

腹腔压力监测在ICU中的临床应用

何业伟,于 健

(大连医科大学附属第二医院 重症医学科,辽宁 大连 116027)

[摘要] 腹腔高压和腹腔间隔室综合征是ICU内常见的危重症,病死率较高。腹腔压力监测可以反映腹腔压力的变化,早期发现腹腔高压和腹腔间隔室综合征,及时有效的干预可以减少并发症的发生,降低患者的病死率。本文对腹腔压力监测在ICU中的临床应用情况进行综述,介绍目前常用的腹腔压力监测方法。

[关键词] 腹腔压力;ICU;监测方法

[中图分类号] R443 [文献标志码] A 文章编号:1671-7295(2019)01-0072-05

[引用本文] 何业伟,于健.腹腔压力监测在ICU中的临床应用[J].大连医科大学学报,2019,41(1):72-76.

Clinical application of intra - abdominal pressure monitoring in ICU

HE Yewei, YU Jian

(Department of Intensive Care Unit, the Second Affiliated Hospital of Dalian Medical University, Dalian 116027, China)

[Abstract] Intra - abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome are common critical diseases in ICU with high mortality. Intra - abdominal pressure monitoring can monitor the changes of the intra - abdominal pressure, early detect intra - abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome, and trigger timely and effective intervention to reduce complications and the mortality of patients. In this paper, we will discuss the status of clinical application of intra - abdominal pressure monitoring in ICU and introduce the common methods of monitoring.

[Keywords] intra - abdominal pressure; ICU; monitoring methods

腹腔压力(intra - abdominal pressure, IAP)是指腹部封闭腔隙内稳定状态下的压力,主要由腹腔内脏器的静水压力产生,随着呼吸节律和腹壁阻力而改变^[1]。重症患者IAP升高很常见,被认为是危重症患者继体温、血压、心率、呼吸及血氧饱和度之后的第6大生命体征^[2],是评估预后的指标之一,是死亡的独立危险因素^[3-4]。

1 腹腔压力的临床认识现状

一项包括了比利时、奥地利等5个国家的13个ICU的前瞻性研究报道腹腔高压(intra - abdominal hypertension, IAH)和腹腔间隔室综合征(abdominal compartment syndrome, ACS)的发生率分别为32.1%和4.2%^[5]。除了较高的发生率外,危重症患者合

并IAH/ACS后病死率明显升高,达30%~80%^[6]。尽管IAH和ACS的发生率较高,但仍未得到临床足够重视。Strang等^[7]对荷兰外科医生的调查表明仅27%的被调查者常规进行IAP监测。国内一项临床问卷显示,被调查的141名三级医院ICU医生中,30.6%从未测量过IAP;而测量IAP的医生中仅29.3%将其作为常规监测,其余皆是怀疑出现IAH/ACS时才进行测量^[8]。得不到及时正确的诊断治疗,最终出现多器官衰竭是病死率增加的主要原因。规范的IAP监测可以早期、准确地发现IAH,指导IAH的治疗,降低ACS的发生率。

2 IAP相关概念及监测指征

世界腹腔间隔室综合征协会(World Society of

第一作者简介:何业伟(1985-),女,主治医师。E-mail:hyw84720452@163.com

通信作者:于健,教授。E-mail:yujian0427@163.com

the Abdominal Compartment Syndrome, WSACS) 于 2006 年在比利时安特卫普召开了第三届国际 ACS 专题会, 基于当前医学证据和专家观点, 对 IAP 及相关的病理变化给出规范定义^[1]: 健康成年人正常 IAP 波动在 0 ~ 5 mmHg 之间, 危重患者的正常 IAP 大约 5 ~ 7 mmHg, IAH 指持续或反复的 IAP 病理性升高 ≥ 12 mmHg; ACS 指持续的 IAP > 20 mmHg [伴或不伴腹腔灌注压 (APP) < 60 mmHg], 并伴有新的器官功能不全/衰竭。

WSACS 推荐重症患者存在任何 IAH/ACS 风险者 (GRADE 1C) 均需监测 IAP^[9]。危险因素包括: 腹壁顺应性降低 (腹部手术、严重创伤、严重烧伤、俯卧位)、脏器内容物增加 (胃轻瘫、胃扩张或幽门梗阻、肠梗阻、结肠假性梗阻、肠扭转)、腹腔内容物增加 (急性胰腺炎、腹腔积液/积血/气腹、腹腔感染/脓肿、腹内或腹膜后肿瘤、腹腔镜注气压力过大、肝功能障碍/肝硬化伴腹水、腹膜透析)、毛细血管渗漏/液体复苏 (酸中毒、损伤控制性剖腹手术、低体温、高 APACHE II/SOFA 评分、大量液体复苏或液体正平衡、大量输血)、其他因素 (年龄、菌血症、凝血病、床头抬高、巨大切口疝修补、机械通气、肥胖或高 BMI、PEEP > 10 cmH₂O、腹膜炎、肺炎、脓毒症、休克或低血压)。

3 IAP 监测在危重症患者中的临床价值

3.1 指导和评估感染性休克的液体复苏治疗

感染性休克的早期目标导向液体复苏治疗 (EGDT) 的终点始终存在争议, 早期的液体干预可以改善患者的预后, 但大量、快速的补液会引起 IAP 升高^[10], 在液体复苏过程中若出现 IAH 或 ACS, 会使脓毒症患者病死率进一步增加。引起感染性休克患者液体复苏后 IAP 升高的因素, 可能是脓毒症导致患者肠黏膜缺氧缺血、炎症因子综合作用使毛细血管通透性增加, 发生毛细血管渗漏现象, 因此在液体复苏时容易加重脏器水肿, 从而出现 IAP 升高^[11]。Requeira T 等^[12]发现感染性休克患者早期液体复苏过程中, IAH 和 ACS 发生率高达 82.7% 和 40.3%, 存活组的平均 IAP < 17.2 mmHg。基于 Requeira T 等^[12]的研究, 罗建等^[13]对感染性休克患者进行液体复苏时比较, 当 IAP > 17 mmHg 后修改液体复苏策略, 限制性液体复苏的患者急性肾损伤 (AKI)、ACS 发生率较非限制组低, 机械通气时间短。建议在 EGDT 达标后尽早进行限制性液体复苏, 使 IAP ≤ 17 mmHg。这个目标被认为可以缩短机械通气时间, 降低脏器功能损伤发病率。同样, 输注

的液体种类也影响 IAP 水平, 观察发现使用胶体液复苏组 IAP 升高幅度明显较晶体液复苏组低, 差异有统计学意义^[14]。大量输注晶体液也被认为是 IAP 升高的独立危险因素^[15]。相关研究发现, 若 24 h 输注晶体液 > 70 mL/kg 会增加 IAH 的风险, 若超过 80 mL/kg 有导致 ACS 的高风险^[16]。从预防 IAH 的角度, 有学者建议首选胶体液进行液体复苏, 并严格控制补液速度。但在拯救脓毒症运动指南中^[17], 推荐 3 h 内应静脉给予晶体液 30 mL/kg, 按照指南要求短时间将会输注大量晶体液, 增加 IAH/ACS 的发生率。由此, 对感染性休克患者进行液体复苏过程中应密切监测 IAP 变化, 及时处理 IAH/ACS, 调整液体复苏方案, 个性化地选择复苏液体种类, 减少液体过负荷引起的并发症。

3.2 指导呼吸衰竭患者机械通气模式的调整

当 IAP 急性升高时, 会引发以高通气压力、低氧血症及高碳酸血症为特点的呼吸衰竭^[18]。约 50% 的 IAP 会通过膈肌分散, 迫使膈肌升高挤压胸腔, 出现肺顺应性下降, 气道阻力增高^[19], 这一临床表现在 IAP 升高初期即可被观察到, 因此有学者认为肺功能损伤是 ACS 较早期的信号^[3]。出现肺损伤的原因可能是由于压力性肺不张引起通气 - 血流比例失调, 氧合指数下降, 呼吸机相关性肺炎增加, 相反 CO₂ 潴留, 引起高碳酸血症和呼吸性酸中毒。机械通气患者表现出不断增高的气道峰压和平台压, 通过调整吸入氧浓度无法改善低氧。较高的气道峰压和平台压会加重肺损伤。对比发现压力支持通气 (PSV) 要优于压力控制通气 (PCV), PSV 是允许自主呼吸参与的通气模式, 可以更好地改善肺功能, 减少 2 型肺泡上皮细胞的损伤^[20]。而压力调整容量控制通气模式 (PRVC) 可以通过较低的气道峰压和平台压保证通气量, 可以更好地防止肺气压伤的发生, 被推荐应用在合并 IAH 的机械通气患者中^[21]。我们在面对难以纠正的呼吸衰竭时希望通过较高的 PEEP 获得理想的氧合状态, 但目前研究显示高水平 PEEP 会导致 IAP 增加, 对患者血流动力学和呼吸功能产生不良影响^[22]。IAP 正常的患者, PEEP ≤ 9 cmH₂O 时, 未对 IAP 造成明显影响。但进一步升高 PEEP, 达到 12 及 15 cmH₂O 时, 监测出现 IAH, 达到 IAH II 级水平^[23]。与 IAP 正常患者相比, 相同的 PEEP 水平可明显升高已经存在 IAH 组患者的 IAP 水平。随着 IAP 的升高, 需要纠正呼吸衰竭的 PEEP 值也随之增高, 两者进入恶性循环状态。所以对于机械通气患者, 尤其是需要较高 PEEP 水平支持的时候, 动态监测 IAP, 早期、有效地干预 IAH/ACS, 依

据患者情况个体化调整呼吸机模式,避免肺损伤的发生,改善氧合指数。

3.3 评估和预防腹腔脏器功能损伤

随着 IAP 的增高,APP 下降,内脏血流速度减慢,引起包括肠道、肝脏及肾脏出现严重的低灌注。动物实验显示,大鼠持续 2 h IAP 15 mmHg 时微血管血流降低 40%,IAP 升高至 25 mmHg 持续 6 h 后为微血管血流量降低 81%,灌注降低是肠道损伤的主要原因^[25]。猪的动物模型显示持续 IAP > 12 mmHg 伴 PEEP 10 cmH₂O 水平时会致肠道黏膜 pH 降低^[26],肠道菌群通过绒毛进入淋巴和血液系统,可以引起脓毒症。由于肠道屏障的破坏,IAH 的患者也是应激性溃疡的高危患者^[3]。胃肠道功能障碍早期主要表现为呕吐、腹泻及腹胀等,但危重患者往往不能及时准确表达,在启动肠内营养后会迅速出现喂养不耐受情况,这类患者通常存在不同程度的 IAP 升高^[27]。因此建议在启动肠内营养早期给予 IAP 监测,有助于及时发现胃肠道功能障碍,调整肠内营养速度。2012 年“急性胃肠损伤共识 (AGI)”^[28]也将 IAP 作为 AGI 诊断分级内容之一。

在 IAH 的患者中,肝肾功能的损伤主要是由于 IAH 对血管的压迫造成脏器灌注减少,而 IAP 对脏器本身的压迫作用较小。肝脏血管对 IAP 升高非常敏感,通过近红外分光镜法测定肝血流,发现 IAH 情况下肝动脉、门静脉和肝静脉血流量均下降,血管阻力显著增加^[29],持续的 IAH 不缓解就会导致肝功能损伤。随着肝功能损伤的出现,机体对乳酸代谢降低,出现或加重原有的乳酸酸中毒。当 IAP 持续超过 15 mmHg 时,就可表现出肾功能损伤,但是监测到的肾功能损伤出现是延迟的,IAH 的 2~3 d 内肾功能损伤无法通过肌酐水平的升高来发现^[31]。

4 IAP 常用监测方法

IAP 的测量方法分为直接测压法和间接测压法。直接测压法主要是通过腹腔直接穿刺置管测压和腹腔镜测压,为有创操作,步骤较复杂,临床应用较少。由于 IAP 的升高对腹腔内脏器、血管产生机械性压迫作用,所以腹腔内脏器压力的变化可以反映 IAP 的变化水平,由此衍生出通过测量腹腔内脏器压力的方法来代替直接测压法^[30]。理想的间接测压法应当具有测量精确、安全、可重复性及操作简单等特点。临床报道过的间接测量方法包括经膀胱测压、经胃测压、经下腔静脉或股静脉测压、经直肠测压、经子宫测压法等^[31]。经过反复的临床试验及论证,经膀胱测压、经胃测压及经下腔静脉测压法与

IAP 具有很好的相关性^[32]。其中膀胱内压力监测既可客观地反映 IAP,又有技术操作简便、创伤小等优点,WSACS 将经膀胱测压法推荐为间接测量 IAP 的金标准^[9]。目前常用的间接测量 IAP 的方法有 3 种。(1)经膀胱测压:经膀胱测压法的优点是相对无创、安全和易行,且与直接测压法比较具有良好的相关性。缺点是受流出的尿液干扰,某些情况下会增加患者尿道感染或脓毒症的风险。操作者需要面对体液暴露的风险^[33]。(2)经胃测压:由于膀胱壁不能自由活动而导致膀胱压力测量不准确时,例如膀胱肿瘤,腹膜粘连,盆腔血肿或者骨折、腹壁缺损,神经源性膀胱,尿毒症透析者,经膀胱测压可能导致过高的估测 IAP,这些情况下可以采用经胃测压。经胃测压的优点是价廉,不受尿液流出的影响,不存在体液感染的风险,可以较好地反映 IAP 的变化^[35]。高性价比的技术也是筛查的理想选择。因此建议对无法行留置导尿,或者存在上述膀胱壁活动受限的疾病时可采用胃内测压法。缺点同膀胱测压一样,存在液体灌注操作的不方便性;此外胃内压力可能受到胃排空及鼻胃管喂养的干扰,也是临床应用受限的主要原因^[34]。(3)经下腔静脉测压:优点是可获得连续的趋势图,并不受尿液排出的干扰,在膀胱外伤和胃部损伤的患者中也可以使用。缺点是导管相关血流感染的风险增加。留置导管比较耗费时间,测量压力的精确性未被完全认可,仍需进一步临床研究^[33]。

5 总结

危重患者合并 IAH/ACS 时,可引起多脏器功能衰竭或加重原有器官功能损伤。因此,及时进行 IAP 监测,早期发现 IAH/ACS,给予正确的处理、干预,不仅可以改善危重症患者的预后,还可以降低这类患者的死亡率。希望能通过更多的临床观察和研究提升大家对 IAH/ACS 在危重症患者中的影响的认识,促进 IAP 监测的规范化。

参考文献:

- [1] Malbrain ML, Cheatham ML, Kirkpatrick A, et al. Results from the International Conference of Experts on Intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome. I. Definitions[J]. *Intens Care Med*, 2006, 32(11): 1722-1732.
- [2] 张连阳. “创伤后腹腔高压症/腹腔间隙综合征诊治规范”解读[J]. *中华创伤杂志*, 2012, 28(11): 965-968.
- [3] Lee RK. Intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome: a comprehensive overview [J].

- Crit Care Nurse, 2012, 32(1):19-31.
- [4] Reintam A, Parm P, Kitus R, et al. Primary and secondary intra-abdominal hypertension - different impact on ICU outcome[J]. *Intens Care Med*, 2008, 34(9):1624-1631.
- [5] Milanesi R, Caregnato RC. Intra-abdominal pressure: an integrative review[J]. *Einstein*, 2016, 14(3):423-430.
- [6] Arabadzhev GM, Tzaneva VG, Peeva KG. Intra-abdominal hypertension in the ICU - A prospective epidemiological study[J]. *Clujul Med*, 2015, 88(2):188-195.
- [7] Strang SG, Lieshout EM, Verhoeven RA, et al. Recognition and management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome; a survey among Dutch surgeons[J]. *Eur J Trauma Emerg Surg*, 2017, 43(1):85-98.
- [8] Zhou JC, Zhao HC, Pan KH, et al. Current recognition and management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome among tertiary Chinese intensive care physicians[J]. *J Zhejiang Univ Sci B*, 2011, 12(2):156-162.
- [9] Kirkpatrick AW, Roberts DJ, de Waele J, et al. Intra-abdominal hypertension and the abdominal compartment syndrome: updated consensus definitions and clinical practice guidelines from the World Society of the Abdominal Compartment Syndrome[J]. *Intens Care Med*, 2013, 39(7):1190-1206.
- [10] Peake SL, Delaney A, Bailey M, et al. Goal-directed resuscitation for patients with early septic shock[J]. *N Engl J Med*, 2014, 371(16):1496-1506.
- [11] Schick MA, Isbary TJ, Schlegel N, et al. The impact of crystalloid and colloid infusion on the kidney in rodent sepsis[J]. *Intens Care Med*, 2010, 36(3):541-548.
- [12] Requeira T, Bruhn A, Hasbun P, et al. Intra-abdominal hypertension: Incidence and association with organ dysfunction during early septic shock[J]. *Crit Care*, 2008, 23(4):461-467.
- [13] 罗建, 王丹琼, 张伟文. 腹腔压监测在脓毒症休克患者液体复苏中的临床意义[J]. *浙江医学*, 2015, 37(9):728-731.
- [14] 谢建辉, 宋慧芳. 不同种类液体复苏对脓毒症性休克患者腹内压的影响[J]. *现代中西医结合杂志*, 2014, 23(24):2647-2675.
- [15] Cheatham ML, Malbrain ML, Kirkpatrick A, et al. Results from the International Conference of Experts on intra-abdominal Hypertension and Abdominal Compartment Syndrome II, Recommendations[J]. *Intens Care Med*, 2007, 33(6):951-962.
- [16] 武猛. 不同剂量晶体液复苏对腹内压影响的临床研究[J]. *黑龙江医学*, 2014, 38(7):836-837.
- [17] Rhodes A, Evans LE, Alhazzani W, et al. Surviving Sepsis Campaign: international guidelines for management for sepsis and septic shock: 2016 [J]. *Intens Care Med*, 2017, 43(3):304-377.
- [18] Regli A, Mahendran R, Fysh ET, et al. Matching positive end-expiratory pressure to intra-abdominal pressure improves oxygenation in a porcine sick lung model of intra-abdominal hypertension [J]. *Crit Care*, 2012, 16(5):R208.
- [19] Malbrain ML, De Iaet IE. Intra-abdominal hypertension: Evolving Concepts[J]. *Crit Care Nurs Clin N Am*, 2012, 24(2):275-309.
- [20] Santos CL, Santos RS, Moraes L, et al. Effects of pressure support and pressure-controlled ventilation on lung damage in a model of mild extrapulmonary acute lung injury with intra-abdominal hypertension [J]. *PLoS ONE*, 2017, 12(5):e0178207.
- [21] 尹江涛, 万兵, 孙志伟. 压力调整容量控制通气在腹腔间隔室综合征中的应用研究[J]. *中国全科医学*, 2016, 19(12):1477-1481.
- [22] 詹赞. 不同水平呼气末正压对急性呼吸窘迫综合征合并腹腔高压病人的呼吸功能及血流动力学影响[J]. *安徽医药*, 2017, 21(7):1284-1286.
- [23] 谭华侨, 胡浩荣, 高东奔, 等. ARDS 患者机械通气时不同呼气末正压对腹腔内压力的影响[J]. *新医学*, 2015, 46(4):250-253.
- [24] Cheng J, Wei Z, Li X, et al. The role of intestinal mucosa injury induced by intra-abdominal hypertension in the development of abdominal compartment syndrome and multiple organ dysfunction syndrome[J]. *Crit Care*, 2013, 17(6):R283.
- [25] Kotzampassi K, Paramythiotis D, Eleftheriadis E. Deterioration of visceral perfusion caused by intra-abdominal hypertension in pigs ventilated with positive end-expiratory pressure[J]. *Surg Today*, 2000, 30(11):987-992.
- [26] 邓云霞, 孙志琴, 徐正梅, 等. ICU 病人早期肠内营养输注速度与腹内压的相关性研究[J]. *肠外与肠内营养*, 2014, 21(5):311-312.
- [27] Reintam BA, Malbrain ML, Starkopf J, et al. Gastrointestinal function in intensive care patients: terminology, definitions and management. Recommendations of the ESICM Working Group on Abdominal Problems[J]. *Intens Care Med*, 2012, 38(3):384-394.
- [28] Varela JE, Cohn SM, Giannotti GD, et al. Near-infrared spectroscopy reflects changes in mesenteric and systemic perfusion during abdominal compartment syndrome [J]. *Surgery*, 2011, 129(3):363-370.
- [29] Talizin TB, Tsuda MS, Tanita MT, et al. Acute kidney injury and intra-abdominal hypertension in burn patients in intensive care[J]. *Rev Bras Ter Intensiva*, 2018, 30(1):

- 15 - 20.
- [30] de Keulenaer BL, de Waele JJ, Powell B, et al. What is normal intra - abdominal pressure and how is it affected by positioning, body mass and positive end - expiratory pressure? [J]. *Intens Care Med*, 2009, 35 (6) : 969 - 976.
- [31] Malbrain ML. Different techniques to measure intra - abdominal pressure (IAP) : time for a critical re - appraisal [J]. *Intens Care Med*, 2004, 30(3) : 357 - 371.
- [32] Gudmundsson FF, Viste A, Gislason H, et al. Comparison of different methods for measuring intra - abdominal pressure [J]. *Intens Care Med*, 2002, 28(4) : 509 - 514.
- [33] 贾林,陈奕金. WSACS 关于腹腔间隔室综合征诊治的共识意见[J]. *中华急诊医学杂志*, 2009, 18(4) : 443 - 444.
- [34] Collee GG, Lomax DM, Ferguson C, et al. Bedside measurement of intra - abdominal pressure (IAP) via an indwelling naso - gastric tube: clinical validation of the technique[J]. *Intens Care Med*, 1993, 19(8) : 478 - 480.
- [35] Kendrick JE, Leath CA, Melton SM, et al. Use of a fascial prosthesis for management of abdominal compartment syndrome secondary to obstetric hemorrhage[J]. *Obstet Gynecol*, 2006, 107(2Pt2) : 493 - 496.
- [36] Lee SL, Anderson JT, Kraut EJ, et al. A simplified approach to the diagnosis of elevated intra - abdominal pressure [J]. *Trauma*, 2002, 52(6) : 1169 - 1172.
- (收稿日期:2018 - 08 - 20;修回日期:2018 - 12 - 31)

(上接第 71 页)

- [21] Kuijs VJ, Moossdorff M, Schipper RJ, et al. The role of MRI in axillary lymph node imaging in breast cancer patients: a systematic review[J]. *Insights Imaging*, 2015, 6(2) : 203 - 215.
- [22] Roberta F, Mario S, Vincenza G, et al. Use of Quantitative Morphological and Functional Features for Assessment of Axillary Lymph Node in Breast Dynamic Contrast - Enhanced Magnetic Resonance Imaging[J]. *Bio Med Res Int*, 2018, 2018;1 - 8.
- [23] Wang C, Wei W, Santiago L, et al. Can imaging kinetic parameters of dynamic contrast - enhanced magnetic resonance imaging be valuable in predicting clinicopathological prognostic factors of invasive breast cancer? [J]. *Acta Radiol*, 2017, 59(7) : 284185117740746.
- [24] Hompland T, Ellingsen C, Øvrebø KM, et al. Interstitial fluid pressure and associated lymph node metastasis revealed in tumors by dynamic contrast - enhanced MRI [J]. *Cancer Res*, 2012, 72(19) : 4899.
- [25] 罗红兵,王闽,周鹏,等. 乳腺癌 DCE - MRI 量化参数与组织病理相关性分析[J]. *临床放射学杂志*, 2017, 36(7) : 952 - 957.
- [26] 朱晓玲,范晓黎,吴晓莉,等. 磁共振联合多种功能成像对乳腺癌的诊断价值[J]. *安徽医药*, 2017, 21(10) : 1833 - 1836.
- [27] 阮锦荣,彭永军,梁永圣,等. 磁共振波谱在颈部淋巴结病变中的应用价值[J]. *现代医用影像学*, 2016, 25(2) : 195 - 197.
- [28] 张延伟,王慧,娄明武,等. 磁共振波谱评价乳腺癌淋巴结转移初探[J]. *临床放射学杂志*, 2013, 32(10) : 1425 - 1427.
- [29] Korteweg MA, Veldhuis WB, Mali WPTM, et al. Investigation of lipid composition of dissected sentinel lymph nodes of breast cancer patients by 7T proton MR spectroscopy[J]. *J Magn Reson Imaging*, 2012, 35(2) : 387 - 392.
- (收稿日期:2018 - 09 - 04;修回日期:2019 - 01 - 02)