

# 超声评估围产期胃内容物的研究进展

刘亚萍, 吕湘琪

哈尔滨医科大学附属第二医院麻醉科, 黑龙江 哈尔滨

收稿日期: 2022年6月11日; 录用日期: 2022年7月3日; 发布日期: 2022年7月12日

## 摘要

对接受全身麻醉的孕妇建议进行肺误吸可能性的个性化风险评估, 而床旁超声有助于实现这一目标。以往, 对反流误吸的风险评估是基于禁食时间, 但胃排空可能在怀孕期间有所不同, 所以即便遵循了禁食指南产妇仍有可能存在“饱胃”状态。本文主要就床旁超声评估围产期胃内容物, 以确定其是否可以识别和量化胃内容物, 通过定性或定量方式提供反流误吸风险评估, 并确定胃排空如何受到怀孕的影响作一综述。

## 关键词

床旁超声, 胃内容物, 麻醉, 胃窦

# Research Progress in Ultrasonography in Evaluation of Peripartum Period Gastric Contents

Yaping Liu, Xiangqi Lv

Department of Anesthesiology, The Second Affiliated Hospital of Harbin Medical University, Harbin Heilongjiang

Received: Jun. 11<sup>th</sup>, 2022; accepted: Jul. 3<sup>rd</sup>, 2022; published: Jul. 12<sup>th</sup>, 2022

## Abstract

Personalised risk assessment of the likelihood of pulmonary aspiration is recommended for pregnant women undergoing general anaesthesia and Bedside Ultrasound may help to achieve this. Traditionally, risk assessment is based upon adherence to fasting times, but gastric emptying may vary during pregnancy, hence fast even follow the guidelines for maternal could still exist “full stomach”. This article reviewed the evidence for gastric Bedside Ultrasound in pregnant and postpartum women to determine whether it can identify and quantify stomach contents, provide

aspiration risk assessment via qualitative or quantitative means, and determine how gastric emptying is affected by pregnancy.

## Keywords

Bedside Ultrasound, Gastric Contents, Anaesthesia, Gastric Antrum

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

## 1. 引言

胃内容物反流误吸是全身麻醉的严重并发症, 在所有择期手术中的发生率为 0.025%, 而误吸在产科麻醉中更常见, 其发生率上升到 0.143% [1] [2], 因此, 对孕妇进行个性化风险评估至关重要[3]。除了镇静药物和全身麻醉药物抑制生理保护性反射以外, 孕妇的特殊生理状况(包括妊娠子宫上移和胃内压力增加, 孕酮和雌激素介导的食管下括约肌松弛和较低的酸碱度) [4] [5] [6] [7] [8]是导致胃反流误吸在产妇中的风险增大的主要因素, 而引起反流误吸的另一个重要原因是胃内容物的体积[9]。床旁超声是一种评估胃内容物的非侵入性方法, 有助于产科手术肺误吸的风险评估, 可以极大地提高产科麻醉的安全性。

## 2. 床旁超声胃扫描技术

### 2.1. 超声探头及体位的选择

研究表明床旁超声对胃内容物的检查具有高度敏感性和特异性[10], 是一种可行且可靠的妊娠期胃内容物检查方法[11]。目前对于胃部超声检查多建议使用曲阵探头, 低频探头(如 2~ 5 MHz)对围产期妇女的腹部检查效果较好。经研究胃在仰卧位、坐位、半坐卧位和右侧卧位均可成像[12] [13] [14] [15]。比较围产期妇女在不同体位下的胃超声成像中, 大多数研究采用了 45°半卧位[16]-[24], 也有研究采用了右侧卧位[13] [25]。与其他研究人群相比, 妊娠晚期孕妇仰卧位可发生仰卧位低血压综合征, 所以妊娠晚期的孕妇应避免仰卧位, 从而大多数研究都采用 45°半卧位代替仰卧位[13]。而右侧卧位时, 由于重力作用胃内容物转移到胃的低位区(胃窦部), 这改善了低容量状态下的可视化, 与半仰卧位比较, 妊娠晚期右侧卧位超声定量评估胃内容物与核磁共振成像相关性最好。

### 2.2. 超声检查部位的选择

胃窦部、胃底部及胃体部是超声评估胃的常用部位, 但最适合超声检查的区域是胃窦部, 因为相较于胃底和胃体部, 胃窦部更容易获得影像并且可以持续显像。在上腹部矢状面或旁矢状面的腹部影像中, 胃窦是位于肝左叶前方、胰腺后方的圆形或卵圆形结构[14] [26]。胃体部成像被用于评估围产期胃内是否存在液体或固体食物及胃内容物的定量评估。然而, 由于妊娠子宫及胃体内空气的存在经常使胃后壁变得模糊从而很难对胃体的整个截面进行成像, 使其在孕妇中的成像成功率很低(约 60%), 因此很少使用[27] [28]。

## 3. 胃内容物的超声评估

### 3.1. 胃内容物的定性评估

由于胃窦部在不同充盈状态下的超声图像表现不同且在怀孕期间没有改变, 所以可以对胃内容物的

性质(无、清亮液体、粘稠液体或固体颗粒物质)进行判断[14] [16] [26]。如果胃窦前壁和后壁并列贴合, 呈扁平状, 形状似“靶心”视为空腹(图 1); 含有清亮液体时表现为胃窦扩张, 胃壁变薄, 形似圆形或卵圆形, 内部呈低回声或无回声(图 2); 若胃中含有粘稠的液体或食物时则表现为均匀一致的高回声, 如果在进食后不久进行扫描, 会因胃内空气与食物混合而造成“磨砂玻璃样”外观(图 3)。



**Figure 1.** Ultrasound image of fasting gastric antrum  
**图 1.** 空腹胃窦不超声图像



**Figure 2.** Ultrasonic image of gastric antrum containing clear liquid  
**图 2.** 含有清亮液体的胃窦不超声图像



**Figure 3.** Ultrasonic image of gastric antrum containing solid food  
**图 3.** 含有固体食物的胃窦不超声图像

### 3.2. 胃内容物的定量评估

评估胃容量成为了近几年的研究热点, 有研究表明, 在研究体积范围内, 胃窦横截面积(cross-sectional area, CSA)随着胃液量(gastric volume, GV)的增加而成比例的增大, 两者之间存在线性相关, 半卧位时的相关系数为 0.59~0.81, 右侧卧位时的相关系数为 0.64~0.86 [19] [22] [23]。胃窦横截面积可采用垂直双径法测量, 其估计公式为  $CSA = (AP \times CC \times \pi) / 4$  (AP 为前后直径; CC 为头尾大直径) [29]。为了使 CSA 的测量值保持准确性可以遵循以下测量原则性: 1) 要在蠕动收缩期间, 胃窦静止期进行测量; 2) 使用三次测量值的平均值[13] [18]-[23] [25] [30] [31]; 3) CSA 的测量要从一侧浆膜层到另一侧浆膜层, 包括整个胃壁的厚度[32]。另外, 有研究也采用超声的自由追踪描记技术, 该方法为操作者用椭圆标记胃窦区域, 由系统自动得出标记区域的 CSA 并计算 CSA 面积[20]。但目前大多数研究常用的方法是垂直双径法测量 [13] [18]-[23] [25] [29] [30] [31] [32]。

根据文献报导数学预测模型可以根据胃窦 CSA 预测胃液量(GV), 其中有研究采用了 Perlas 等人在成年非妊娠人群中验证的预测模型来估计妊娠孕妇的总胃液量, 该模型是经胃镜检查验证胃容量评估的金标准, 相关系数为  $R^2 = 0.73$  [13] [18] [20], 模型公式如下: [15]胃内容量(GV) =  $27.0 + 14.6 \times \text{右侧卧位 CSA} - 1.28 \times \text{年龄}$ 。Arzola 等人[19]对 60 名足月妊娠的孕妇进行了该模型的验证, 使用该数学模型发现得出的数据在统计上次优拟合, 针对妊娠晚期孕妇, 此研究还提出了一个新的数学预测模型:  $GV (\text{mL}) = -327.1 + 215.2 \times \log \text{right-lateral CSA} (\text{cm}^2)$ , 该模型的相关系数为 0.44, Bland-Altman 分析数学模型的预测体积与实际测量体积之间的一致性发现平均差异为 3.8 ml。此外根据 Bland-Altman 分析发现 Arzola 预测模型和 Perlas 等人在非妊娠成人中验证的模型中获得的预测量之间具有一致性, 预测体积的平均差异(偏差)仅为 25 ml。

Roukhomovsky [22]等人对 34 名妊娠晚期的孕妇进行了胃部的 MRI 和超声检查, 通过逐步线性多元回归分析发现在半卧位或右侧卧位测量的胃窦横截面积与 MRI 测量的 GV 之间的关系保持不变, 因此提出了新的数学预测模型  $GV (\text{ml}) = 0.24 \times \text{CSA} (\text{右侧半卧位}) - 54.9$ ,  $R^2 = 0.73$ , 后来又进一步得到了改进的数学模型:  $GCV (\text{ml}) = 0.18 \times \text{CSA} (\text{右侧半卧位}) + 0.11 \times \text{CSA} (\text{仰卧半卧位}) - 62.4$ ,  $R^2 = 0.76$ 。当比较 Arzola 和 Roukhomovsky 的模型时,  $300 \text{ mm}^2$  至  $1500 \text{ mm}^2$  范围内的胃窦横截面积(通常在半平卧右侧位置测量的值)有很强的相关性( $r = 0.98$ ; 95% CI 0.95 to 0.99;  $P < 0.0001$ ), 这两个模型之间的高度相关性表明, Arzola 等人以及 Perlas 等人以前用于评估胃窦横截面积和胃液量之间关系的方法是合适的。但是与 Roukhomovsky 相比, Arzola 的预测模型中低估了实际的胃液量(23 ml), 因为没有考虑到许多纳入研究的孕妇胃中已经存在的液体量[27]。

胃窦 CSA 与胃容积密切相关, 所有的研究都是接近足月妊娠的孕妇, 因为此时胃的解剖移位最大, 且目前有四种数学模型用来评估妊娠期的胃容积(表 1)。在非妊娠成年人中验证的模型在妊娠早期和产后可能更准确, 但这还有待研究[22] [27]。

**Table 1.** Formula for calculating the intragastric volume under ultrasound

**表 1.** 超声下胃内容物的计算公式

作者及相关文献	胃内容物计算模型	测量体位
Alakkad 等[29]	胃 CSA = 前后轴径 × 头尾向径 × $\pi/4$	无特殊要求
Perlas 等[15]	胃内容量 = $27.0 + 14.6 \times \text{CSA} - 1.28 \times \text{年龄}$	右侧卧位
Arzola 等[19]	胃内容量 = $-327.1 + 215.2 \times \log \text{CSA}$	右侧半卧位
Roukhomovsky 等[22]	胃内容量 = $0.24 \times \text{CSA} (\text{右侧半卧位}) - 54.9$	右侧半卧位
Roukhomovsky 等[22]	胃内容量 = $0.18 \times \text{CSA} (\text{右侧半卧位}) + 0.11 \times \text{CSA} (\text{仰卧半卧位}) - 62.4$	仰卧半卧位和右侧半卧位

### 3.3. 超声下胃内容物的半定量三级评估法

Perlas 分级系统是一种简单的筛查工具, 已用于非妊娠成人, 无需定量测量即可区分胃容量的高低 [12]。三级评分系统即在仰卧位和右侧卧位时应用床旁超声扫描胃窦部, 然后根据扫描结果将胃窦进行分级, 据此胃窦可被分为三级(0 级、1 级、2 级): 0 级胃窦是指在两个位置时胃窦都是空的; 1 级胃窦是指仰卧时胃窦是空的, 但右侧卧位时可以看到胃窦有清澈的液体; 2 级胃窦是指病人在两种体位时胃窦都有明显的透明液体 [25]。对此分级系统在非妊娠成人中进行验证得出以下结果: 1) 1 级表明可能存在“安全范围”内的少量胃液, 在 75% 的受试者中胃液量  $< 100$  ml; 2) 2 级则表示胃液量超过了安全极限值, 在 75% 的受试者中胃液量  $> 100$  ml [15]。此外, 在一项妊娠晚期的非分娩孕妇研究中得到了类似的结果: 1) 0 级表示所有孕妇胃液量小于  $1.5$  ml/kg; 2) 1 级表示 67% 的孕妇胃液量  $< 1.5$  ml/kg; 3) 2 级则表示 75% 孕妇胃液量  $> 1.5$  ml/kg, 即相当于 2 级胃窦具有 67% 的灵敏度, 87% 的特异性, 表明胃液量超过了安全极限值 [22]。将 Perlas 分级和定量测量结合会使测量结果得到改善(灵敏度 89%, 特异性 87%)。一项对孕妇剖宫产前后的胃窦部进行定性和定量超声评估的前瞻性研究表明 Perlas 分级之间的一致性很高, (加权 kappa 系数为 0.81, 95% 置信区间为 0.66~0.96), 但这种测量方法还需进一步评估验证 [21]。

半定量三级评分系统是一种简单的评估方法, 在妊娠和非妊娠成人中结果相似。分级越高表明胃容量越大, 0 级可用于快速诊断低风险及低容量状态, 较高的分级缺乏单独用于识别高吸入风险的敏感性, 因此通常建议与胃窦 CSA 测量相结合。

## 4. 床旁超声在孕妇反流误吸风险评估中的临床应用

与围术期反流误吸风险增加相关的胃容量临界值目前有两种观点 [9]。Bouvet [33] 等人根据对引起恒河猴反流误吸的研究所得数据的分析, 认为引起返流的胃容量临界值可能为  $0.8$  ml/kg。0.8 ml/kg 的胃容量与非妊娠成人在仰卧位测得的胃窦 CSA 呈显著的正相关, 所以把胃窦 CSA  $340$  mm<sup>2</sup> (敏感性为 91%, 特异性为 71%。ROC 曲线下面积为 90%) 作为诊断  $> 0.8$  ml/kg 胃液量的临界值 [18] [30] [32]。与非妊娠的普通人相比, 在半卧位时孕妇比非妊娠成人的 CSA 明显增加, 这表明从非妊娠成人中获得的胃窦 CSA 的临界值是无效的。而在 Bataille 等人 [30] 的研究中认为,  $320$  mm<sup>2</sup> CSA 作为评估风险胃的临界值是可行的。近期一项研究提出以下测量结果: 半卧位  $505$  mm<sup>2</sup> 和定性评估相结合对诊断妊娠晚期胃内液体体积  $> 1.5$  ml/kg 和  $> 0.8$  ml/kg 的结果较为可信, 这种方法简单又实用且不依赖于使产妇保持右侧卧位 [18]。

而 Perlas [14] [18] [19] 等人近期的研究发现高达  $100\sim 130$  ml (约  $1.5$  ml/kg) 的胃液量在健康禁食受试者中是较常见的, 并且不会造成误吸风险增加, 因此他们认为  $1.5$  ml/kg 的体积阈值具有更好的临床相关性。Arzola 等人的一项对足月妊娠的孕妇的研究中发现, 对应于  $> 1.5$  ml/kg 的胃液量的右侧卧位胃窦 CSA 临界值为  $960$  mm<sup>2</sup> (灵敏度为 80%, 特异性为 66.7%, ROC 曲线下面积为 0.82) [19]。与以上研究结果不同的是, 另一研究认为右侧卧位 CSA 为  $719$  mm<sup>2</sup> 和仰卧位 CSA 为  $608$  mm<sup>2</sup> 时, 表示胃液量  $> 1.5$  ml/kg [23], 并认为 Arzola 等人仅根据在非妊娠成年人中构建的数学公式计算每位患者的胃液量与测量的 CSA 相对应, 而在他们的研究中建立了受试孕妇胃液量与 CSA 值之间的相关性模型, 从而计算 CSA 的临界值来诊断胃液量  $> 0.4$  ml/kg,  $> 0.8$  ml/kg 和  $> 1.5$  ml/kg。

无法用单一的胃窦 CSA 临界值来确定“饱胃”, 但建议出现以下情况则认为发生反流误吸的风险增加: 1) 出现粘稠的液体或固体食物; 2) 半仰卧位胃窦内可见清液且胃窦 CSA  $> 505$  mm<sup>2</sup>; 3) 右侧半卧位 CSA  $> 960$  mm<sup>2</sup>。如果出现以上情况应延迟手术, 或考虑插入鼻胃管, 如果需要紧急麻醉, 则应格外警惕。

## 5. 妊娠对胃排空的影响

Chiloiro [34] 等人对 11 名孕妇在妊娠早期和妊娠晚期以及产后 6 个月进行二糖溶液胃排空的检查发

现,在任何时期胃排空都没有发现显著差异。10名足月妊娠妇女在食用标准餐后与对照组进行比较发现,胃排空出现延迟并且在餐后4小时仍可见,但是胃排空率没有被量化[35]。但在一项对18名经硬膜外分娩镇痛的足月分娩妇女的研究中[31],比较了摄入325 ml蛋白质饮料和水后的胃排空,发现两组之间没有显著差异。一项对9名体重指数正常的孕妇和10名体重指数高的孕妇对水(50 ml和300 ml)的胃排空的比较研究发现[36][37],两组孕妇的胃排空没有差异,说明胃排空率与BMI无关。在这些研究中,胃排空率被量化,所有参与组的平均半排空时间在20~40 min之间[31][36][37]。

Kubli等人[32]发现分娩期间自由摄入水和富含等渗碳水化合物化合物的运动饮料后,各组间胃排空没有差异。Desgranges等人[24]允许分娩时摄入液体,但在分娩后出现了空腹。Bataille等人[30]在硬膜外分娩镇痛的孕妇中重复测量胃窦CSA,观察到胃窦CSA随着时间的推移显著降低,这说明分娩过程中胃仍然持续排空。然而,当涉及到食物时,胃排空情况就不同了,Carp等人[17]对产妇的研究中发现,进食后24小时内将近一半的产妇在分娩时可观察到食物颗粒,Jayaram等人[28]的研究使用床旁超声比较了产后女性与非妊娠女性的胃内容物和胃排空情况,研究发现产后组20名产妇中有19名在餐后4小时胃内仍有食物颗粒,而非妊娠组21名妇女中只有4名在餐后4小时胃内具有固体食物,两种差异均具有统计学意义,由此证明胃排空延迟也存在于产后即刻。以上证据表明,在临近分娩时摄入液体比进食更安全,即使液体中含有碳水化合物或富含蛋白质,因此,更宽松的禁食政策不仅可以提高患者的舒适度,减轻饥饿的影响,同时还保持随后需要手术的产妇的安全胃容量。

所有研究胃排空的样本量都很小,可能不足以检测出显著差异。根据目前的研究,胃排空在怀孕的大部分时间里不受影响(与非妊娠成人相当),但是在妊娠晚期和分娩时胃排空的差异是显而易见的,甚至会持续到产后,但是都没有进行严格的对照试验来量化这种影响。而ASA提倡的禁食时间[38]并不能保证胃排空,但在分娩期间胃仍然持续排空,所以,进一步阐明足月妊娠和分娩对胃排空的影响将是有益的,而超声可能成为确定各种因素对胃排空影响的有用工具。

综上所述胃床旁超声对围产期妇女胃内容物评估是可行的,具有高度敏感性和特异性,对于降低产科麻醉中返流误吸风险评估意义重大。胃窦CSA可以预测胃液量(GV),但是它们的有用性目前仅限于研究,如何最好地将其转化为临床实践仍需进一步探讨。胃床旁超声还提供了摄入食物的胃排空因足月妊娠、分娩和产后早期而延迟及液体胃排空似乎不受影响的证据。因此,以后是否可以在胃超声的指导下实施科学的术前禁饮禁食方案,从而为产科患者的快速康复做出有力贡献等问题有待进行更多的临床研究来回答。

## 参考文献

- [1] Lienhart, A., Auroy, Y., Pequignot, F., Benhamou, D., Warszawski, J., Bovet, M., *et al.* (2006) Survey of Anesthesia-Related Mortality in France. *Anesthesiology*, **105**, 1087-1097. <https://doi.org/10.1097/0000542-200612000-00008>
- [2] Mendelson, C.L. (1946) The Aspiration of Stomach Contents into the Lungs during Obstetric Anesthesia. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, **52**, 191-205. [https://doi.org/10.1016/S0002-9378\(16\)39829-5](https://doi.org/10.1016/S0002-9378(16)39829-5)
- [3] Knight, M., Nair, M., Tuffnell, D., *et al.*, on Behalf of MBRRACE-UK (2017) Saving Lives Improving Mothers' Care—Lessons Learned to Inform Maternity Care from the UK and Ireland Confidential Enquiries into Maternal Deaths and Morbidity 2013-2015. National Perinatal Epidemiology Unit, University of Oxford, Oxford.
- [4] Gabbe, S.G., Niebyl, J.R., Galan, H.L., Jauniaux, E.R.M., Landon, M.B., Leigh Simpson, J., *et al.* (2012) *Obstetrics: Normal and Problem Pregnancies*. 6th Edition, Saunders Elsevier, Philadelphia.
- [5] Gerson, L. (2012) Treatment of Gastroesophageal Reflux Disease during Pregnancy. *Gastroenterology & Hepatology*, **8**, 763-764.
- [6] Malfertheiner, S.F., Malfertheiner, M.V., Kropf, S., Costa, S. and Malfertheiner, P. (2012) A Prospective Longitudinal Cohort Study: Evolution of GERD Symptoms during the Course of Pregnancy. *BMC Gastroenterology*, **131**, Article No. 131. <https://doi.org/10.1186/1471-230X-12-131>

- [7] Zielinski, R., Searing, K. and Deibel, M. (2015) Gastrointestinal Distress in Pregnancy Prevalence, Assessment, and Treatment of 5 Common Minor Discomforts. *Journal of Perinatal Neonatal Nursing*, **29**, 23-31. <https://doi.org/10.1097/jpn.0000000000000078>
- [8] Chestnut, D.H., Wong, C.A., Tsen, L.C., Ngan Kee, W.D., Beilin, Y., Mhyre, J., *et al.* (2014) Chestnut's Obstetric Anesthesia: Principles and Practice E-Book. Elsevier, Amsterdam, 665-683.
- [9] Van de Putte, P. and Perlas, A. (2018) The Link between Gastric Volume and Aspiration Risk. In Search of the Holy Grail? *Anaesthesia*, **73**, 274-279. <https://doi.org/10.1111/anae.14164>
- [10] Kruisselbrink, R., Gharapetian, A., Chaparro, L.E., Ami, N., Richler, D., Chan, V.W.S., *et al.* (2018) Diagnostic Accuracy of Point-of-Care Gastric Ultrasound. *Anesthesia Analgesia*, **1**, 89-95. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000372>
- [11] Castaer, H.V., Jordà, M., Blanch, X.S. and Valero, R. (2020) Preoperative Bedside Ultrasound Assessment of Gastric Volume and Evaluation of Predisposing Factors for Delayed Gastric Emptying: A Case-Control Observational Study. *Journal of Clinical Monitoring Computing*, **35**, 483-489. <https://doi.org/10.1007/s10877-020-00489-9>
- [12] Perlas, A., Davis, L., Khan, M., Mitsakakis, N. and Chan, V.W. (2011) Gastric Sonography in the Fasted Surgical Patient: A Prospective Descriptive Study. *Anesthesia & Analgesia*, **113**, 93-97. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e31821b98c0>
- [13] Van de Putte, P.V. and Perlas, A. (2019) Term Pregnant Patients Have Similar Gastric Volumes to Non-Pregnant Females: A Single-Centre Cohort Study. *British Journal of Anaesthesia*, **122**, 79-85. <https://doi.org/10.1016/j.bja.2018.07.025>
- [14] Perlas, A., Van de Putte, P., Van Houwe, P. and Chan, V.W.S. (2016) I-AIM Framework for Point-of-Care Gastric Ultrasound. *British Journal of Anaesthesia*, **116**, 7-11. <https://doi.org/10.1093/bja/aev113>
- [15] Perlas, A., Mitsakakis, N., Liu, L., Cino, M., Haldipur, N., Davis, L., *et al.* (2013) Validation of a Mathematical Model for Ultrasound Assessment of Gastric Volume by Gastroscopic Examination. *Anesthesia & Analgesia*, **116**, 357-363. <https://doi.org/10.1213/ANE.0b013e318274fc19>
- [16] Arzola, C., Cubillos, J., Perlas, A., Downey, K. and Carvalho, J.C. (2014) Interrater Reliability of Qualitative Ultrasound Assessment of Gastric Content in the Third Trimester of Pregnancy. *British Journal of Anaesthesia*, **113**, 1018-1023. <https://doi.org/10.1093/bja/aeu257>
- [17] Carp, H., Jayaram, A. and Stoll, M. (1992) Ultrasound Examination of the Stomach Contents of Parturients. *Anesthesia & Analgesia*, **74**, 683-687. <https://doi.org/10.1213/00000539-199205000-00011>
- [18] Arzola, C., Perlas, A., Siddiqui, N.T. and Carvalho, J.C.A. (2015) Bedside Gastric Ultrasonography in Term Pregnant Women before Elective Cesarean Delivery: A Prospective Cohort Study. *Anesthesia & Analgesia*, **121**, 752-758. <https://doi.org/10.1213/ANE.0000000000000818>
- [19] Arzola, C., Perlas, A., Siddiqui, N.T., Downey, K., Ye, X.Y. and Carvalho, J.C.A. (2018) Gastric Ultrasound in the Third Trimester of Pregnancy: A Randomised Controlled Trial to Develop a Predictive Model of Volume Assessment. *Anaesthesia*, **73**, 295-303. <https://doi.org/10.1111/anae.14131>
- [20] Hakak, S., McCaul, C.L. and Crowley, L. (2018) Ultrasonographic Evaluation of Gastric Contents in Term Pregnant Women Fasted for Six Hours. *International Journal of Obstetric Anesthesia*, **34**, 15-20. <https://doi.org/10.1016/j.ijoa.2018.01.004>
- [21] Rouget, C., Chassard, D., Bonnard, C., Pop, M., Desgranges, F.P. and Bouvet, L. (2016) 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. *Anaesthesia*, **71**, 1284-1290. <https://doi.org/10.1111/anae.13605>
- [22] Roukhomovsky, M., Zieleskiewicz, L., Diaz, A., Guibaud, L., Chaumoitre, K., Desgranges, F.P., *et al.* (2018) Ultrasound Examination of the Antrum to Predict Gastric Content Volume in the Third Trimester of Pregnancy as Assessed by MRI: A Prospective Cohort Study. *European Journal of Anaesthesiology*, **35**, 379-389. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000749>
- [23] Zieleskiewicz, L., Boghossian, M.C., Delmas, A.C., Jay, L., Bourgoin, A., Carcopino, X., *et al.* (2016) Ultrasonographic Measurement of Antral Area for Estimating Gastric Fluid Volume in Parturients. *British Journal of Anaesthesia*, **117**, 198-205. <https://doi.org/10.1093/bja/aew171>
- [24] Desgranges, F.P., Simonin, M., Barnoud, S., Zieleskiewicz, L., Cercueil, E., Erbacher, J., *et al.* (2019) Prevalence and Prediction of Higher Estimated Gastric Content in Parturients at Full Cervical Dilatation: A Prospective Cohort Study. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*, **63**, 27-33. <https://doi.org/10.1111/aas.13220>
- [25] Jay, L., Zieleskiewicz, L., Desgranges, F.P., Cogniat, B., Pop, M., Boucher, P., *et al.* (2017) 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. *European Journal of Anaesthesiology*, **34**, 150-157. <https://doi.org/10.1097/EJA.0000000000000488>

- [26] Van de Putte, P. and Perlas, A. (2014) Ultrasound Assessment of Gastric Content and Volume. *British Journal of Anaesthesia*, **113**, 12-22. <https://doi.org/10.1093/bja/aeu151>
- [27] Bouvet, L., Desgranges, F.P., Chassard, D. and Zieleskiewicz, L. (2018) Using a Composite Ultrasound Scale to Assess Gastric Contents. *Anaesthesia*, **73**, 909-910. <https://doi.org/10.1111/anae.14336>
- [28] Jayaram, A., Bowen, M.P., Deshpande, S. and Carp, H.M. (1997) Ultrasound Examination of the Stomach Contents of Women in the Postpartum Period. *Anesthesia & Analgesia*, **84**, 522-526. <https://doi.org/10.1213/00000539-199703000-00010>
- [29] Alakkad, H., Kruisselbrink, R., Chin, K.J., *et al.* (2015) Point-of-Care Ultrasound Defines Gastric Content and Changes the Anesthetic Management of Elective Surgical Patients Who Have Not Followed Fasting Instructions: A Prospective Case Series. *Canadian Journal of Anesthesia/Canadian Journal of Anesthésie*, **62**, 1188-1195. <https://doi.org/10.1007/s12630-015-0449-1>
- [30] Bataille, A., Rousset, J., Marret, E. and Bonnet, F. (2014) Ultrasonographic Evaluation of Gastric Content during Labour under Epidural Analgesia: A Prospective Cohort Study. *British Journal of Anaesthesia*, **112**, 703-707. <https://doi.org/10.1093/bja/aet435>
- [31] Vallejo, M.C., Cobb, B.T., Steen, T.L., Singh, S. and Phelps, A.L. (2013) Maternal Outcomes in Women Supplemented with a High-Protein Drink in Labour. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology*, **53**, 369-674. <https://doi.org/10.1111/ajo.12079>
- [32] Kubli, M., Scrutton, M.J., Seed, P.T. and O'Sullivan, G. (2002) An Evaluation of Isotonic "Sport Drinks" during Labor. *Anesthesia & Analgesia*, **94**, 404-408. <https://doi.org/10.1213/00000539-200202000-00033>
- [33] Bouvet, L., Mazoit, J.X., Chassard, D., Allaouchiche, B., Boselli, E. and Benhamou, D. (2011) Clinical Assessment of the Ultrasonographic Measurement of Antral Area for Estimating Preoperative Gastric Content and Volume. *Anesthesiology*, **114**, 1086-1092. <https://doi.org/10.1097/ALN.0b013e31820dee48>
- [34] Chiloiro, M., Darconza, G., Piccioli, E., De Carne, M., Clemente, C. and Riezzo, G. (2001) Gastric Emptying and Orocecal Transit Time in Pregnancy. *Journal of Gastroenterology*, **36**, 538-543. <https://doi.org/10.1007/s005350170056>
- [35] Barboni, E., Mancinelli, P., Bitossi, U., DE Gaudio, A.R., Micaglio, M., Sorbi, F., *et al.* (2016) Ultrasound Evaluation of the Stomach and Gastric Emptying in Pregnant Women at Term: A Case-Control Study. *Minerva Anestesiologica*, **82**, 543-549.
- [36] Wong, C.A., Loffredi, M., Ganchiff, J.N., Zhao, J., Wang, Z. and Avram, M.J. (2002) Gastric Emptying of Water in Term Pregnancy. *Anesthesiology*, **96**, 1395-1400. <https://doi.org/10.1097/00000542-200206000-00019>
- [37] Wong, C.A., McCarthy, R.J., Fitzgerald, P.C., Raikoff, K. and Avram, M.J. (2007) Gastric Emptying of Water in Obese Pregnant Women at Term. *Anesthesia & Analgesia*, **105**, 751-755. <https://doi.org/10.1213/01.ane.0000278136.98611.d6>
- [38] Smith, I., Kranke, P., Murat, I., Smith, A., O'Sullivan, G., Søreide, E., *et al.* (2011) Perioperative Fasting in Adults and Children: Guidelines from the European Society of Anaesthesiology. *European Journal of Anaesthesiology*, **28**, 556-569. <https://doi.org/10.1097/EJA.0b013e3283495ba1>