

· 综 述 ·

超声在胃内容物定性和定量评估中的应用及研究进展

夏吟滢 孙建良

胃内容物的反流误吸是一种少见却严重的围术期并发症,其发病率与死亡率呈相关性^[1,2]。目前,误吸风险主要依靠禁食时间评估,但是术前禁食时间并不能作为胃容量的替代指标^[3],美国麻醉医师协会颁布的2017版术前禁食指南^[4]并不适用于急诊手术和并存胃排空延迟疾病的患者。Bouvet等^[5]的一项研究发现择期手术患者的胃充盈率为5%,急诊手术患者的胃充盈率为56%。因此,正确评估手术患者胃容量并采取相应预防措施,是降低围术期反流误吸发生率的有效方法。胃超声检查可为手术患者胃排空情况提供可靠的依据,从而评估反流误吸风险,指导麻醉医师进行个性化气道管理。本文就超声在围术期胃内容物定性和定量评估的应用及研究进展作一综述,旨在为降低围术期反流误吸发生率提供依据。

1 胃超声技术及其围术期使用简介

1.1 超声探头的选择 标准腹部模式的低频凸阵探头可以清晰辨认胃窦相关解剖标志,适合用于成年患者的胃容量评估;高频线阵探头则适合用于患儿、皮脂率低的成年患者的胃容量评估或为获得胃壁的详细图像时使用。胃壁一般厚4~6 mm,具有典型的五层超声结构,从胃内侧到外侧分别是:黏膜与空气交界处,呈薄高回声;黏膜肌层,低回声;黏膜下层,高回声;固有肌层,低回声;浆膜层,高回声。这些结构在禁食状态下用高频线阵探头更容易观察。

1.2 胃超声检查体位 胃超声检查在仰卧位、半坐卧位、坐位以及右侧卧位上均可进行。由于重力作用,胃内容物常积聚在胃窦部,而气体积在胃底,因

此,在半坐位或右侧卧位上进行观察最为适宜,尤其在胃内容量较少时,可能仅在这两种体位下可以探测到^[6,7]。当患者只能采取被动体位时,即使未发现阳性结果,也不能排除胃充盈的可能^[8,9]。

1.3 胃超声检查部位 研究表明在胃窦部进行超声检查结果更为准确^[7]。在上腹矢状或近矢状扫描平面上,胃窦位于肝左叶和胰腺之间。胃窦部重要的解剖标志包括腹主动脉、下腔静脉、肠系膜上动静脉,已被用于标准化胃窦扫描平面^[10]。胃体可通过向左肋下缘滑动探头倾斜扫描平面成像。但由于胃体部气体影响,常不能有效成像。胃底位于腹部左上象限,横膈下、左肾前、脾脏后,位置深,且因肋骨的存在影响超声成像。通常,左肋间经脾入路的成功率有限,可在腋中线体表纵向扫描进行胃底成像,但胃底部空气会影响成像效果。

2 胃内容物的性质和胃内容量的评估

2.1 胃内容物定性检测 胃内容物不同时,超声影像的表现也不同。因此胃超声检查可用于评估胃内容物的性质。当患者呈空胃时,胃窦前后壁紧贴,超声下呈扁平塌陷或“牛眼征”,胃壁厚,固有肌层明显可见,无或极少量低回声内容物。当清液体进入胃后,胃腔扩张,胃窦呈圆形或椭圆形,胃壁变薄,超声下呈低回声,当掺杂空气时可呈现“满天星”图像。当内容物为牛奶等非清亮液体时,胃内容物呈高回声影像。当进食固体食物时,混合空气的食糜在超声下呈“毛玻璃征”,空气消失后,胃内逐渐呈均质样回声^[11]。通过超声对胃内容物的定性分析可用来评估误吸风险。若空胃,则为低误吸风险;若胃内容物为黏稠液体或固体,则为高误吸风险;若胃内容物为清液体可通过Perlas胃窦分级进行半定量评估或根据数字模型进行胃容量估算。

2.2 胃内容物半定量评估 Perlas胃窦分级是一种用于评估患者胃内状态的简易筛查工具,是根据

DOI: 10.13558/j.cnki.issn1672-3686.2022.006.022

作者单位:310053 浙江杭州,浙江中医药大学第四临床医学院

通讯作者:孙建良,Email:jxmzsjl@163.com

仰卧位、右侧卧位两种体位下的胃窦情况进行半定量评估^[6]。0级胃窦指胃超声在两种体位下均未检测到液体;1级胃窦是指仰卧位下为阴性结果,而右侧卧位上提示有液体;2级胃窦指两种体位下均有液体。有文献报道,75%的1级胃窦患者胃容量<100 ml,并且没有一个受试者的胃容量>250 ml。相比之下,75%的2级胃窦患者胃内容量>100 ml,超过50%患者的容量>250 ml^[8]。100 ml是胃正常基线分泌量的上限,因此,0级和1级胃窦视为低误吸风险,2级胃窦则为高误吸风险。

2.3 胃内容物的定量测定 胃窦区横截面积(cross-sectional area, CSA)与胃容量呈线性相关,因此可通过超声测量 CSA 评估胃内容物的多少,且研究发现在右侧卧位测量时所得结果最接近于实际值^[11]。CSA 的测量应在胃窦收缩间歇进行,且胃窦部横截面径线应包括胃壁的整体厚度,若采用垂直双径线测量方法时可采用椭圆形公式计算。 $CSA = (\text{胃窦前后径} \times \text{胃窦头尾径} \times \pi) / 4$ 。现常用超声动态扫描计算 CSA。Bouvet 等^[12]以鼻胃管负压吸引为参考标准,结合多个胃排空影响因素,提出了半坐卧位下胃内容物测量数学模型:胃容量(ml) = $-215 + 57 \times \log CSA (\text{mm}^2) - 0.78 \times \text{年龄} (\text{岁}) - 0.16 \times \text{身高} (\text{cm}) - 0.25 \times \text{体重} (\text{kg}) - 0.8 \times \text{美国麻醉医师协会健康状态分级} + 16 \text{ ml} (\text{急诊}) + 10 \text{ ml} (\text{术前服用抗酸剂})$,适用于体重指数 < 35 kg/m² 的成年非妊娠患者,可预测 250 ml 的容积。此外,Perlas 等^[8]通过胃镜吸引胃内容物对比,建立了胃内容物测量的数学模型:胃容量(ml) = $27 + 14.6 \times \text{右侧卧位 CSA} (\text{mm}^2) - 1.28 \times \text{年龄} (\text{岁})$,此模型相关系数 0.86,适用于体重指数 < 40 kg/m² 成年非妊娠患者,在胃容量低于 500 ml 时有较好的适用性。总之,临床上可通过测量胃窦部横截面径线,并利用胃容量预测模型进行定量估算,根据计算所得胃容量评估反流误吸风险。以胃基线分泌量为参考阈值,若胃容量/体重 < 1.5 ml/kg,为低误吸风险,若胃容量/体重 > 1.5 ml/kg,为高误吸风险。关于反流误吸风险增加的胃内容量阈值虽有争议,但多项临床研究均表明,健康禁食患者的胃残余量可高达 1.6 ml/kg,但肺误吸风险没有显著增加^[6]。

3 特殊患者的胃超声评估

3.1 肥胖患者 肥胖患者常合并胃食管反流、阻塞性睡眠呼吸暂停低通气综合征、面罩通气困难等,反流误吸风险较非肥胖患者高。肥胖患者因其胃窦位置深、胃窦解剖定位标志改变、脂肪组织过多

等导致超声回声减弱,因此,胃超声在肥胖患者的应用显得更困难。有文献指出 Perlas 胃窦分级同样适用于肥胖患者反流误吸风险的评估^[13]。Bouvet 等^[14]也发现胃超声技术仍适用于体重指数 > 35 kg/m² 的肥胖患者。Kruisselbrink 等^[15]对 38 例体重指数 > 35 kg/m² 的患者进行研究,基于胃超声测量 CSA 预测的胃容量和胃镜下抽吸测量的胃容量比较发现,Perlas 等^[8]提出的胃容量数学模型在肥胖患者中同样适用。因此,与正常体重患者相似,胃超声检查同样适用于肥胖患者反流误吸风险的评估。

3.2 孕妇 孕妇常因并存急症情况需行急诊剖宫产术,无法严格禁食,同时可能存在胃内压增高、胃排空延迟的生理改变,围术期发生反流误吸的风险更高。而肥胖、妊娠子宫引起胃解剖位置的变化亦可导致胃窦区域测量值的变化^[16]。研究发现随着体重指数和孕周增加,床旁超声对产妇胃内容物评估误诊率增加^[17]。Jay 等^[18]对 73 名产妇进行研究后,预测仰卧位时 CSA 的阈值为 381 mm²。Arzola 等^[19]对 103 名拟行择期剖宫产的足月禁食产妇进行研究,结果显示右侧卧位时 CSA 的临界值为 10.3 cm²。之后又通过对 60 名孕妇进行随机对照临床试验,证实 CSA 与胃容量呈线性相关,并建立了右侧半卧位下的数学模型:胃容量(ml) = $-327.1 + 215.2 \times \log CSA (\text{cm}^2)$ 。研究表明以 9.6 cm² 作为临界值时,预估胃容量 > 1.5 ml/kg^[20]。有学者通过对磁共振成像测量的胃容量和超声测量的 CSA 进行比较,发现超声测量的 CSA 与核磁共振测量的胃容量密切相关,并预测数学模型:胃容量(ml) = $0.24 \times \text{右侧卧位 CSA} (\text{mm}^2) - 54.9$ ^[21]。一项对胃超声在急诊全麻剖宫产中应用的研究提出,Supreme 双腔喉罩在胃窦横截面积 ≤ 608 mm² 拟急诊行剖宫产的产妇中有一定可行性^[22]。因此,通过胃超声测量孕产妇胃容量来评估误吸风险,对临床预防围术期反流误吸有指导意义。

3.3 儿童 小儿因生理与解剖的特殊性,反流误吸的发生率是成人的 2 倍。因此,麻醉医生更加关注患儿的禁食禁饮时间以规避风险。目前择期手术患儿禁食时间常久于指南推荐时间,而不适当禁食会引起患儿不适哭闹、术后恶心呕吐,严重者可引起气道问题、脱水、术中循环波动等。国际上也开始关注胃超声对患儿胃排空情况评估的指导意义。研究发现手术前 2 h 摄入的 10 ~ 15 ml/kg 清亮碳水化合物液体并没有增加胃容量,没有引起严重并发

症,而患者满意度提高^[23]。有专家共识建议在择期手术麻醉诱导前1 h内,鼓励健康儿童饮用清亮液体^[24]。在一项对100名禁食儿童的研究中描述了胃窦横截面积和胃容量之间的线性相关性,右侧卧位相关性更强,并预测数学模型:胃容量(ml)=-7.8+3.5×右侧卧位CSA(mm²)+0.127×年龄(月)。且Perlas分级对儿科患者同样适用^[25]。欧洲麻醉学会和重症监护协会2022年发表的儿科术前禁食指南推荐超声检查胃内容物和胃容量可用于未按禁食指示的择期手术儿童或用于急诊手术儿童(1C级证据),并且指南推荐在胃窦超声检查中,胃窦定性分级系统比计算胃容量更可取(2B级证据)^[26]。因此,术前胃超声检查评估患儿胃内容物性质和容量,对降低反流误吸风险有重要意义。

4 胃超声结果对医疗决策的影响

一旦对胃内容物性质及容量进行评估后发现患者为高误吸风险(胃内容物为黏稠液体或者固体颗粒或清液量>1.5 ml/kg),可根据临床情况调整手术麻醉方案,必要时可推迟或者取消手术。若病情危急,尽管存在高反流误吸风险,仍需立刻进行手术的,可在麻醉诱导前留置粗胃管并进行充分有效的冲洗吸引、胃肠减压,应用5-羟色胺-3受体拮抗剂降低胃液酸度,同时备好吸引设备以防止反流呕吐的发生。无相应麻醉禁忌的患者可优先采用椎管内麻醉或区域神经阻滞。对切实需行气管插管全身麻醉的患者,可采用清醒表麻保留自主呼吸的气管插管以安全建立气道或Sellick手法无通气快速序贯诱导方法建立气道,拔管前再次评估胃内残留内容物量,待患者完全苏醒、气道保护反射恢复后方可拔管。

5 小结

胃超声作为临床麻醉实践中的新兴应用,其有效性和可靠性已在多个患者人群中得到检验。Kruisselbrink等^[27]也证实了胃超声检查在操作者内和操作者间的一致性较高,具有可重复性。虽然胃超声成像效果常受气体影响,临床操作面临挑战,但是超声检查相对于其他成像方式有很多潜在的优势,包括便携性、重复性、无创性和成本效益。床旁实时胃超声可评估反流误吸风险并指导麻醉医师对急诊、饱胃、胃排空延迟等患者进行个性化麻醉管理,主要适用于如下几种情况:①禁食禁饮时间不足:急诊手术等;②无法获得可靠禁食禁饮时间:语言交流障碍、意识障碍等;③并存胃排空延迟

情况:妊娠、糖尿病、严重肝肾功能障碍、神经肌肉疾病等;④腹部手术:消化道穿孔、肠梗阻、急腹症等。此外,还可通过胃超声技术评估CSA变化,监测全身麻醉诱导时正压通气对胃胀气的影响等。但是胃超声检查并不能解决所有误吸相关的问题,胃内容物及容量的超声评估也有一定的局限性,其一它不适用于胃手术术后患者评估(如胃切除或旁路手术、胃底折叠术等);其二胃超声检查只评估了反流误吸的一个高危因素(胃内容物性质及容量),麻醉状态下诱发误吸事件的因素还有很多,因此,误吸风险评估时还应结合其他高危因素(如气道管理相关事件、麻醉诱导方式、糖尿病、妊娠、严重肝肾功能障碍、神经肌肉疾病、消化道疾病等)综合判断;其三胃内容物是随时间变化的,胃超声只能反映当时的胃内容物情况,因此在反流误吸高危操作(如气管拔管等)时,有必要应再次或重复多次行超声检查,以获得患者胃内容物的动态变化,确保患者安全;其四胃超声检查结果有一定的主观性,需要经验丰富的操作者才能将超声优势最大化,因此需加强普及围术期超声技术以提高围术期患者安全与麻醉质量。

参考文献

- 1 Van de Putte P, Vernieuwe L, Jerjir A, et al. When fasted is not empty: A retrospective cohort study of gastric content in fasted surgical patients—science direct[J]. Br J Anaesth, 2017, 118(3):363-371.
- 2 Bohman JK. Aspiration during monitored anesthesia care [J]. Anesthesiology, 2015, 122(2):471-472.
- 3 Dupont G, Gavory J, Lambert P, et al. Ultrasonographic gastric volume before unplanned surgery[J]. Anaesthesia, 2017, 72(9):1112-1116.
- 4 ASA. 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: An updated report by the American society of anesthesiologists task force on preoperative fasting and the use of pharmacologic agents to reduce the risk of pulmonary aspiration[J]. Anesthesiology, 2017, 126(3):376-393.
- 5 Bouvet L, Desgranges FP, Aubergy C, et al. Prevalence and factors predictive of full stomach in elective and emergency surgical patients: A prospective cohort study [J]. Br J Anaesth, 2017, 118(3):372-379.
- 6 Perlas A, Davis L, Khan M, et al. Gastric sonography in

- the fasted surgical patient: A prospective descriptive study[J].*Anesth Analg*, 2011, 113(1):93.
- 7 Van de Putte P, Perlas A. Ultrasound assessment of gastric content and volume[J]. *Br J Anaesth*, 2014, 113(1): 12-22.
- 8 Perlas A, Mitsakakis N, Liu L, et al. Validation of a mathematical model for ultrasound assessment of gastric volume by gastroscopic examination[J]. *Anesth Analg*, 2013, 116(2):357-363.
- 9 Zieleskiewicz L, Boghossian MC, Delmas AC, et al. Ultrasonographic measurement of antral area for estimating gastric fluid volume in parturients[J]. *Br J Anaesth*, 2016, 117(2):198-205.
- 10 Cubillos J, Tse C, Chan VW, et al. Bedside ultrasound assessment of gastric content: An observational study[J]. *Can J Anaesth*, 2012, 59(4):416-423.
- 11 Perlas A, Arzola C, Van de Putte P. Point-of-care gastric ultrasound and aspiration risk assessment: A narrative review[J]. *Can J Anaesth*, 2018, 65(4):437-448.
- 12 Bouvet L, Mazoit JX, Chassard D, et al. Clinical assessment of the ultrasonographic measurement of antral area for estimating preoperative gastric content and volume[J]. *Anesthesiology*, 2011, 114(5):1086-1092.
- 13 Van de Putte P, Perlas A. Gastric sonography in the severely obese surgical patient: A feasibility study[J]. *Anesth Analg*, 2014, 119(5):1105-1110.
- 14 Bouvet L, Chassard D. Ultrasound assessment of gastric content in the obese patient: One more step for patient safety[J]. *Anesth Analg*, 2014, 119(5):1017-1018.
- 15 Kruisselbrink R, Arzola C, Jackson T, et al. Ultrasound assessment of gastric volume in severely obese individuals: A validation study[J]. *Br J Anaesth*, 2017, 118(1):77-82.
- 16 Rouget C, Chassard D, Bonnard C, et al. Changes in qualitative and quantitative ultrasound assessment of the gastric antrum before and after elective caesarean section in term pregnant women: A prospective cohort study[J]. *Anaesthesia*, 2016, 71(11):1284-1290.
- 17 Arzola C, Cubillos J, Perlas A, et al. Interrater reliability of qualitative ultrasound assessment of gastric content in the third trimester of pregnancy[J]. *Br J Anaesth*, 2014, 113(6):1018-1023.
- 18 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[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2017, 34(3):150-157.
- 19 Arzola C, Perlas A, Siddiqui NT, et al. Bedside gastric ultrasonography in term pregnant women before elective cesarean delivery: A prospective cohort study[J]. *Anesth Analg*, 2015, 36(3):752-758.
- 20 Arzola C, Perlas A, Siddiqui NT, et al. Gastric ultrasound in the third trimester of pregnancy: A randomized controlled trial to develop a predictive model of volume assessment[J]. *Anaesthesia*, 2018, 73(3):295-303.
- 21 Roukhomovsky M, Zieleskiewicz L, Diaz A, et al. Ultrasound examination of the antrum to predict gastric content volume in the third trimester of pregnancy as assessed by MRI: A prospective cohort study[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2018, 35(5):379-389.
- 22 沈龙源, 谢文钦, 肖全胜, 等. 胃超声在急诊剖宫产产妇全麻术中的应用[J]. *临床麻醉学杂志*, 2021, 37(11):1154-1158.
- 23 Song IK, Kim HJ, Lee JH, et al. Ultrasound assessment of gastric volume in children after drinking carbohydrate-containing fluids[J]. *Br J Anaesth*, 2016, 116(4):513-517.
- 24 Thomas M, Morrison C, Newton R, et al. Consensus statement on clear fluids fasting for elective pediatric general anaesthesia[J]. *Paediatr Anaesth*, 2018, 28(5):411-414.
- 25 Schmitz A, Schmidt AR, Buehler PK, et al. Gastric ultrasound as a preoperative bedside test for residual gastric contents volume in children[J]. *Paediatr Anaesth*, 2016, 26(12):1157-1164.
- 26 Frykholm P, Disma N, Andersson H, et al. Pre-operative fasting in children: A guideline from the European society of anaesthesiology and intensive care[J]. *Eur J Anaesthesiol*, 2022, 39(1):4-25.
- 27 Kruisselbrink R, Arzola C, Endersby R, et al. Intra- and interrater reliability of ultrasound assessment of gastric volume[J]. *Anesthesiology*, 2014, 121(1):46-51.

(收稿日期 2022-03-16)

(本文编辑 高金莲)