

· 继续教育 ·

胃部超声预测患儿围全麻期反流误吸风险的研究进展

徐冲 葛亚丽 王存金 孟宪策 张野 郭芳 高巨

反流误吸是麻醉期间的严重并发症之一。据统计,麻醉下反流误吸的发生率为 0.1%~19%,其中由于误吸导致了高达 9% 的麻醉相关死亡率^[1],一项在欧洲 261 家医院进行的前瞻性多中心观察研究表明,患儿在围麻醉期反流误吸的整体发生率为 0.1%~0.4%^[2],其中患儿急诊全麻手术发生反流误吸的概率是择期手术的 4.5 倍。患儿全麻后,气道保护性反射减弱或消失,一些全麻药物可诱发恶心、呕吐,患儿在解剖上也较成人特殊。本文就超声评估胃容量(GV)及胃内容物性质的技术在预测患儿围全麻期反流误吸风险中的作用予以综述,以期临床应用提供参考。

患儿围全麻期的反流误吸

患儿消化道的特殊解剖结构 误吸的保护性屏障是下食管括约肌(LES)、上食管括约肌(UES)和喉反射。LES 由食管下段 3~4 cm 的圆形食管平滑肌组成,其作用是通过比胃内压(5~10 mmHg)更高的压力(15~25 mmHg)来防止胃内容物回流入食管^[3]。患儿食管腹内段短,胃食管角钝,上、下食管括约肌压力均低于成人,麻醉期间保护性的喉反射消失均可导致麻醉期间的反流误吸。

全麻药物的影响 全麻药物如氯胺酮、 γ -羟基丁酸钠等可引起恶心呕吐,而阿片类镇痛药物如芬太尼类药物均可以激活呼吸道中存在的 μ 受体,导致呛咳,芬太尼也引起肌肉僵直使声带突然内收关闭导致呛咳,继而诱发反流。而患儿气道最狭窄处在环状软骨水平,即声门下区,故临床上多选用无套囊气管插管,失去了套囊对气道的封闭,增加了发生反流误吸的几率。

患儿反流误吸的危害 患儿一旦发生反流误吸导致机体氧合功能下降,极易发生严重后果,其中常见的主要并发症是肺炎、急性呼吸窘迫综合征、多器官功能障碍和脑损伤,而不准确的风险评估往往是这些事件的根源^[4]。

超声技术在患儿胃部评估中的应用

正常小儿胃部超声图像 胃壁厚度 4~6 mm,正常胃壁超声经腹扫查显示为 5 层结构,自胃腔由内向外依次显示为

高回声-低回声-高回声-低回声-高回声,即为“三高两低”的回声,第 1 层高回声代表黏膜层与胃腔界面,第 2 层低回声代表黏膜层,第 3 层高回声代表黏膜下层,第 4 层低回声代表固有肌层,第 5 层高回声代表浆膜层和浆膜下层。

患儿超声探头的选择 在成人患者中,使用具有标准腹部设置的低频超声探头(2~5 MHz)能够有效地获得胃部的超声图像,它提供了必要的深度来识别相关的解剖标志。在患儿中,使用高频的超声探头(5~12 MHz)能够更清晰地反映出胃部结构。对于体重<40 kg 的患儿,高频探头能通过提高空间分辨率提供最佳图像,而较大患儿则推荐使用低频探头进行最佳成像^[5]。现在临床上最常使用以及被证明有参考价值的超声观测位置是胃窦部以及胃体^[5-6]。

胃部扫描方法 使用超声探头置于患者剑突下位置,调整切面图像为胃窦同时经腹主动脉、肝左叶及肠系膜上动脉的矢状面或斜矢状面,超声下胃窦呈扁平椭圆形或无回声圆形,周围有几层回声的胃壁^[7-8]。超声探头从左侧扫到右侧肋下缘。使用探头的轻微滑动,旋转和倾斜来定位胃窦并优化图像,同时避免过高的探头旋转造成的倾斜视图,从而可能高估胃窦大小^[9]。胃体的超声可通过直接观察水或食物的存在而定性分析胃排空状态。方法为:从左腋中线与脾脏和左侧膈肌开始,移动超声探头沿着左上腹朝向右肩方向作 45°以上倾斜连续扫查,可获得胃大、小弯至胃角完整的长轴切面^[6,10]。

患儿超声测量体位的选择 目前临床经常使用超声测量的体位主要有 3 种,即仰卧位、右侧卧位和半卧位。目前许多临床实验对于仰卧位以及右侧卧位做出了对照,其中 Schmitz 等^[11]针对 18 例 6~12 岁的患儿的研究指出,对于胃窦部超声成像,右侧卧位优于仰卧位,与仰卧位比较,右侧卧位测得的胃窦部横截面积(CSA)与 GV 的相关性更好,表明当处于右侧卧位时更多的胃内容物流向了胃窦部的扫描平面。Moser 等^[12]通过对 100 例禁食的患儿分别进行了仰卧位和右侧卧位的胃窦部的超声扫描显示,右侧卧位可以最大限度地提高超声扫描结果的敏感性和特异性,该试验一定程度上表明右侧卧位是进行胃窦超声扫描的最佳体位。但是由于患儿不易配合,将患儿置于右侧卧位时可能会加重哭闹,哭闹时胃内积气增加可能会影响观测结果。而对于半卧位,还没有相关的文献报道对比过它与右侧卧位或仰卧位测得的胃窦部 CSA 与胃内容物的相关程度。但是有学者研究,对于急诊创伤手术,半仰卧位似乎是最佳的体位^[13]。首先,半仰卧位可以增加患者舒适度,可以使患者更加配合检查;其次,相关研究表明患者处于半仰卧位时进行超声检查可以

DOI:10.12089/jca.2019.02.023

基金项目:国家自然科学基金(81500947);江苏省青年医学人才项目(QNRC2016338);江苏省卫计委指导性课题(Z201621);江苏省卫计委面上课题(H2017059)

作者单位:225001 苏北人民医院麻醉科 苏北人民医院麻醉与危重症研究所 扬州大学临床医学院

通信作者:王存金,Email:cunjinwang@163.com

避免受到胃内气体的干扰。因此,测量时体位还是要根据不同的情况灵活选择。

超声评估患儿胃内容物性质

胃体超声评估患儿胃内容物性质 Koenig 等^[10]使用了左上腹胃体超声扫描技术去定性急诊插管患者胃内容物的排空状态,若胃内存在固体或浓稠液体,可见胃体的超声图像为高回声不均匀影像,有时亦可可见到胃蠕动的影像;若胃内容物为清液,超声图像为低回声液体充满胃体,其中存在气泡可能会出现高回声的点状影像;而禁食超过 12 h 后在超声图像上几乎看不到胃体,Koenig 等^[10]研究的 80 例患者中有 19 例存在胃内容物,然后对其中 14 例进行胃内容物的吸引,其中 13 例的胃内容物含量在 220~1 100 ml,这说明胃体超声对于定性研究胃内容物有一定价值。

胃窦超声评估患儿胃内容物性质 空腹:影像学表现为胃成扁平状并且前后壁彼此贴近,多呈倒塌、平坦、多层厚壁状。在矢状面上呈现为卵圆形如同“牛眼征”或者“靶状征”,冠状面上则表现为“指套征”^[14]。

清饮料:图像为低回声的液体充满胃体,如果存在空气或气泡则会出现多个移动点状回声,超声图像则会呈现出“星夜”样的外观,随着胃内容物量的增加,胃窦逐渐扩张,胃壁逐渐变薄,形状近似卵圆形^[5]。

牛奶、悬浮液:会增强回声,使胃窦成像更加清楚,胃窦也会成为卵圆形。

固体或浓稠液体:可见胃窦的超声图像为高回声不均匀的影像,有时可见到胃蠕动。摄食后,胃液与空气混合可能会产生“毛玻璃”样的环形伪影,它会遮挡住更加深层的胃部结构使超声无法显像^[6]。

超声评估患儿胃内容物和 GV

胃内容物半定量评估 三级分级方法是一种对于反流误吸风险简单的筛查工具,分别在仰卧位和右侧卧位时扫描胃窦对胃内液体进行评估,可以区分胃低容量状态和高容量状态。0 级,两个体位胃窦都为空时,不存在胃内容物;1 级,胃窦在仰卧位时空,但在右侧卧位中可见明显的液体;2 级,两个体位胃窦都存在明显的液体。随后的研究表明,75% 1 级的受试者胃内有 100 ml 以内的液体;75% 2 级的受试者胃内有超过 100 ml 的液体^[15]。超声评价胃内容物的三级方法也同样适用于患儿,但针对患儿的三个等级胃内液体容量的估计还需要做进一步研究。

胃内容物定量评估 Arzola 等^[15]早已验证成人患者胃窦部最适合超声成像以及胃窦部 CSA 与 GV 之间存在着定量的关系,近年来随着超声技术的发展以及设备的更新,患儿胃窦部 CSA 与 GV 定量的关系也被进一步确定。定量评估胃内容物的容量可以更加准确地预测反流风险。

对于胃窦部图像的选取如前文,不再赘述。对于图像的测量以及计算:若得出的胃窦截面为椭圆形,则可以去测量胃窦上下径(D1)及前后径(D2), $CSA = \pi \times D1 \times D2 \div 4$;如果得

出的截面为不规则的形状,则应该选择自由描记法,使用超声设备描绘出胃窦的浆膜外层,进而得出面积以减少测量误差,这种方法不需要中间计算,可以在测量后直接得出胃窦部 CSA 的数值,更加简便、快速^[16]。在进行超声的图像选择时,超声检查者应在胃蠕动收缩之间的每个时点获得单一图像,结果更加准确^[17]。Park 等^[18]在对 48 例 1~7 岁的患儿进行超声胃窦部 CSA 测量时在胃窦蠕动收缩之间重复 5 次图像采集以测量结果。进行 3 次测量,并且通过排除最小值和最大值来计算平均值,误差会进一步减小。

Schmitz 等^[11]以核磁共振为标准,对 18 例 6~12 岁的患儿进行胃窦部超声扫描以确定 GV 与胃窦部 CSA 之间的关系,患儿进行超声扫描前摄入了 7 ml/kg 的清液,分别在摄入前摄入后 4、6 h 进行超声测量并立即行 MRI 扫描,报道的模型如下:

$$GV(\text{ml/kg}) = 0.009 \times CSA(\text{mm}^2) - 0.96$$

该模型的相关系数为 0.76,该实验的结果验证了之前报导的模型: $GV(\text{ml/kg}) = 0.009 \times \text{右侧卧位 CSA}(\text{mm}^2) - 1.36$ 。但是由于样本量较小,此模型不能预测 $GV > 3 \text{ ml/kg}$ 的患者,并且对于患儿存在反流误吸高风险时的胃内容物容量并没有一个明确的界定。

Gagey 等^[8]以胃内容物吸引量为标准,对于 34 例患有肥厚性幽门梗阻的婴儿进行了胃窦部 CSA 扫描,得出了一个因变量为 CSA(cm^2)、体重(kg)、年龄(周)的新线性模型:

$$\text{容量}(\text{ml}) = 1.42 + 4.18 \times [\text{右侧卧位 CSA}(\text{cm}^2) - 1.24 \times \text{年龄}(\text{周})] - 0.65 \times \text{体重}(\text{kg})$$

此模型的相关系数为 0.69,这篇文章可以预测的是婴儿(4~6 周)的 GV,但是作者指出要将此模型用于指导临床麻醉还需要更大的样本量(>10 000 例)而且对于是否可以改善患者的预后以及降低反流误吸风险也无从评估。

也有学者研究通过胃镜下吸引胃内容物作为参照标准去研究胃内容物的含量与胃窦部 CSA 的定量关系,在先前的一个报导中,一项针对 100 例患儿(11~216 个月)临床试验通过对明视下胃内吸引量与胃窦部 CSA 以及性别、年龄、身高、体重和 BMI,仰卧位 CSA 和右侧卧位 CSA 等 7 个独立变量进行后向逐步线性回归分析,得出了一个多元的线性回归方程:

$$\text{容量}(\text{ml}) = [-7.8 + 0.035 \times \text{右侧卧位 CSA}(\text{mm}^2)] + 0.127 \times \text{年龄}(\text{月})^{[7]}$$

此模型的相关系数为 0.6,该模型相关系数较前文提及的略低,但是应用范围更广,并且在研究过程中使用了可视化内镜,使结果更加精确,贴近于临床。

超声定量评估胃内容物的一些临床应用 一项针对 100 例禁食患儿(11 个月~17 岁)进行的胃窦超声的研究结果显示,患儿处于右侧卧位胃窦部 CSA < 3.07 cm^2 可以提示为空腹状态(敏感度 76%,特异度 67%)仰卧位胃窦部 CSA < 2.19 cm^2 有一定的参考价值(敏感度 75%,特异度 36%)^[12]。这可以简化术前评估的步骤,对于疑似饱胃儿童患者麻醉前进行超声测量直接得出胃窦部 CSA,之后进行相应的麻醉前

准备。而在另一个临床试验中,针对 100 例择期行全麻耳鼻喉手术的儿科患者拔管前进行超声胃内容物的扫描,可以对患者的拔管最佳时机进行选择^[19],即可以在深麻醉、恢复喉反射之前进行拔管,这样既可以减轻拔管时造成的循环波动,也可以减轻反流误吸的风险,增加患者的舒适度,加速康复。超声对于胃内容物含量的测量也可用于患儿麻醉诱导期间面罩通气方式的选择,诱导过程中面罩通气压力过高会导致胃内积气的发生,增加了胃内体积,进而增大发生反流误吸的风险。之前的一些研究表明,胃窦扩张取决于胃内容物的体积而不是质量,对胃窦进行实时的超声测量,观测胃窦扩张的程度以及超声下的图像去确定诱导过程中胃内积气情况进而选择最佳的通气方式以及通气压力^[18,20]。

三维超声在评估患儿胃内容物及预防反流误吸中的应用

胃是一形状不规则的空腔脏器,通过公式得出结果,其准确性明显下降,所以 CSA 技术因为易受到患者个体解剖结构因素影响以及在低容量下成像不清等缺点而误差较大。而一些近期的研究也证实了三维超声与 MRI 和 GV 测量的结果之间有很好的相关性,并且与 MRI 比较,三维超声耗时更短(4~6 s)、价格更低、更加便于测量。与二维超声比较,三维超声可以通过多层面的扫描,之后选取图像的特定区域进行处理,自动重建出胃部的三维图像,进而得出胃部体积更加直观准确的评估反流误吸与胃容量之间的关系。近期也有相关报道提出,使用虚拟器官计算机辅助分析技术(VOCAL)对患儿胃排空以及胃体积测定方面的应用^[21]。VOCAL 是采用大规模三维切片来构建体积,从而更加准确地去测量胃窦部分的体积,去评估患儿胃容量或者胃排空。

小 结

目前针对超声对患儿胃容量预测的可行性以及可重复性的研究报道越来越多,研究结果也慢慢肯定了这项技术的价值以及实用性,因此使用超声去评估患儿的胃内容物情况逐渐普及。当麻醉科医师在临床常规学习和应用超声 CSA 测量技术时,使用血管标志定位更加具有教学优势。根据一项针对麻醉科医师对胃部超声定性评估的学习研究结果表明,经过适当的培训,在进行了大约 33 次胃部超声检查之后,麻醉科医师在床旁进行超声评估胃内容物性质可以取得 95% 的成功率。这也表明了胃部超声并不是一个复杂的技术,可以使每名麻醉科医师都掌握,成为一项常规的麻醉前评估技术^[22]。总之,大量研究表明,禁食患儿胃窦部 CSA 与年龄和 BMI 存在显著的正相关性,评估儿童胃内容物的含量更是需要更多个体化的方案,由于胃是薄壁空腔脏器,形态不规则,个体差异明显,因此必须灵活多方位地选择最适宜的图像。在动物模型中,胃内容物在 0.4~0.8 ml/kg 提示有高风险发生严重反流误吸,而近期的研究表明成人胃内容物容量>0.8 ml/kg 可能会增加反流误吸概率^[23],但是在患儿中并没有大样本量的试验去确定易引起反流误吸的胃内容物上限,需要进一步探索研究。

参 考 文 献

- [1] Green SM, Mason KP, Krauss BS. Pulmonary aspiration during procedural sedation: a comprehensive systematic review. *Br J Anaesth*, 2017, 118(3): 344-354.
- [2] Habre W, Disma N, Virag K, et al. Incidence of severe critical events in paediatric anaesthesia (APRICOT): a prospective multicentre observational study in 261 hospitals in Europe. *Lancet Respir Med*, 2017, 5(5): 412-425.
- [3] Yarlott L, Eastaugh-Waring T. Regurgitation and aspiration. *Anaesth Intens Care*, 2015, 16(9): 435-438.
- [4] Cook TM, Woodall N, Frerk C, et al. Major complications of airway management in the UK: results of the Fourth National Audit Project of the Royal College of Anaesthetists and the Difficult Airway Society. Part 1: anaesthesia. *Br J Anaesth*, 2011, 106(5): 617-631.
- [5] El-Boghdadly K, Kruisselbrink R, Chan VW, et al. Images in anesthesiology: gastric ultrasound. *Anesthesiology*, 2016, 125(3): 595.
- [6] Bouvet L, Chassard D. Contribution of ultrasonography for the preoperative assessment of gastric contents. *Ann Fr Anesth Reanim*, 2014, 33(4): 240-247.
- [7] Spencer AO, Walker AM, Yeung AK, et al. Ultrasound assessment of gastric volume in the fasted pediatric patient undergoing upper gastrointestinal endoscopy: development of a predictive model using endoscopically suctioned volumes. *Paediatr Anaesth*, 2015, 25(3): 301-308.
- [8] Gagey AC, de Queiroz Siqueira M, Desgranges FP, et al. Ultrasound assessment of the gastric contents for the guidance of the anaesthetic strategy in infants with hypertrophic pyloric stenosis: a prospective cohort study. *Br J Anaesth*, 2016, 116(5): 649-654.
- [9] Spencer AO, Walker AM. Antral sonography in the paediatric patient: can transducer choice affect the view? *Br J Anaesth*, 2015, 114(6): 1002-1003.
- [10] Koenig SJ, Lakticova V, Mayo PH. Utility of ultrasonography for detection of gastric fluid during urgent endotracheal intubation. *Intensive Care Med*, 2011, 37(4): 627-631.
- [11] Schmitz A, Schmidt AR, Buehler PK, et al. Gastric ultrasound as a preoperative bedside test for residual gastric contents volume in children. *Paediatr Anaesth*, 2016, 26(12): 1157-1164.
- [12] Moser JJ, Walker AM, Spencer AO. Point-of-care paediatric gastric sonography: can antral cut-off values be used to diagnose an empty stomach? *Br J Anaesth*, 2017, 119(5): 943-947.
- [13] Dupont G, Gavory J, Lambert P, et al. Ultrasonographic gastric volume before unplanned surgery. *Anaesthesia*, 2017, 72(9): 1112-1116.
- [14] Van de Putte P, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Br J Anaesth*, 2014, 113(1): 12-22.
- [15] Arzola C, Perlas A, Siddiqui NT, et al. Bedside gastric ultrasonography in term pregnant women before elective cesarean delivery: a prospective cohort study. *Anesth Analg*, 2015, 121

- (3): 752-758.
- [16] 蒋卫清, 陈利海, 谢欣怡, 等. 床旁超声快速评估胃内容物及容量的研究进展. 临床麻醉学杂志, 2017, 33(1): 91-94.
- [17] Du T, Hill L, Ding L, et al. Gastric emptying for liquids of different compositions in children. Br J Anaesth, 2017, 119(5): 948-955.
- [18] Park JH, Kim JY, Lee JM, et al. Manual vs. pressure-controlled facemask ventilation for anaesthetic induction in paralysed children: a randomised controlled trial. Acta Anaesthesiol Scand, 2016, 60(8): 1075-1083.
- [19] Desgranges FP, Gagey Riegel AC, Aubergy C, et al. Ultrasound assessment of gastric contents in children undergoing elective ear, nose and throat surgery: a prospective cohort study. Anaesthesia, 2017, 72(11): 1351-1356.
- [20] Qian X, Hu Q, Zhao H, et al. Determination of the optimal inspiratory pressure providing adequate ventilation while minimizing gastric insufflation using real-time ultrasonography in Chinese children: a prospective, randomized, double-blind study. BMC Anesthesiol, 2017, 17(1): 126.
- [21] Buisman W J, Mauritz F A, Westerhuis W E, et al. Evaluation of gastric volumes: comparison of 3-D ultrasound and magnetic resonance imaging. Ultrasound Med Biol, 2016, 42(7): 1423-1430.
- [22] Arzola C, Carvalho JC, Cubillos J, et al. Anesthesiologists' learning curves for bedside qualitative ultrasound assessment of gastric content: a cohort study. Can J Anaesth, 2013, 60(8): 771-779.
- [23] Bouvet L, Mazoit JX, Chassard D, et al. Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating preoperative gastric content and volume. Anesthesiology, 2011, 114(5): 1086-1092.
- (收稿日期: 2018-03-15)

· 读者 · 作者 · 编者 ·

《临床麻醉学杂志》可直接使用缩略语的词汇

美国麻醉医师学会 (ASA)	聚合酶链反应 (PCR)	美国纽约心脏病协会 (NYHA)
酶联免疫吸附试验 (ELISA)	N-甲基-D-天冬氨酸 (NMDA)	吸入氧浓度 (FiO ₂)
γ-氨基丁酸 (GABA)	血浆靶浓度 (C _p)	白细胞介素 (IL)
效应室靶浓度 (C _e)	肿瘤坏死因子 (TNF)	心率 (HR)
血红蛋白 (Hb)	血压 (BP)	血小板 (Plt)
收缩压 (SBP)	红细胞压积 (Hct)	舒张压 (DBP)
红细胞计数 (RBC)	心率与收缩压乘积 (RPP)	白细胞计数 (WBC)
平均动脉压 (MAP)	体重指数 (BMI)	中心静脉压 (CVP)
心肺转流 (CPB)	脉搏血氧饱和度 (SpO ₂)	靶控输注 (TCI)
潮气量 (V _T)	患者自控静脉镇痛 (PCIA)	呼吸频率 (RR)
患者自控硬膜外镇痛 (PCEA)	呼气末二氧化碳分压 (P _{ET} CO ₂)	患者自控镇痛 (PCA)
动脉血二氧化碳分压 (PaCO ₂)	呼气末正压 (PEEP)	动脉血氧分压 (PaO ₂)
间歇正压通气 (IPPV)	静脉血氧分压 (PvO ₂)	最低肺泡有效浓度 (MAC)
静脉血二氧化碳分压 (PvCO ₂)	脑电双频指数 (BIS)	视觉模拟评分法 (VAS)
听觉诱发电位指数 (AAI)	重症监护病房 (ICU)	麻醉后恢复室 (PACU)
四个成串刺激 (TOF)	天门冬氨酸氨基转移酶 (AST)	心电图 (ECG)
丙氨酸氨基转移酶 (ALT)	警觉/镇静状态评定 (OAA/S)	核因子 (NF)
磁共振成像 (MRI)	羟乙基淀粉 (HES)	计算机断层扫描 (CT)
伊红染色 (HE)	术后认知功能障碍 (POCD)	急性呼吸窘迫综合征 (ARDS)