]。这种由于灌溉不足而引起的组织缺氧现象常常会引起不良的后果[12]。

对于组织灌溉不足的情况，我们通常使用一些关键指标来衡量，例如平均动脉血压、毛细血管再灌注时间、斑点评分、中心静脉血氧饱和度、微循环评价以及乳酸的水平[13][14]。在这所有指标中，乳酸因为其易于被临床测量且被广泛接受，同时它能有效地反映出氧供给或氧需求状况，因此在预测预后时起到了重要的作用。乳酸是葡萄糖无氧条件下的产物，其在细胞质内转化为丙酮酸，丙酮酸再通过乳酸脱氢酶生成乳酸；此外，在有氧条件下，丙酮酸在乳酸脱氢酶作用下生成乙酰辅酶 A 参与三羧酸循环[15]。正常条件下，乳酸会通过骨骼肌、心肌等组织内氧化成二氧化碳和水，在肝和骨骼肌内重新合成葡萄糖和糖原，在肝内合成脂肪、丙氨酸等途径代谢[16]。当组织灌注减少，组织缺氧时，糖的有氧化过程受限，三羧酸循环受阻，而无氧酵解的产能途径被激活，丙酮酸在乳酸脱氢酶催化下即转化成乳酸，乳酸被大量合成[17]。若乳酸的生成超过代谢时，很快就会出现高乳酸血症，合并代谢性酸中毒时通常被称为乳酸酸中毒。

4. 围术期并发症与乳酸水平

由于围术期的患者处于一种特殊的生理状况下，其血液的容量会缩小，心脏输出的血液也会降低，这可能会引发组织的缺氧问题。同时，术中的出血、低血压及麻醉药对心脏的影响可能会引起内脏器官血管的收缩，进而影响到器官的供血情况，这样就增加了乳酸的生成[18]。另外，如果手术持续的时间太长或者针头穿刺的位置不当，又或者是清洗液的温度不合适，都容易使乳酸浓度上升并且诱发相关并发症[19]。通常情况下，正常健康人的动脉血液中的乳酸浓度应低于 1.5 mmol/L，如果其数值高于 4 mmol/L，那么它就提示患者存在乳酸酸中毒；而数值在 2~4 mmol/L 之间被视为高乳酸状态，一旦达到或者超越这个界限，并且有连续的上升趋势，这可能意味着患者的状况较差[20]。由于高乳酸导致的酸性环境会削弱心脏肌肉的力量，影响血压和组织的供氧情况，并有可能引发心律失常，同时也会使心血管对于儿茶酚胺的敏感度下降[21]，不利于治疗。血乳酸水平与几乎所有危重病的病死率明显相关，尤其是感染导致的脓毒血症[22]。PCNL 术中发生脓毒血症有多种因素，若手术时间较长，由于肾盂内液体的灌注压力升高，这会导致毒素、细菌等进入患者的血流及淋巴，触发全身炎症反应，因此手术操作时间延长则更易诱发脓毒症[23]。患者体内的结石也是一个很重要的原因，结石数量越多，所含有细菌或内毒素也越多，患者发生感染的风险也越高，加之结石数量多也会在一定程度上延长手术时间，致使患者被细菌侵袭的风险增加，故发生脓毒症的概率更高[24]。结石直径越大，术中取石所需时间也较长，术中所用的冲洗液也较多，容易造成冲洗液返流，易被细菌侵袭，故也易发生脓毒症。过去有许多研究已经证实了乳酸在初期脓毒性休克过程中的重要作用，从病理生理学的角度来看，在脓毒性休克期间，由于缺乏氧气导致组织的酶活度下降，从而使得 ATP 产生减少，而乳酸无法通过三羧酸循环分解，进而引发代谢紊乱、氧气的消耗量减少以及无氧酵解途径的大幅启动，这进一步促成了大量的乳酸形成。因此，与丙酮酸和其他代谢物质相比，乳酸对缺氧环境下更为敏感。通常情况下，脓毒性休克患者的乳酸浓度常被视为组织缺氧或者由低血压引起的氧负债的标志，一旦其超过 4 mmol/L，则可能引起高达 80% 的临床病死率[25]。此外，乳酸浓度的上升会大大提升死亡的风险，所以它也可以作为一个评估病人预后状况的重要依据。因此，为减少术后并发症的出现，监测乳酸水平非常重要。

5. 术中高乳酸血症的防治

尽管高乳酸血症有组织缺氧性和非组织缺氧性这两种类型，但在实际操作过程中，区分这两种情况是较为困难的[26]。当手术期间发生高乳酸血症时，首先要关注的是呼吸系统和血液循环状况，若认为缺氧可能是导致血乳酸上升的原因，就应当提供适量的氧气来缓解这一问题。目前尚无特定的药品能够有效降低血乳酸浓度，针对组织缺氧引起的乳酸过高，关键措施是在保证充足供血的前提下实施相应措

施,如需要的话也可以采用一些血管活性的药物[27]。此外,由于酸血症可能会影响到血管对儿茶酚胺的敏感度,所以必须谨慎控制儿茶酚胺的使用剂量,剂量过大时会引发 β 肾上腺素能受体的过度激活,从而减少组织的供血能力并且加剧高乳酸血症,故而要精确掌握用药物剂量[28]。如果怀疑低灌注或低血容量,应开始液体复苏。虽然胶体和晶体都能够提升组织的血液供应,但是羟乙基淀粉胶体的应用可能会引发急性的肾脏伤害、过多的出血并提高病死率[29]。当需要用到胶体的时候,可以考虑采用人造蛋白质代替。此外,生理盐水的运用也可能造成或者加重正常的阴离子间距,从而产生代谢性的酸中毒,同时还会下降血钙浓度和心肌的功能[30]。对于那些由于其它潜在原因引起的状况,主要的处理方法是找出并解决这些潜在的疾病。即使我们能通过输送更多的液体或是利用血管活化剂来保持身体循环系统的动态平衡,进而优化对组织的供血,但如果微循环仍然存在问题的话,那么这意味着患者的病情正在逐渐变差并且面临着更高的风险[31]。已经有研究证明了多种药品(例如多巴酚丁胺、乙酰胆碱和硝酸甘油)可以在不干扰整体循环系统的前提下有效的改善微循环,这样就能显著地减少乳酸含量甚至是改善预后的表现[32]。酸性的内环境不利于机体,有提议 pH 值小于 7.2 时,可以使用碳酸氢钠纠正酸中毒,但碳酸氢钠治疗能改善预后的证据并不充分,主要原因是碳酸氢钠会产生并积累二氧化碳,导致细胞内酸化,结合钙增加离子钙减少也会对心脏产生影响,例如会影响心肌的收缩力,使用碳酸氢钠治疗时应考虑这点[33]。对于高乳酸血症而言,最重要的就是其预防措施。手术医师在术前要确定最适合的术式,尽量地减少术中出血,缩短手术时间[34]。在术中由麻醉医师进行监测,所有危重、高龄患者,或者预估手术时间较长的手术,都应该在术中进行桡动脉穿刺置管动态监测血压,若患者术中情况稳定,应每小时检测动脉血气,尤其在患者血压下降、心律失常、氧分压降低、呼气末 CO₂ 分压的快速下降或其他异常的指标出现时,及时检测动脉血气尤为重要[35]。总而言之,在围术期动脉血气的监测,特别是对血乳酸的加强监测,对危重症患者进行早期的液体复苏,指导使用血管活性药物、抗感染治疗,能够快速降低血乳酸浓度,改善组织器官缺血和缺氧的状态,能够最大限度地降低患者的致死率。

6. 总结与展望

无论病人是否处于休克或低血压状况,长期的高乳酸血液浓度都可能导致病人死亡风险显著上升。另外,乳酸含量与死亡率之间呈现出明显的正相关性,即乳酸值越大,死亡概率也随之升高。血乳酸的变化可以作为临床治疗的重要参考依据。手术过程中,患者的常见的危急症状就是高乳酸血症,原因常常有多种因素共同作用,这通常表示情况严重,需立刻处置并且严密监控,医师应快速做出全面、精确的诊断及治疗决策。由于血乳酸测定简单易操作,而且能够向医生传递重要的临床数据,因此在实际应用中仍然具有重大意义。

参考文献

- [1] 莫淇舟, 缪佰良, 柳建军. 日间经皮肾镜取石术的研究进展[J]. 现代泌尿外科杂志, 2023, 28(6): 541-545.
- [2] 罗权海, 梁荣杰, 陈增谋, 等. 经皮肾镜取石术后并发脓毒血症患者预后的影响因素[J]. 广西医学, 2021, 43(7): 803-807.
- [3] 杨惠安, 俞晓玲, 黄水文, 等. 国家早期预警评分 2 联合血乳酸预测重症社区获得性肺炎患者短期预后的价值[J]. 中国感染控制杂志, 2023, 22(2): 200-207.
- [4] 马焕先, 史宪杰, 梁雨荣. 乳酸清除率及 BNP 的动态变化与脓毒血症患者预后的临床分析[J]. 中华医院感染学杂志, 2016, 26(23): 5398.
- [5] Wu, J. and Shen, J. (2021) The Safety and Efficacy of Mini-Percutaneous Nephrolithotomy vs. Retrograde Intrarenal Surgery for Treatment of Renal Lithiasis in Pelvic Ectopic Kidney: An Exploratory Pilot Study. *Translational Andrology and Urology*, 10, 1734-1742. <https://doi.org/10.21037/tau-21-77>
- [6] 肖召强, 陶欣, 欧文, 等. 输尿管软镜碎石术与经皮肾镜碎石术治疗老年肾结石的效果[J]. 中国老年学杂志,

- 2023, 43(9): 2103-2106.
- [7] 李艳, 王昆仑, 杨晖, 等. 乳酸脱氢酶对晚期食管鳞状细胞癌免疫治疗的预后价值研究[J]. 中国全科医学, 2022, 25(26): 3263-3269.
- [8] 马一平, 商必贵. 经皮肾镜取石术后感染性并发症的危险因素分析[J]. 中国医学前沿杂志(电子版), 2021, 13(4): 102-105.
- [9] 罗恒丰, 陈雅洁, 袁亚成, 等. 经皮肾镜碎石取石术出血并发症的危险因素研究进展[J]. 微创泌尿外科杂志, 2023, 12(3): 212-216.
- [10] 王萍, 李乐, 舒能媛, 等. 液体复苏对创伤失血性休克患者血细胞比容血清乳酸和预后的影响[J]. 河北医学, 2022, 28(12): 2047-2052.
- [11] Janotka, M. and Ostadal, P. (2021) Biochemical Markers for Clinical Monitoring of Tissue Perfusion. *Molecular and Cellular Biochemistry*, **476**, 1313-1326. <https://doi.org/10.1007/s11010-020-04019-8>
- [12] Parker, T., Brealey, D., Dyson, A., et al. (2019) Optimising Organ Perfusion in the High-Risk Surgical and Critical Care Patient: A Narrative Review. *British Journal of Anaesthesia*, **123**, 170-176. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2019.03.027>
- [13] Verhaeghe, M. and Hachimi-Idrissi, S. (2020) Blood Lactate and Lactate Kinetics as Treatment and Prognosis Markers for Tissue Hypoperfusion. *Acta Clinica Belgica*, **75**, 1-8. <https://doi.org/10.1080/17843286.2018.1560612>
- [14] Li, Y., Li, D., Yuan, X., et al. (2023) Predictive Value of Early Lactate/Albumin Ratio in the Prognosis of Sepsis. *Chinese Critical Care Medicine*, **35**, 61-65.
- [15] 秦凯越, 高雯. 乳酸水平对患者预后评估的研究进展[J]. 内蒙古医学杂志, 2023, 55(5): 594-596.
- [16] Bou Chebl, R., Geha, M., Assaf, M., et al. (2021) The Prognostic Value of the Lactate/Albumin Ratio for Predicting Mortality in Septic Patients Presenting to the Emergency Department: A Prospective Study. *Annals of Medicine*, **53**, 2268-2277. <https://doi.org/10.1080/07853890.2021.2009125>
- [17] 黄建会, 罗彦, 黄健兰. 重症超声联合乳酸指导感染性休克患者液体复苏的价值[J]. 婚育与健康, 2022, 28(21): 190-193.
- [18] 陈思雯, 崔银, 顾小萍. 行胰十二指肠切除术患者围术期血乳酸水平与术后并发症关系的研究进展[J]. 东南大学学报(医学版), 2020, 39(6): 856-859.
- [19] 姜伟, 付明. 经皮肾镜术后发生尿源性脓毒血症的相关性危险因素的研究[J]. 中国性科学, 2019, 28(9): 14-18.
- [20] 杜建辉, 向芹, 杨振琪, 等. 经皮肾镜碎石术后患者尿源性脓毒血症的影响因素分析[J]. 国际泌尿系统杂志, 2021, 41(1): 49-52.
- [21] 李世宽. 腹腔镜手术相关的高乳酸血症或乳酸性酸中毒[J]. 腹腔镜外科杂志, 2016, 21(12): 954-957.
- [22] 孙刚, 郑绍鹏, 凌进华. PaO₂/PaCO₂ 比值联合动脉血乳酸对心源性休克患者预后的预测价值[J]. 中国急救复苏与灾害医学杂志, 2022, 17(8): 1074-1077.
- [23] 黎春明, 韩朝晖, 孙飞, 等. 18例 PCNL 术后并发尿脓毒血症临床分析[J]. 重庆医学, 2018, 47(17): 2356-2358.
- [24] 付星, 江春强, 黄考平, 等. 不同引流术处理输尿管结石梗阻所致尿源性脓毒血症的效果观察[J]. 海南医学, 2022, 33(4): 427-430.
- [25] 仲艾芳, 温建立, 林宇斌, 等. 乳酸、P(v-a)CO₂ 及 P(v-a)CO₂/C(a-v)O₂ 在脓毒性休克早期液体复苏中的研究进展[J]. 系统医学, 2018, 3(1): 191-193.
- [26] Wang, T., Chen, K., Yao, W., et al. (2021) Acetylation of Lactate Dehydrogenase B Drives NAFLD Progression by Impairing Lactate Clearance. *Journal of Hepatology*, **74**, 1038-1052. <https://doi.org/10.1016/j.jhep.2020.11.028>
- [27] 钱际银, 张云, 邓淑坤, 等. 严重高乳酸血症患者的临床特征及预后分析[J]. 临床急诊杂志, 2021, 22(6): 383-389.
- [28] 杨阳, 王兆, 陈微微, 等. 老年感染性休克患者微循环高乳酸血症及预后的评估价值[J]. 中华老年医学杂志, 2020, 39(12): 1447-1451.
- [29] 符子琨, 赖振宇, 符丹. PCT、UCP2、乳酸水平变化与脓毒症休克患者病情预后的关系[J]. 国际检验医学杂志, 2022, 43(22): 2767-2771.
- [30] Gharipour, A., Razavi, R., Gharipour, M., et al. (2020) Lactate/Albumin Ratio: An Early Prognostic Marker in Critical Ill Patients. *The American Journal of Emergency Medicine*, **38**, 2088-2095. <https://doi.org/10.1016/j.ajem.2020.06.067>
- [31] Bluttinger, A.L., Zollo, A.M., Weltman, J., et al. (2021) Prospective Evaluation of Plasma Lactate Parameters for Prognosticating Dogs with Shock. *Journal of Veterinary Emergency and Critical Care (San Antonio, Tex: 2001)*, **31**, 351-359. <https://doi.org/10.1111/vec.13046>

-
- [32] 严思, 湛文世, 颜光寰, 等. 中心静脉-动脉血二氧化碳分压差乳酸降钙素原在评估脓毒性休克患者预后的价值[J]. 河北医学, 2022, 28(6): 892-895.
- [33] 许书添. 乳酸酸中毒的诊断和治疗[J]. 肾脏病与透析肾移植杂志, 2018, 27(1): 79-83.
- [34] 雷胜龙, 廖祥群, 赖裕生, 等. 高龄消化道穿孔治疗中应用腹腔镜修补术效果及 FABP2、DAO、D-乳酸水平的影响[J]. 医学理论与实践, 2023, 36(19): 3294-3296.
- [35] 郭锐, 叶军明, 许厚仁, 等. 控制性低中心静脉压对腹腔镜肝癌切除术患者中心静脉血氧饱和度和乳酸的影响[J]. 临床麻醉学杂志, 2022, 38(5): 458-461.