

(CCSS)[J]. Sleep, 2008, 31(2): 271-281.

[29] 房培,付玲,余立平. 癌症患儿动物辅助干预研究进展[J]. 护理学杂志, 2021, 36(24): 102-105.

[30] Lam K K W, Li W H C, Chung O K, et al. An integrated experiential training programme with coaching to promote physical activity, and reduce fatigue among children with cancer: a randomised controlled trial[J]. Patient Educ Couns, 2018, 101(11): 1947-1956.

[31] 刘延锦,王敏,董小方,等. 中文版乳腺癌幸存者自我效能感量表信效度分析[J]. 中国全科医学, 2016, 19(27): 3336-3340.

[32] Zebrack B, Kwak M, Sundstrom L. First descents, an adventure program for young adults with cancer: who

benefits? [J]. Support Care Cancer, 2017, 25(12): 3665-3673.

[33] 王娟,徐泉喻,黄焜. “一核多元”团队照护模式在晚期肿瘤患者安宁疗护中的应用[J]. 现代临床护理, 2020, 19(3): 59-64.

[34] Stevens B, Kagan S, Yamada J, et al. Adventure therapy for adolescents with cancer[J]. Pediatr Blood Cancer, 2004, 43(3): 278-284.

[35] Wynn B, Frost A, Pawson P. Adventure therapy proves successful for adolescent survivors of childhood cancers [J]. Nurs N Z, 2012, 18(1): 28-30.

(本文编辑 韩燕红)

## 危重症患儿腹内压监测的研究进展

李志茹<sup>1</sup>, 卢芳燕<sup>2</sup>, 王华芬<sup>1</sup>, 郑力<sup>1</sup>

Research progress on intra-abdominal pressure monitoring in critically ill children Li Zhiru, Lu Fangyan, Wang Huafen, Zheng Li

摘要: 介绍危重症患儿腹内压直接测量法、间接测量法(经膀胱测量法、经胃测量法)及体位、膀胱灌注量和躁动 3 种测量影响因素,对腹内压监测在器官移植、脓毒症、机械通气及其他危重症患儿中的应用现状及危重症患儿腹内压监测的护理要点进行综述,以期为临床探索和完善危重症患儿腹内压监测方法提供参考。

关键词: 危重症; 患儿; 腹内压; 腹内高压; 腹腔间隔室综合征; 腹内压监测; 综述文献

中图分类号: R473.72 文献标识码: A DOI: 10.3870/j.issn.1001-4152.2022.15.106

腹内压是腹壁与内脏之间相互作用而产生的腹腔内稳态压力<sup>[1]</sup>,危重症患儿的正常值为 4~10 mmHg<sup>[2]</sup>。患儿由于各种因素导致持续或反复的腹内压升高到 >10 mmHg 称为腹内高压(Intra-abdominal Hypertension, IAH),当腹内高压并存新器官功能障碍或衰竭则称为腹腔间隔室综合征(Abdominal Compartment Syndrome, ACS)<sup>[2]</sup>。近年来,国际上在成人领域对腹内压监测的研究呈指数级增长,但在儿科领域还很匮乏。目前,腹内高压已被证实是 PICU 死亡的独立危险因素<sup>[3-4]</sup>。腹内高压在危重症患儿中发生率为 9%~87%<sup>[4-6]</sup>,且其相关病死率高达 40%~60%<sup>[6-8]</sup>。动态监测腹内压是目前临床诊断和治疗 ACS 的可靠依据<sup>[1]</sup>。在腹内高压阶段积极控制腹内压有助于避免发生 ACS,可使病死率降低 5 倍<sup>[9]</sup>。目前,腹内压监测在儿童中的应用尚不成熟,并且医护人员对腹内压相关知识的掌握情况不容乐观。梁玉坚等<sup>[10]</sup>调查发现,194 名医护人员中仅 83.3% 使用膀胱测压法进行腹内压测量,其中仅 52.3% 知道儿童膀胱测压的正确方法,57.1% 知晓膀胱测压时生理盐水的正确用量。本文对危重症患儿腹内压测量方

法、影响因素、应用现状以及腹内压监测的护理要点进行综述,旨在提高护理人员对腹内压监测的认知以及为临床探索和完善危重症患儿腹内压测量方法提供参考。

### 1 腹内压测量方法

**1.1 直接测量法** 直接测量法被认为更准确,但需要侵入性技术通过导管进入腹腔,即通过腹腔引流管或穿刺针连接流体柱或压力传感器进行测压<sup>[11]</sup>,亦可以通过腹腔镜手术中的气腹机进行直接测量<sup>[1]</sup>。该方法的缺点是有创且复杂,使患儿腹腔感染的概率升高。Davis 等<sup>[12]</sup>和 Suominen 等<sup>[13]</sup>先后采用腹腔透析导管对心脏病后患儿进行持续腹内压监测,均报道了较好的可行性和准确性。

### 1.2 间接测量法

间接测量法通过腹腔内脏器的压力间接反映腹腔内压力,包括经膀胱测量、经胃测量、经上下腔静脉测量、经直肠测量、腹围测量法和腹壁张力测量法。在儿童中,以经膀胱测量法和经胃测量法多见。

**1.2.1 经膀胱测量法** 该方法最初是一种开放的床边单次腹内压测量系统。目前,研究者不断提出可重复测量的密闭式测压法,可最大限度地减少尿路感染的风险和护理工作量,同时提高测量的准确性和可重复性<sup>[14-15]</sup>。经膀胱测量被认为是儿童最准确的间接测量方法<sup>[12-13]</sup>。其根据是否有传感器可分为两种,一种是测压管读数法,即将尿管与测压装置连接,由测

作者单位:浙江大学医学院附属第一医院 1. 护理部 2. 肝胆胰外科(浙江 杭州,310003)

李志茹:女,硕士在读,学生

通信作者:王华芬,2185051@zju.edu.cn

收稿:2022-03-16;修回:2022-04-30

量人员读出测量值,具有简单、经济等优点,但易造成人为误差;另一种是压力传感器显示法,即将尿管与监护仪压力传感器连接,在监护仪上读出数值,可做到连续监测,但价格昂贵。近年来,越来越多的无线传感设备被开发,如膈膜位移传感器、经典应变传感器、光学传感器、无线传感胶囊等<sup>[16]</sup>。无线传感器打破了传统压力传感器需严格保持传感器方向和限制患者自然运动等缺陷,显著提高了测量质量和效率。然而,该技术目前还处于动物实验阶段,能否安全用于人类还有待进一步研究。尽管世界腹腔间隔室综合征协会(The World Society of Abdominal Compartment Syndrome, WSACS)提倡使用经膀胱测压法作为腹内压测量的“金标准”,但该方法在体位、膀胱灌注量等方面还存有争议,未来需进一步探索和

**1.2.2 经胃测量法** 经胃测量法在儿童中已有报道,但临床实践中并不常用。经胃测量最初被用于婴儿术中腹内压监测<sup>[17]</sup>,并作为腹裂和脐膨出患儿复位程度和修复时机的指导<sup>[18]</sup>。近年来,该技术不断改进。Carter 等<sup>[19]</sup>采用无创鼻胃管对早产儿进行腹内压监测,发现可以作为早产儿喂养不耐受的预测指标。Kaussen 等<sup>[20]</sup>采用基于空气胶囊的胃内压测量技术对危重症患儿进行连续、全自动的腹内压监测,结果发现与“金标准”相比,该技术是安全、准确、可持续和稳定的。然而,经胃测量最大的问题是可能会影响鼻饲喂养,当患儿未置入导尿管或由于自身因素不耐受经膀胱测量时,可以考虑经胃测量法。

## 2 腹内压测量的影响因素

**2.1 体位** 体位通过改变零参考值和(或)腹腔外压力来改变腹内压<sup>[21]</sup>。Ejike 等<sup>[22]</sup>在机械通气患儿平卧位和 30°卧位各测 1 次腹内压,结果表明,当患儿处于 30°卧位时,腹内压显著增加。Franzini 等<sup>[23]</sup>发现当婴儿处于俯卧位和头朝下倾斜时,腹内压明显增加。WSACS 指南推荐腹内压测量时采取平卧位<sup>[2]</sup>,但危重症患儿为了预防误吸和呼吸机相关性肺炎、降低颅内压、改善呼吸、缓解伤口疼痛等,常需采取半卧位、俯卧位、端坐位等<sup>[24]</sup>。因此,未来还需结合危重症患儿具体疾病情况对腹内压测量时的合适体位进行探索。

**2.2 膀胱灌注量** 膀胱灌注量越高,腹内压越高,与直接测量结果的相关性越弱<sup>[13]</sup>。WSACS 推荐儿童使用 1 mL/kg(总灌注量 3~25 mL)的膀胱灌注量,然而这一建议是基于很少的儿科数据,不同阶段儿童的最佳膀胱灌注量仍在探索中。Davis 等<sup>[12]</sup>发现,在体质量为 1.5~42 kg 的患儿中,经膀胱灌注 1 mL/kg 生理盐水最准确,与 Suominen 等<sup>[13]</sup>研究结果一致。Ejike 等<sup>[25]</sup>则认为生理盐水 3 mL 可用于精确测量体质量为 2.6~50 kg 患儿的腹内压。Defontaine 等<sup>[26]</sup>发现在体质量小于 4.5 kg 的新生儿中,最佳膀

胱灌注量为 1 mL/kg。

**2.3 躁动** 躁动是儿童腹内高压常见的危险因素。一项回顾性研究发现,从肝移植中恢复的严重躁动患儿较平静和中等躁动患儿的腹内压增加了 9.3 mmHg<sup>[6]</sup>,并可能威胁移植物的活力。考虑到儿童腹内高压的阈值为 10 mmHg,在腹内压测量过程中应密切监测患儿躁动迹象,特别是使用呼吸机和清醒的患儿。

## 3 腹内压监测在危重症患儿中的临床应用

WSACS 指南推荐危重症或创伤患儿只要存在任何腹内高压或 ACS 高危因素,均应给予腹内压监测<sup>[2]</sup>。近年来,随着医护人员对腹内压监测认知水平的提高以及在成人领域中应用的逐渐成熟,腹内压监测逐渐应用于以下各类危重症患儿中。

**3.1 器官移植患儿** Deindl 等<sup>[6]</sup>采用 Unometer 无压监测系统对肝移植患儿每 8 小时测量 1 次腹内压,发现与床旁超声相比,经膀胱测量结果准确且更加省时,监测期间所有尿培养均为阴性,未发生严重并发症,对移植物的活力无任何影响。Wagner 等<sup>[27]</sup>采用相同的方法对肾移植患儿进行腹内压监测,其结果同样显示了腹内压监测的安全性、准确性和高效性。但这 2 项研究均为回顾性研究,可能存在选择偏倚,且纳入样本量较少、随访时间较短,未来还需要长期大样本的前瞻性研究来评价腹内压监测在器官移植患儿中的效果。

**3.2 脓毒症患儿** 脓毒症是发生腹内高压的独立危险因素,腹内高压又会促进脓毒症患儿器官功能障碍的发展<sup>[28]</sup>。梁玉坚等<sup>[29]</sup>对 163 例脓毒症患儿每 8 小时测量 1 次腹内压,生存曲线分析发现,腹内压对脓毒症患儿 60 d 死亡具有良好的预测价值。王丽芳等<sup>[30]</sup>对包含脓毒症、脓毒症休克的 10 例 ACS 患儿进行腹内压监测,每例患儿均建立腹内压监测记录表,通过严密、准确的腹内压监测、器官功能评估、对症支持治疗和早期减压干预,8 例患儿腹内压均恢复至正常范围,病情好转。因此,对脓毒症患儿进行常规腹内压监测,积极防治腹内高压,有助于降低脓毒症潜在的死亡危险。

**3.3 机械通气患儿** 王晓冬等<sup>[31]</sup>对 150 例采用不同通气方式(鼻导管吸氧、经鼻 CPAP 及机械通气)的重症肺炎患儿进行腹内压监测,监测入院时、通气 24 h 及通气 72 h 的腹内压,研究发现动态监测腹内压对其病情演变及脏器损害程度具有监测意义。但该研究只纳入了<3 岁的重症肺炎患儿,今后应探讨在儿科多年龄段的应用特点。梁汉锐等<sup>[32]</sup>对 40 例行机械通气的 ACS 患儿进行持续腹内压监测,发现对患儿炎性指标及主要脏器的功能异常具有诊断意义,可降低患儿病死率,具有较高的临床辅助诊疗价值。

**3.4 其他危重症患儿** Divarici 等<sup>[33]</sup>对 150 例包含肠梗阻、创伤、膈疝的 PICU 患儿进行腹内压监测,对

发生腹内高压的14例患儿及时减压干预,并每隔6~8h定期测量腹内压,结果14例腹内高压患儿均未发展为ACS。Liang等<sup>[34]</sup>对229例内外科多种疾病患儿每8小时测量1次腹内压,生存曲线分析显示腹内压对其28d病死率具有良好的预测价值,且最佳临界值为12.13 mmHg,该研究者建议将12.13 mmHg作为危重症患儿腹内高压的阈值,并将腹内压纳入到儿科危重疾病评分系统。虽然增加腹内高压诊断的阈值可能会减少不必要的医疗干预,但还需要进一步的研究来证实其对预后的影响。

#### 4 腹内压监测护理

**4.1 监测前评估及宣教** 患儿自身的疾病及病情变化会在一定程度上影响腹内压,如腹部手术、脓毒症、酸中毒、休克等<sup>[35]</sup>。同时,体位、腹肌紧张、佩戴胸腹带等因素也会影响腹内压。因此,在测量前,护理人员应按照标准化方案对患儿进行评估,充分掌握腹内压的影响因素,对腹内压测量值进行合理解释。此外,在测量前应做好患儿及家属的教育工作,解释腹内压监测的基本原理、操作流程及意义,以提高患儿和(或)家属对腹内压监测的认知和配合度。

**4.2 动态监测腹内压** 腹内压需动态观察记录,通过建立腹内压监测记录表,有利于医护人员掌握患儿腹内压的变化趋势<sup>[30]</sup>。存在高危因素的患儿应4~6h测量1次腹内压,出现器官功能障碍时适当增加监测频率;如果患儿腹内压值<10 mmHg超过48h,可停止测量;一旦出现临床恶化或新的危险因素,需重新启动腹内压监测<sup>[18]</sup>。

**4.3 预防感染** 进行腹内压测量时需向腹腔或腹腔内脏器置入管道,为有创操作,增加了泌尿系统或腹腔内感染的风险。因此,在操作过程中,护理人员应严格遵守无菌操作原则。严密消毒管路各个连接口,做好会阴和导尿护理,每次测压完毕及时更换一次性连接装置。密切监测患者体温变化,及时发现感染。

**4.4 减少测量误差** 应对护理人员进行腹内压监测相关知识培训考核,规范操作流程,要求护士熟练掌握儿童腹内压测量方法。测量时应注意以下几点:①注意将患儿置于仰卧位,采取半卧位、俯卧位、端坐位等均会引起测量误差;②严格无菌操作下置入导尿管或胃管并连接测量装置;③测量前确保膀胱或胃内容物排空;④快速进行冲洗试验以确保管路无气泡或堵塞;⑤较慢(注入时间>1 min)输注适宜温度(37~40℃为宜)和适量体积(1 mL/kg)的生理盐水,过冷、过热、液体体积不适当和输注速度过快均可能导致测量误差;⑥传感器的参照点为髂嵴和腋中线交汇点处;⑦患儿呼吸时压力可有2.26~3.76 mmHg波动,应在呼气末读出数值;⑧应在患儿平静、无腹肌紧张时测量,必要时应用镇静、镇痛药;⑨对于异常腹内压值,应充分结合临床情况,排除可能的影响因素,多次测量。

**4.5 减压干预** 一旦患儿发生腹内高压/ACS,关键是降低腹内压,改善器官功能,将腹内压降低至10 mmHg以下。护理人员应掌握基本的减压干预措施,如给予患儿足够的镇静和镇痛,避免患儿采取俯卧位和床头抬高20~30°,禁食、鼻胃管和(或)直肠管减压,遵医嘱使用药物(如泻药、促动力剂、利尿剂、神经肌肉阻滞剂等)和进行灌肠治疗等<sup>[18]</sup>。

#### 5 小结

密切监测腹内压是早期预防、早期诊断和适时处理术后并发症,降低危重症患儿病死率的关键。然而,目前腹内压监测在危重症患儿中的应用尚不成熟,关于新的腹内压测量方法的验证或已建立的测量技术可靠性的临床数据很少,其测量方法还存在较多争议,且目前的研究还普遍存在样本量较小、随访时间较短、缺乏随机对照等缺点。今后可进一步提高研究质量、探索和完善腹内压测量方法,并逐渐扩大其在儿童中的应用范围。此外,目前医护人员对腹内压相关知识的掌握情况并不乐观,今后有必要加强医护人员对腹内压及腹内高压/ACS相关知识的教育,使其充分意识到腹内压监测的临床意义,提高其理论知识和操作技能,动态监测腹内压,有助于及早对腹内高压/ACS进行诊断,把握最佳救治时机,及时采取有效干预措施,提高患儿生存率。

#### 参考文献:

- [1] 白琳,史颜梅,周雅婷,等.腹内压测量的研究进展[J].护理学杂志,2016,31(11):109-112.
- [2] Kirkpatrick A W, Roberts D J, 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]. Intensive Care Med, 2013, 39(7): 1190-1206.
- [3] Reintam B A, Regli A, De Keulenaer B, et al. Incidence, risk factors, and outcomes of intra-abdominal hypertension in critically ill patients — a prospective multicenter study (IROI Study) [J]. Crit Care Med, 2019, 47(4): 535-542.
- [4] Horoz O O, Yildizdas D, Sari Y, et al. The relationship of abdominal perfusion pressure with mortality in critically ill pediatric patients [J]. J Pediatr Surg, 2019, 54(9): 1731-1735.
- [5] Thabet F C, Bougmiza I M, Chehab M S, et al. Incidence, risk factors, and prognosis of intra-abdominal hypertension in critically ill children: a prospective epidemiological study [J]. J Intensive Care Med, 2016, 31(6): 403-408.
- [6] Deindl P, Wagner J, Herden U, et al. Monitoring intra-abdominal pressure after liver transplantation in children [J]. Pediatr Transplant, 2019, 23(7): e13565.
- [7] Horoz O O, Yildizdas D, Asiligioglu N, et al. The prevalence of and factors associated with intra-abdominal hypertension on admission day in critically ill pediatric patients: a multi-



- center study[J]. *J Crit Care*, 2015, 30(3):584-588.
- [8] di Natale A, Moehrlen U, Neeser H R, et al. Abdominal compartment syndrome and decompressive laparotomy in children: a 9-year single-center experience[J]. *Pediatr Surg Int*, 2020, 36(4):513-521.
- [9] Cheatham M L, Safcsak K. Is the evolving management of intra-abdominal hypertension and abdominal compartment syndrome improving survival? [J]. *Crit Care Med*, 2010, 38(2):402-407.
- [10] 梁玉坚, 唐雯, 黄慧敏, 等. 儿科医护人员对腹腔间隙综合征的知晓度调查[J]. *重庆医学*, 2015, 44(15):2101-2103.
- [11] Maluso P, Olson J, Sarani B. Abdominal compartment hypertension and abdominal compartment syndrome[J]. *Crit Care Clin*, 2016, 32(2):213-222.
- [12] Davis P J, Koottayi S, Taylor A, et al. Comparison of indirect methods of measuring intra-abdominal pressure in children[J]. *Intensive Care Med*, 2005, 31(3):471-475.
- [13] Suominen P K, Pakarinen M P, Rautiainen P, et al. Comparison of direct and intravesical measurement of intra-abdominal pressure in children[J]. *J Pediatr Surg*, 2006, 41(8):1381-1385.
- [14] Sugrue M, De Waele J J, De Keulenaer B L, et al. A user's guide to intra-abdominal pressure measurement[J]. *Anaesthesiol Intensive Ther*, 2015, 47(3):241-251.
- [15] Desie N, Willems A, De L I, et al. Intra-abdominal pressure measurement using the Foley Manometer does not increase the risk for urinary tract infection in critically ill patients[J]. *Ann Intensive Care*, 2012, 2(Suppl 1):S10.
- [16] Liao C H, Cheng C T, Chen C C, et al. Systematic review of diagnostic sensors for intra-abdominal pressure monitoring[J]. *Sensors*, 2021, 21(14):4824.
- [17] Yaster M, Scherer T L, Stone M M, et al. Prediction of successful primary closure of congenital abdominal wall defects using intraoperative measurements[J]. *J Pediatr Surg*, 1989, 24(12):1217-1220.
- [18] Lee R K, Gallagher J J, Ejike J C, et al. Intra-abdominal hypertension and the open abdomen: nursing guidelines from the Abdominal Compartment Society[J]. *Crit Care Nurse*, 2020, 40(1):13-26.
- [19] Carter B M, Howard C. A 6th vital sign—potential use of nasogastric tube for intra-abdominal pressure monitoring method to detect feeding intolerance in very low birth-weight preterm infants (<1500 g)[J]. *Adv Neonatal Care*, 2015, 15(3):176-181.
- [20] Kaussen T, Gutting M, Lasch F, et al. Continuous intra-gastral monitoring of intra-abdominal pressure in critically ill children: a validation study [J]. *Intensive Care Med Exp*, 2021, 9(1):24.
- [21] Yi M, Leng Y, Bai Y, et al. The evaluation of the effect of body positioning on intra-abdominal pressure measurement and the effect of intra-abdominal pressure at different body positioning on organ function and prognosis in critically ill patients[J]. *J Crit Care*, 2012, 27(2):221-222.
- [22] Ejike J C, Kadry J, Bahjri K, et al. Semi-recumbent position and body mass percentiles: effects on intra-abdominal pressure measurements in critically ill children [J]. *Intensive Care Med*, 2010, 36(2):329-335.
- [23] Franzini S, Morandi A, Consonni D, et al. Effect of the prone position and head-down tilt on intra-abdominal pressure and on cerebral and splanchnic oxygenation in infants undergoing posterior sagittal anorectoplasty for anorectal malformations[J]. *Paediatr Anaesth*, 2021, 31(5):611-612.
- [24] 周姓良, 胡靖青, 钟伟莲. 体位对经膀胱内途径间接测定腹内压的影响[J]. *护理学报*, 2013, 20(3):38-40.
- [25] Ejike J C, Bahjri K, Mathur M. What is the normal intra-abdominal pressure in critically ill children and how should we measure it? [J]. *Crit Care Med*, 2008, 36(7):2157-2162.
- [26] Defontaine A, Tirel O, Costet N, et al. Transvesical intra-abdominal pressure measurement in newborn: what is the optimal saline volume instillation? [J]. *Pediatr Crit Care Med*, 2016, 17(2):144-149.
- [27] Wagner J, Herden U, Fischer L, et al. Intravesical monitoring of intra-abdominal pressure after renal transplantation in children: a safety and feasibility study[J]. *Pediatr Transplant*, 2020, 24(7):e13781.
- [28] Murphy P B, Parry N G, Sela N, et al. Intra-abdominal hypertension is more common than previously thought: a prospective study in a mixed medical-surgical ICU[J]. *Crit Care Med*, 2018, 46(6):958-964.
- [29] 梁玉坚, 李易娟, 李素萍, 等. 腹腔内压力变化与儿童脓毒症预后的关系[J]. *中山大学学报*, 2021, 42(3):455-461.
- [30] 王丽芳, 施春柳, 宋卓华, 等. 经膀胱腹内压测量在危重症患儿中的应用研究[J]. *护理研究*, 2017, 31(28):3612-3613.
- [31] 王晓冬, 罗家鑫, 霍习敏, 等. 腹内压监测在小儿重症肺炎机械通气中的应用价值[J]. *中国全科医学*, 2021, 24(5):555-560.
- [32] 梁汉锐, 陈秀群, 唐理富. 持续腹腔压力监测对机械通气的腹腔间隙综合征患儿辅助诊疗价值[J]. *哈尔滨医药*, 2020, 40(4):354-355.
- [33] Divarci E, Karapinar B, Yalaz M, et al. Incidence and prognosis of intraabdominal hypertension and abdominal compartment syndrome in children[J]. *J Pediatr Surg*, 2014, 51(3):503-507.
- [34] Liang Y, Tao S, Huang H, et al. Intra-abdominal pressure has a good predictive power for 28-day mortality: a prospective observational study conducted in critically ill children[J]. *Front Pediatr*, 2020, 8:567876.
- [35] 梁玉坚, 李素萍, 陶少华, 等. 重症儿童腹腔内高压的高危因素及其对预后的影响[J]. *中国急救医学*, 2017, 37(12):1129-1133.