

- and spinal cord dorsal horn to nerve injury-induced nociceptive hypersensitivity. *Anesthesiology*, 2016, 125 (4): 765-778.
- [26] Zhang Y, Laumet G, Chen SR, et al. Pannexin-1 up-regulation in the dorsal root ganglion contributes to neuropathic pain development. *J Biol Chem*, 2015, 290 (23): 14647-14655.
- [27] Imai S, Ikegami D, Yamashita A, et al. Epigenetic transcriptional activation of monocyte chemotactic protein 3 contributes to long-lasting neuropathic pain. *Brain*, 2013, 136(Pt 3): 828-843.
- [28] Tajerian M, Alvarado S, Millemcamp M, et al. DNA methylation of SPARC and chronic low back pain. *Mol Pain*, 2011, 7: 65.
- [29] Menzies V, Lyon DE, Archer KJ, et al. Epigenetic alterations and an increased frequency of micronuclei in women with fibromyalgia. *Nurs Res Pract*, 2013; 795784.
- [30] Bell JT, Loomis AK, Butcher LM, et al. Differential methylation of the TRPA1 promoter in pain sensitivity. *Nat Commun*, 2014, 5: 2978.
- [31] Sukenaga N, Ikeda-Miyagawa Y, Tanada D, et al. Correlation between DNA methylation of TRPA1 and chronic pain states in human whole blood cells. *Pain Med*, 2016, 17 (10): 1906-1910.
- [32] Viet CT, Dang D, Ye Y, et al. Demethylating drugs as novel analgesics for cancer pain. *Clin Cancer Res*, 2014, 20(18): 4882-4893.
- [33] Reid T, Oronsky B, Scicinski J, et al. Safety and activity of RRx-001 in patients with advanced cancer: a first-in-human, open-label, dose-escalation phase 1 study. *Lancet Oncol*, 2015, 16(9):1133-1142.

(收稿日期:2016-03-19)

床旁超声快速评估胃内容物及容量的研究进展

蒋卫清 陈利海 谢欣怡 鲍红光

近年来,超声的应用提高了麻醉实践中常用技术的安全和质量,如超声引导中心静脉穿刺,超声指导椎管内麻醉,超声引导下外周神经阻滞等。此外,床旁超声即时诊断各种临床状况,对围术期决策过程也具有重要的影响^[1]。国内外许多研究报道了床旁超声快速评估胃内容物及容量以及围术期误吸风险的技术,本文将着重对床旁快速胃超声予以全面综述以期提高围术期临床安全性。

新型床旁超声评估围术期误吸风险

肺误吸是常见而严重的麻醉相关并发症,近几十年来,围术期胃内容物的误吸在外科人群中的总发生率在 0.1%~19%^[2],肺误吸导致了高达 9% 的麻醉相关死亡率^[3]。镇静和全身麻醉会抑制防止误吸的生理机制如食管下括约肌的张力和上呼吸道的保护反射^[4]。因此,麻醉前禁食对于患者的安全十分重要。目前美国麻醉医师协会(ASA)建议术前禁饮禁食:清亮液体 2 h,清淡饮食 6 h,高热量和脂肪类饮食 8 h^[5]。但是这些指南仅仅是针对择期手术的健康患者,没有针对一些胃排空有影响的合并症患者以及困难气道和急诊的情况^[5]。围术期误吸风险的评估完全依靠临床经验,尚缺乏实用无创的床边测试。用于快速评估胃内容物及容量的新型床旁超声技术应运而生。

胃超声扫描技术

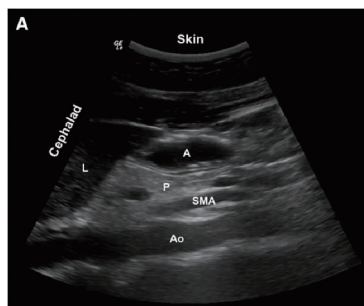
成人胃超声扫描采用低频曲阵探头(2~5 MHz)、标准腹部模式。它提供必要的穿透力来分辨相关解剖标志。而高频的线阵探头可用于扫描瘦削患者及儿童或获取胃壁的详细图像。胃壁厚度为 4~6 mm,在禁食状态下应用高频探头(如 5~12 MHz)可以清楚获得五层超声显像^[6~8],这种解剖特点用于区分胃和其他空腔脏器。从胃的内表面开始,第一层薄的强回声区域对应粘膜-空气界面,第二层低回声区域对应黏膜肌层,第三层高回声对应粘膜下层,第四层最明显的低回声层对应固有肌层,第五层强回声区域对应浆膜层^[6~8]。

胃超声扫描患者常用体位包括仰卧位、坐位、半坐位和右侧卧位,最佳体位的选择取决于胃截面的成像以及超声显像。研究表明半坐位或右侧卧位为胃窦和胃体(胃的远端)评估的最佳体位^[6, 7, 9]。由于重力作用,大部分的胃内容物在半坐位或右侧卧位时积聚于胃的低位区域。因此低容量的胃内液有时只能在坐位或者右侧卧位时才能被超声检测到^[6, 9]。

胃窦超声 有研究者提出胃窦部位是胃区最适合超声扫描的部位^[6~9]。探头置于上腹部矢状位或旁矢状位扫描可发现胃窦位于左肝叶前面、胰腺后面较浅的位置^[6~9],标准的胃窦截面的重要标志血管包括腹主动脉(Aorta),下腔静脉(IVC)和肠系膜上动静脉(SMA、SMV)^[6, 7, 9](图 1, 2)。胃窦部位不仅最容易获取超声图像,还可以准确评估反映整个胃内容物。

作者单位:210006 南京医科大学附属南京医院 南京市第一医院麻醉科

通信作者:鲍红光,Email:hongguang_bao@hotmail.com



注: L: 肝脏; A: 胃窦; P: 胰腺; SMA: 肠系膜上动脉; Ao: 主动脉;
以下三图同

图 1 矢状位胃窦超声^[10]

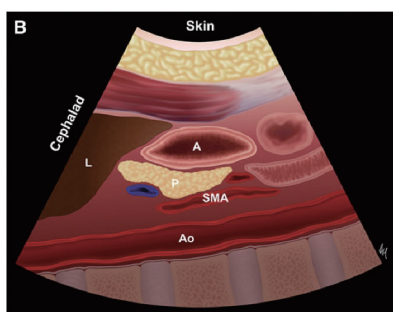


图 2 矢状位下解剖示意图^[10]

胃体超声 胃体超声可通过左肋缘下区域滑动探头倾斜扫描平面来获取^[8, 9, 11]。在这个扫描平面,胃体前壁从胃小弯到胃大弯可以明显辨别^[9],但常由于空气存在阻挡了胃后壁显像,难以获得胃体的完整截面图像。

胃底超声 胃底位于左上腹部横膈下面、左肾的前面、脾脏的后面。由于位置较深,胸腔又缺乏宽的声窗,胃底部位是最难获取的胃部图像。有研究者提出改良的扫描方法:左侧卧位下的肋间位置通过脾脏作为声窗扫描取得了一些成功^[8, 9],或在腋中线纵轴水平的扫描也可以获取图像^[11]。胃底和胃体部位,甚至在排空的胃内,常会发现空气,因而阻碍了这两部分的超声显像^[9]。

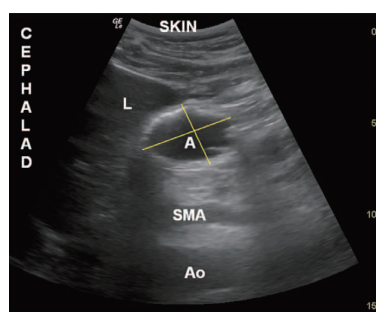
胃超声对胃内容物的定性和定量分析

胃超声对胃内容物的定性分析 早期胃超声可以分辨胃内容物是液体还是固体,60%患者可以获得胃超声图像,但是仍有部分排空的胃并不能被定位。近几年现代超声技术的使用,可以成功扫描到胃超声图像,甚至是空腹情况下胃窦图像^[6, 8, 9]。在排空的胃,胃窦显示为并列的前后壁的扁平图像。在矢状面下,胃窦显示为卵圆形的“牛眼”图像^[7, 9];在轴向平面下,空的胃窦好像戴手套的指头^[8]。

有研究表明除了分泌的胃液,水、苹果汁、黑咖啡、茶都显示为低回声或者无回声^[7, 9]。随着胃内容量增加,胃窦变得圆而膨胀,胃壁越来越薄。空气和气泡出现,不断形成很多活动的强回声,形成“星空”影像^[9]。牛奶、浓稠液体和悬

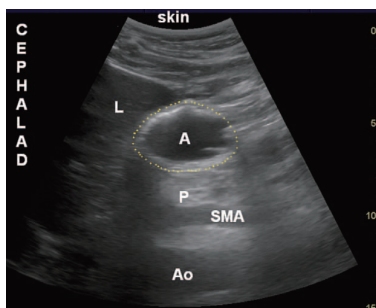
浮液都会增加超声的回声反射^[7]。进食固体食物后,食物块由于咀嚼和消化过程混进的大量空气,会形成“磨砂玻璃”的外观。空气和固体食物的混合物在胃前壁形成许多环晕伪像,使胃后壁模糊不清^[7, 9]。随后空气会慢慢减少,固体胃内容物形成囊实性的超声影像^[7, 9]。进食食物会引起胃的蠕动收缩,在超声下可以清楚地观察到管腔的开放和闭合^[12]。

胃超声对胃内容物的定量分析 Perlas 等^[13]报道了超声下胃窦横截面积和胃内液体容量的数值关系, Pearson 相关系数为 0.6~0.91。胃窦横截面积可以通过测量两垂直距离以及圆形面积的公式计算: $CSA = (AP \times CC \times \pi) / 4$ (AP=前后轴的直径, CC=头尾向直径)^[14],或者可以通过自由追踪标记的方法计算面积^[15](图 3, 4)。



注:患者右侧卧位下矢状位胃窦超声胃窦横截面通过测量两垂直距离计算面积,两个黄色的垂直线代表所测浆膜层到浆膜层前后轴和头尾向直径

图 3 两垂直距离法计算胃窦横截面积^[16]



注:患者右侧卧位下矢状位胃窦超声胃窦横截面通过自由追踪标记的方法计算面积,胃窦周围的黄色虚线代表手动追踪的外层胃壁(浆膜层),允许使用设备内部卡尺直接测量面积

图 4 自由追踪标记法计算胃窦横截面积^[16]

有文献比较了患者不同体位下胃窦横截面积和胃内液体容量相关性的强度^[9],右侧卧位下大部分的胃内容物会从胃体和胃底部位移到胃窦部位,所以在计算胃内容物容量方面,右侧卧位时的胃窦部位面积会显得比其他体位更大。该研究得出右侧卧位胃窦横截面积与胃容量相关性最强,是胃窦超声评估胃内容量最常用的体位^[17]。

目前临床上利用多种数学模型通过胃窦横截面积可以准确预测胃内液容量^[13, 18],需要遵循一些步骤来确保结果

的准确性。首先,需要在患者相同体位下扫描,采用同一频率超声探头和相同模式;其次,胃窦数据的测量需要在蠕动收缩间歇期进行^[9, 13, 18];第三横截面积测量时应从胃壁浆膜层到浆膜层,包括整个胃壁的厚度^[9, 13, 15, 18];最后,各个模型只能适用于一般情况符合要求的成人患者(不含孕产妇)以及相应范围内的容量。

胃超声对胃内液的三分评分系统 胃超声对胃内液的三分评分系统作为一项简单易行的胃超声评估工具可通过判断胃液量的多少为临床提供依据^[6]。该评分系统是胃超声在仰卧位和右侧卧位下胃窦部位扫描对胃内液含量独特的定性评估。胃窦 0 分:两个位置胃窦扫描都为空,提示没有胃内容物;胃窦 1 分:仰卧位排空,右侧卧位时可以看到胃内液体,提示胃内小容量的液体,75% 的患者胃内液在 100 ml 之内^[13];胃窦 2 分:在两个体位下都可以看到明显的胃液存在,提示大量的胃液状态,75% 的受试者在胃窦 2 分时具有 100 ml 以上的胃液。

3D、4D 胃超声评估胃内容物及其容量的新技术 一项 2016 年最新的针对 14 位志愿者的研究指出,3D 超声矩阵探头对胃总容量的测量精度高,可比拟动态 MRI,对于 BMI <30 kg/m² 的患者是可靠的测量工具^[19]。3D 和 4D 等影像学超声新技术在胃超声评估方面将有进一步的作用和广阔的前景^[20]。

胃超声评估胃内容物及其容量的有效性和可靠性

目前在急诊情况下尚无现成可用的工具来评估胃内容物。扑热息痛的吸收、电阻抗断层成像、放射性同位素标记、聚乙二醇的稀释以及胃内容物的吸引术都是有创的方法,并不适用于围术期评估胃容量。

胃肠病学家采用胃超声评估胃动力、胃排空及诊断胃壁损伤的情况已有二十多年,通常在标准配餐之后固定时间间隔连续对胃窦横截面积进行超声测量^[14]。近年来床旁超声的应用对于评估胃内容物及其容量、预测围术期误吸的风险及指导麻醉管理具有重要意义。作为一种新的诊断方法,胃超声需要具备以下特点:有效性(是否可行并有效评估)、可靠性(结果是否可重复验证)和可解释性(特异的超声表现有何临床意义)。目前为止大部分的试验研究床旁胃超声具有有效性,可以准确评估胃内容物^[13, 18],并对胃内容物进行定性评估^[7, 9, 11]。但其敏感性和特异性仍有待进一步研究。

一项由两名独立的超声医师操作的针对 15 位受试者的扫描试验,提出胃窦超声评估具有高度的可重复性^[21]。两位观察者在受试者空腹时的测量差异幅度为 1~13 ml,标准进餐后差异幅度为 2~85 ml。此外,还有研究表明接受过培训的麻醉医师应用床旁超声对妊娠晚期孕妇定性评估胃内容物,评估者间一致性信度的卡帕分析值为 0.74。这个发现是令人鼓舞的,但胃超声作为床旁误吸风险评估的临床工具还需要进一步研究^[22]。

胃超声评估胃内容物及其容量 在围术期临床应用方面的研究

目前大部分胃超声围术期临床应用的研究提示,当胃容量达到 0.8~1.5 ml/kg 时,提示患者存在误吸的高风险^[17, 18]。在成人(非孕产妇)患者,仰卧位下胃窦 CSA 达到 340 mm² 的临界值时风险较高,提示胃内有固体物质或者胃内液容量 >0.8 ml/kg^[18]。

由于肥胖、腹中胎儿改变了胃的腹腔位置等困难因素,产妇接受全身麻醉时误吸胃内容物是最可怕的产科麻醉并发症^[23],早期研究针对的孕妇的胃超声可以确定固体胃内容,然而很多排空的胃并不能被超声扫描所见。随着当前技术更新提供更好的成像质量,超声检查质量得到明显改善。一项对 129 名椎管内麻醉下行剖宫产的足月产妇进行超声评估的研究中,在剖宫产手术前 1 h 内,由 2 位拥有 3 年胃超声评估经验的麻醉医师执行超声检查,产妇在 45° 半坐位下扫描了仰卧位和右侧卧位胃窦部超声,表明三分评分系统可以用来评估产妇围手术期胃内容物的误吸风险,遵循禁饮禁食条件的足月产妇右侧卧位时的胃窦横截面积达到 10.3 cm² 为误吸风险的正常上限^[24]。由于孕妇在紧急情况下行右侧卧位的超声扫描会延长床旁检查时间,2016 年一篇针对产妇的超声快速诊断研究提出^[25],产妇仰卧位时胃窦 CSA 达到 381 mm² 的临界值时风险较高(敏感性 81%,特异性 76%),此结果可以指导快速诊断急诊剖宫产的误吸风险。

儿童发生围术期误吸风险已得到公认,为了尽可能减少误吸造成的肺损伤,ASA 发布了术前禁饮禁食的常规指导意见。术前 6~8 h 禁止固体食物,6 h 禁止配方奶,4 h 禁止母乳,2 h 禁止清淡流食。近年来的研究数据表明,过去对术前禁饮禁食时间要求可能过于保守,而麻醉前胃窦超声检查在评估儿科患者误吸风险中将会起到重要的作用^[26]。近期一项针对 100 名患儿(11~216 月龄)的研究指出,在仰卧位和右侧卧位下测量的胃窦超声横截面积与胃总容量相关性良好,三分评分系统中胃窦评分 0~2 分的增加也提示胃容量的增加。禁饮禁食的患儿,胃窦超声可以为胃定性或定量分析提供有效信息。

小 结

目前越来越多的研究探讨胃超声的有效性和可靠性,这项新的诊断工具应结合到日常临床实践中来,在适当的情况下评估误吸风险并指导麻醉管理,包括:(1)由于急诊情况或者沟通障碍,患者未遵循禁食原则;(2)患者因为一些严重的合并症导致胃排空延迟,常规的禁食时间可能并不能确认他们胃已排空(如糖尿病胃轻瘫、严重的肝肾功能不全、危重症患者);(3)不确定或者不清楚的患病史(如语音障碍、认知障碍、感觉障碍等)。而对于被假定成饱胃暂停或者改期的择期手术患者,采取预防干预措施如快速顺序诱导和气管插管是否比改期更安全,目前则缺少数据证明。总而言之,胃超

声可以帮助临床医师床旁个性化处理误吸风险并且指导麻醉管理。

参 考 文 献

- [1] Johnson DW, Oren-Grinberg A. Perioperative point-of-care ultrasonography: the past and the future are in anesthesiologists' hands. *Anesthesiology*, 2011, 115(3): 460-462.
- [2] Sakai T, Planinsic RM, Quinlan JJ, et al. The incidence and outcome of perioperative pulmonary aspiration in a university hospital: a 4-year retrospective analysis. *Anesth Analg*, 2006, 103(4): 941-947.
- [3] Lienhart A, Auroy Y, Pequignot F, et al. Survey of anesthesia related mortality in France. *Anesthesiology*, 2006, 105(6): 1087-1097.
- [4] Vanner RG, Pryle BJ, O'Dwyer JP, et al. Upper oesophageal sphincter pressure and the intravenous induction of anaesthesia. *Anaesthesia*, 1992, 47(5): 371-375.
- [5] American Society of Anesthesiologists Committee. Practice guidelines for preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration: application to healthy patients undergoing elective procedures. *Anesthesiology*, 2011, 114(3): 495-511.
- [6] Perlas A, Davis L, Khan M, et al. Gastric sonography in the fasted surgical patient: a prospective descriptive study. *Anesth Analg*, 2011, 113(1): 93-97.
- [7] Cubillos J, Tse C, Chan VW, et al. Bedside ultrasound assessment of gastric content: an observational study. *Can J Anaesth*, 2012, 59(4): 416-423.
- [8] Sporea I, Popescu A. Ultrasound examination of the normal gastrointestinal tract. *Med Ultrason*, 2010, 12(4): 349-352.
- [9] Perlas A, Chan VW, Lupu CM, et al. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Anesthesiology*, 2009, 111(1): 82-89.
- [10] Cubillos J, Tse C, Chan VW, et al. Bedside ultrasound assessment of gastric content: an observational study. *Can J Anaesth*, 2012, 59(4): 416-423.
- [11] 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.
- [12] Hausken T, Gilha OH. Functional Ultrasound of the Gastrointestinal Tract. Medical Radiology. London: Springer Verlag, 2007; 189-97.
- [13] Perlas A, Mitsakakis N, Liu L, et al. Validation of a mathematical model for ultrasound assessment of gastric volume by gastroscopic examination. *Anesth Analg*, 2013, 116(2): 357-363.
- [14] Bolondi L, Bortolotti M, Santi V, et al. Measurement of gastric emptying time by real-time ultrasonography. *Gastroenterology*, 1985, 89(4): 752-759.
- [15] Hveem K, Hausken T, Berstad A. Ultrasonographic assessment of fasting liquid content in the human stomach. *Scand J Gastroenterol*, 1994, 29(9): 786-789.
- [16] Kruisselbrink R, Arzola C, Endersby R, et al. Intra- and interrater reliability of ultrasound assessment of gastric volume. *Anesthesiology*, 2014, 121(1): 46-51.
- [17] Van de Putte P, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric content and volume. *Br J Anaesth*, 2014, 113(1): 12-22.
- [18] 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.
- [19] Buisman WJ, Mauritz FA, Westerhuis WE, et al. Evaluation of Gastric Volumes: Comparison of 3-D Ultrasound and Magnetic Resonance Imaging. *Ultrasound Med Biol*, 2016, 42(7): 1423-1430.
- [20] Manini ML, Burton DD, Meixner DD, et al. Feasibility and application of 3-dimensional ultrasound for measurement of gastric volumes in healthy adults and adolescents. *J Pediatr Gastroenterol Nutr*, 2009, 48(3): 287-293.
- [21] Ricci R, Bontempo I, Corazziari E, et al. Real time ultrasonography of the gastric antrum. *Gut*, 1993, 34(2): 173-176.
- [22] Arzola C, Cubillos J, Perlas A, et al. Interrater reliability of qualitative ultrasound assessment of gastric content in the third trimester of pregnancy. *Br J Anaesth*, 2014, 113(6): 1018-1023.
- [23] McClure JH, Cooper GM, Clutton-Brock TH, et al. Saving mothers' lives: reviewing maternal deaths to make motherhood safer: 2006-8: a review. *Br J Anaesth*, 2011, 107(2): 127-132.
- [24] 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.
- [25] Jay L, Zieleskiewicz L, Desgranges FP, et al. Determination of a cut-off value of antral area measured in the supine position for the fast diagnosis of an empty stomach in the parturient: A prospective cohort study. *Eur J Anaesthesiol*, 2016, 33: 1-8.
- [26] 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.

(收稿日期: 2016-08-06)