

# Evaluating fatal gastric development with three-dimensional ultrasound virtual organ computer-aided analysis technique

LIAO Shan-shan, CAI Ai-lu\*, LI Ting, LI Jing-yu, WANG Bing

(Department of Ultrasound, Shengjing Hospital of China Medical University, Shenyang 110004, China)

**[Abstract]** **Objective** To evaluate the development of gastric babbles with 3D ultrasound virtual organ computer-aided analysis (VOCAL) technique, and to establish reference ranges for the maximum and minimum gastric volume for normal live fetuses. **Methods** A total of 345 normal fetuses at 16—38 gestation weeks were recruited. Three-dimensional transabdominal VOCAL technique was used to approximately measure the maximum and minimum gastric volume of the fetus, and to analyze their relationship with gestational age. **Results** The maximum and minimum gastric volume were obtained in 345 fetuses. The maximum and minimum gastric volume of normal fetuses were curvilinearly associated with gestational age ( $R_{max}^2=0.98, 0.96$ , all  $P<0.001$ ). **Conclusion** Measurement of fetus gastric volume with VOCAL is helpful to the evaluation on gastric development.

**[Key words]** Gastric volume; Fetus; Ultrasonography, prenatal

## 三维超声容积自动测量技术评价胎儿胃泡发育

廖姗姗, 蔡爱露\*, 李 婷, 李婧宇, 王 冰

(中国医科大学附属盛京医院超声科, 辽宁 沈阳 110004)

**[摘要]** **目的** 应用三维超声体积自动测量(VOCAL)技术检测胎儿胃泡的发育,建立不同孕周胎儿最大、最小胃泡容积正常范围参考值,并评价其与孕周的关系。**方法** 对筛选出的 16~38 周正常胎儿共 345 胎,应用经腹三维超声 VOCAL 技术估测胎儿最大、最小胃泡容积,并分析其与孕周的关系。**结果** 应用 VOCAL 技术可近似测量胎儿最大、最小胃泡容积。正常胎儿最大、最小胃泡容积与孕周呈曲线相关( $R_{max}^2=0.98, 0.96$ ,  $P$  均  $<0.001$ )。**结论** 三维超声 VOCAL 技术测量胎儿胃容积有助于评价胎儿胃泡的发育。

**[关键词]** 胃容积; 胎儿; 超声检查, 产前

**[中图分类号]** R714.51; R445.1 **[文献标识码]** A **[文章编号]** 1003-3289(2012)02-0336-04

产前超声准确评价胎儿胃泡发育对于发现或确定胎儿消化道先天发育异常十分重要,这些异常通常表现为胃泡增大、减小甚至消失<sup>[1-3]</sup>,因此,准确评价胎儿时期的胃泡发育越来越受到重视。目前国外已有学者对不同孕周胃泡的长径、横径、前后径、周长进行测量,并发现其与孕周之间存在一定相关性。由于胎儿胃泡

是一个形态不规则且易变化的三维立体结构,应用单纯二维参数难以全面对其生长发育进行准确评估。本研究应用三维超声容积自动测量(virtual organ computer-aided analysis, VOCAL)技术测量正常胎儿最大、最小胃容积,并建立不同孕周最大、最小胃容积的正常值范围及其与孕周的关系,为评价胎儿胃泡的生长发育提供更加真实准确的参考指标,以期为产前筛查胎儿消化道先天发育异常提供实用性较强的信息。

### 1 资料与方法

**1.1 研究对象** 对 2009 年 10 月—2011 年 1 月来我科就诊的孕 16~38 周孕妇进行产前超声检查,对每个孕周筛选出 15 名,共计 345 名孕妇。纳入标准:①孕

**[基金项目]** 国家科技支撑计划(2006BAI05A04)。

**[作者简介]** 廖姗姗(1986—),女,辽宁鞍山人,在读硕士。研究方向:妇产科超声。E-mail: liaoshanshan633@126.com

**[通讯作者]** 蔡爱露,中国医科大学附属盛京医院超声科,110004。

E-mail: caial1224@sina.com

**[收稿日期]** 2011-07-12 **[修回日期]** 2011-07-25

妇年龄 22~34 岁,平均(26.3±3.2)岁,无妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、母体血管性疾病等可能影响羊水量的疾病;②单胎,末次月经明确,月经规则;③胎儿二维图像质量良好;④胎儿无结构异常,并经超声证实胎儿生长指标双顶径、股骨长、与停经孕周相符,羊水指数正常。

1.2 仪器与方法 采用 GE Voluson E8 超声诊断仪,经腹三维容积探头,频率 4~8 MHz。孕妇仰卧位。取胎儿胃泡横向或斜向切面,保持探头静止,嘱孕妇屏气,启动三维容积扫描获取三维容积数据。按以上方法对每名孕妇每 15 min 采集一次数据,在 60 min 内共进行 5 次数据采集。将采集数据存入仪器以备后处理。调出已存储的三维数据,启动 VOCAL 软件,选择 A 平面作为参考平面,将 A 平面图的中央指示点定位于胃泡中央,旋转角度间隔为 30°,手动描记胃泡外轮廓,共描记 6 个平面,自动旋转,直至完成 180°旋转。旋转结束后程序自动计算出胃泡容积,并提供其三维重建图像。于每幅图像中测量胃泡 3 次,取其平均值为最终测值。观察在不同时间点获得的每名孕妇的胃泡容积数据,最小者拟定为最小胃容积,最

表 1 各孕周胎儿最大、最小胃泡容积均值、标准差及 95%可信区间

孕周	最大值		最小值	
	$\bar{x} \pm s$	95%CI	$\bar{x} \pm s$	95%CI
16	0.96±0.31	(0.79,1.13)	0.50±0.08	(0.45,0.54)
17	1.80±0.53	(1.51,2.09)	0.59±0.07	(0.55,0.62)
18	2.69±0.30	(2.53,2.85)	0.61±0.05	(0.58,0.63)
19	2.91±0.44	(2.67,3.16)	0.61±0.05	(0.58,0.64)
20	3.18±0.44	(2.94,3.43)	0.60±0.05	(0.57,0.63)
21	3.57±0.49	(3.30,3.84)	0.64±0.05	(0.62,0.66)
22	3.68±0.31	(3.51,3.85)	0.67±0.07	(0.63,0.70)
23	4.14±0.38	(3.93,4.35)	0.81±0.19	(0.70,0.91)
24	4.80±0.57	(4.48,5.12)	0.91±0.18	(0.81,1.01)
25	5.49±0.36	(5.29,5.69)	0.92±0.13	(0.84,0.99)
26	6.39±0.56	(6.09,6.70)	1.00±0.11	(0.94,1.06)
27	7.19±0.28	(7.03,7.34)	1.09±0.11	(1.03,1.15)
28	8.06±0.46	(7.81,8.32)	1.18±0.14	(1.10,1.26)
29	8.35±0.49	(8.08,8.62)	1.26±0.12	(1.19,1.32)
30	9.33±0.50	(9.05,9.60)	1.34±0.08	(1.30,1.39)
31	10.22±0.55	(9.91,10.52)	1.42±0.08	(1.37,1.47)
32	10.93±0.75	(10.52,11.35)	1.49±0.09	(1.44,1.54)
33	11.55±0.76	(11.13,11.97)	1.61±0.08	(1.56,1.65)
34	12.00±0.77	(11.57,12.43)	1.72±0.05	(1.67,1.74)
35	12.43±0.68	(12.05,12.81)	1.83±0.08	(1.78,1.87)
36	12.89±0.85	(12.42,13.36)	2.00±0.08	(1.94,2.02)
37	13.46±0.44	(13.22,13.70)	2.01±0.09	(1.96,2.06)
38	13.47±0.61	(13.13,13.80)	2.01±0.06	(1.98,2.04)

大者拟定为最大胃容积。

1.3 统计学分析 采用 SPSS 17.0 软件进行统计学分析,所有计量资料均采用  $\bar{x} \pm s$  表示。采用线性相关分析评估孕周与胎儿最大胃泡容积、最小胃泡容积的相关性,以孕周为自变量,胎儿最大胃泡容积、最小胃泡容积作为因变量进行曲线拟合,并得出曲线方程。

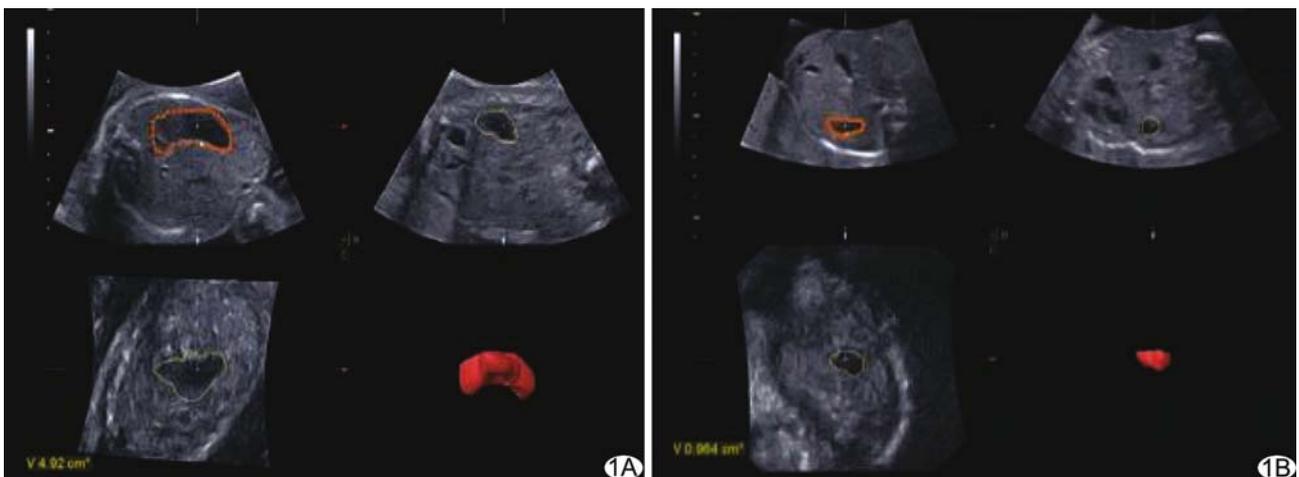


图 1 测量 24 周胎儿的胃泡容积 A. 60 min 内测得的最大胃泡容积为 4.92 cm<sup>3</sup>; B. 60 min 内测得的最小胃泡容积为 0.96 cm<sup>3</sup>

检验水准  $\alpha=0.05$ 。

### 2 结果

对 345 名孕妇均通过 VOCAL 软件成功测量胎儿最大、最小胃容积(图 1)。

16~38 周各孕周胎儿最大胃泡容积、最小胃泡容积 VOCAL 测量值的均值、标准差及 95% 可信区间见表 1。

绘制出胎儿最大胃泡容积与孕周关系的散点图(图 2),相关分析显示胎儿最大胃泡容积与孕周呈曲线相关,  $R_{\max}^2=0.98(P<0.001)$ 。以孕周为自变量 X、最大胃泡容积为因变量 Y 进行曲线拟合,得出曲线方程为  $\hat{Y}=1.57+0.02X+0.05X^2-0.001X^3$ 。

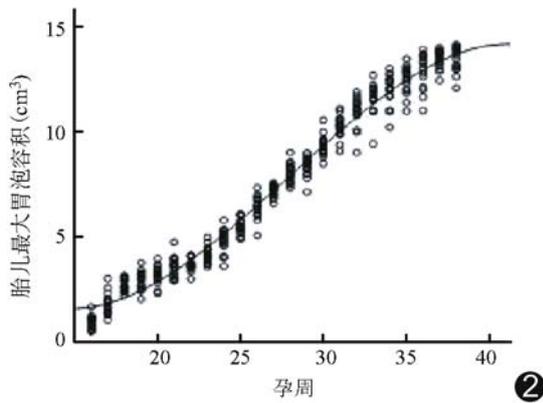


图 2 胎儿最大胃泡容积与孕周关系的散点图  $R_{\max}^2=0.98(P<0.001)$ ,曲线方程为  $\hat{Y}=1.57+0.02X+0.05X^2-0.001X^3$

绘制出胎儿最小胃泡容积与孕周关系的散点图(图 3),相关分析显示胎儿最小胃泡容积与孕周呈曲线相关,  $R_{\min}^2=0.96(P<0.001)$ 。以孕周为自变量 X、最小胃泡容积为因变量 Y 进行曲线拟合,得出曲线方程为  $\hat{Y}=0.55-0.01X+0.01X^2-0.00016X^3$ 。

### 3 讨论

胃于胚胎第 4 周开始发育,超声最早可在妊娠第 9 周探及胎儿胃泡,在 10 周之后可对胃泡进行测量,胎胃的特征性解剖结构胃大弯、胃小弯、胃底、胃体、幽门可在第 14 周被探及。从 14 周至足月产,胃泡的长径、横径、前后径都有不同程度增加<sup>[4-5]</sup>。为获得质量较好的图像便于测量,本组选择孕 16 周后测量胎儿胃容积。

国外有学者<sup>[6]</sup>利用经二维超声测得的胃泡各径线值来评价胃泡发育,如胃泡的长径、横径、前后径,并发现这些测值与孕周具有相关性。但胎儿胃泡是一个形态不规则且易变化的三维立体结构,准确评估胃泡的

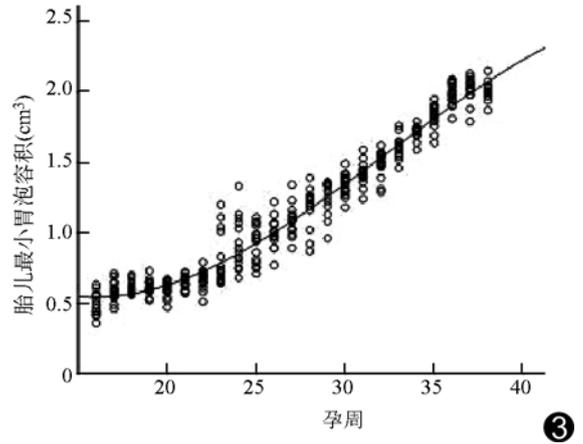


图 3 胎儿最小胃泡容积与孕周关系的散点图  $R_{\min}^2=0.96(P<0.001)$ ,曲线方程为  $\hat{Y}=0.55-0.01X+0.01X^2-0.00016X^3$

参数应包括胃泡质量、容积和表面积,而胃泡的质量和表面积难以测量,故胃容积这一参数在评估胎儿胃泡中显得尤为重要。利用胃容积可全面、准确地评价胃泡大小及其变化,但因胃泡形态不规则,利用二维超声测得的胃泡各径线值和椭球体体积计算公式来近似估计胃泡容积与实际大小存在较大偏差<sup>[7]</sup>。

采用三维超声容积分析技术可以较方便、准确地计算胃容积等指标,量化反映胎儿胃泡的形态学变化,三维超声是测量胃容积的最有效方法。最早采用的三维超声体积测量方法是三维平行面体积测量,虽然准确性和可重复性较高,但测量时需容积数据库内相隔一定距离(通常 1~2 mm)的层面上逐层手动勾画胃泡轮廓,过程繁琐,费时费力,降低了临床实用性<sup>[8-9]</sup>。三维超声 VOCAL 技术的出现使这一问题得以解决,其具有可重复性好、准确性高、操作简单特点,更适合于临床操作<sup>[10-13]</sup>。Hata 等<sup>[7]</sup>应用 VOCAL 初步测量了 12~38 周 35 胎胎儿的胃泡容积,发现最大胃泡容积、最小胃泡容积与孕周有相关性。VOCAL 技术通过选择不同的旋转角度,描记待测体一系列连续切面的轮廓,系统可自动计算出待测体的体积。Voluson E8 的 VOCAL 旋转角度有 6°、9°、15°、30°,随着旋转角度减小,测量的可重复性增高,但需要描记的平面随之增加,故应根据待测体的体积大小和在旋转过程中体积变化程度选择适当的旋转角度。本研究选择的旋转角度为 30°,一次测量过程中每幅胃泡只需描记 6 次,全过程仅 3~5 min。

三维重建图像的质量取决于二维图像是否清晰。为能获得完整的三维容积数据,本研究的对象均为可

清晰显示胎儿胃泡的孕妇。在实际应用中发现,只要获得清晰的二维图像并在采集中避免胎儿运动和孕妇呼吸的影响,均可成功测量胎儿胃泡容积。本研究共测量 16~38 周每个孕周 15 胎共计 345 胎的最大、最小胃泡容积,并对最大、最小胃泡容积与孕周进行相关性分析,结果显示最大、最小胃泡容积均与孕周呈曲线相关,从而建立了本地区最大、最小胃泡容积的正常值范围及其与孕周之间的曲线方程,根据该曲线方程,通过孕周来预测最大胃泡容积和最小胃泡容积,将预测值与实际测得值进行比较,可为诊断胎儿消化道异常提供一些实用性强的信息。胎儿胃排空始于中孕早期,一次胃排空循环约需 40~60 min<sup>[14]</sup>,所以本研究将观察时间设定为 60 min,每隔 15 min 进行一次数据采集,可以近似估测胎儿的最大、最小胃泡容积,使测量结果更加符合实际情况。

总之,三维超声 VOCAL 技术测量胎儿胃泡容积是评价胎儿胃泡发育的一种简便、快捷、有效的方法。

#### [参考文献]

- [1] Solt I, Rotmensch S, Bronshtein M. The esophageal 'pouch sign': A benign transient finding. *Prenat Diagn*, 2010,30(9):845-848.
- [2] Houben CH, Curry JJ. Current status of prenatal diagnosis, operative management and outcome of esophageal atresia/tracheo-esophageal fistula. *Prenat Diagn*, 2008,28(7):667-675.
- [3] Chudhry MS, Rahman N, Boyd P, et al. Duodenal atresia: Associated anomalies, prenatal diagnosis and outcome. *Pediatr Surg Int*, 2009,25(8):727-730.
- [4] Cetin E, Malas MA, Albay S, et al. The development of stomach during the fetal period. *Surg Radiol Anat*, 2006,28(5):438-446.
- [5] 李胜利. 胎儿畸形产前超声诊断学. 北京:人民军医出版社, 2008: 294-312.
- [6] Kepkep K, Tuncay YA, Göynümer G, et al. Nomogram of the fetal gastric size development in normal pregnancy. *J Perinat Med*, 2005,33(4):336-339.
- [7] Hata T, Tanaka H, Noguchi J, et al. Three-dimensional sonographic volume measurement of the fetal stomach. *Ultrasound Med Biolo*, 2010,36(11):1808-1812.
- [8] Barreto EQ, Milani HJ, Araujo Júnior E, et al. Reliability and validity of in vitro volume calculations by 3-dimensional ultrasonography using the multiplanar, virtual organ computer-aided analysis (VOCAL), and extended imaging VOCAL methods. *J Ultrasound Med*, 2010,29(5):767-774.
- [9] 陈骊珠, 王晓光, 蔡爱露, 等. 应用三维超声体积自动测量技术评价胎儿肺发育不良. *中国介入影像与治疗学*, 2010,7(4):413-416.
- [10] Rizzo G, Capponi A, Pietrolucci ME, et al. Sonographic automated volume count (SonoAVC) in volume measurement of fetal fluid-filled structures: Comparison with Virtual Organ Computer-aided AnaLysis (VOCAL). *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2008,31(2):177-186.
- [11] Ulker K, Ceçen K, Temur I, et al. Effects of the maternal position and rest on the fetal urine production rate: A prospective study conducted by 3-dimensional sonography using the rotational technique (virtual organ computer-aided analysis). *J Ultrasound Med*, 2011,30(4):481-486.
- [12] Cheng KB, Leung KY, Li TK, et al. Comparison of inter-and intraobserver agreement and reliability between three different types of placental volume measurement technique (XI vocal, vocal and multiplaner) and validity in the in-vitro setting. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2010,36(2):210-217.
- [13] 钱晓芹, 夏泽. 三维超声自动测量系统精确测量甲状腺体积. *中国医学影像技术*, 2009,25(5):894-896.
- [14] Sase M, Miwa I, Sumie M, et al. Gastric emptying cycles in the human fetus. *Am J Obstet Gynecol*, 2005,193(3):1000-1004.

## ContxtVision 医学图像增强解决方案

瑞典 ContxtVision 公司是医学图像增强、分析和处理技术领先的独立开发商,目前为超过 50 家的原始设备制造商提供产品和服务。27 年来,该公司一直致力于医学图像增强解决方案的研发,其专利 GOP® 算法以嵌入式软件应用于超声、磁共振、数字与介入放射、X 线及 CT 等医学影像产品中。图像增强解决方案以追求快速呈现精细结构的增强图像画质,同时,降低噪声和斑点,减少操作者的眼睛疲劳,提高诊断的准确性为最终目的。最新的超声图像增强解决方案,在不影响整体增强效果的前提下,可对图像某选定的局部组织和深度进行专门增强处理,为医生诊断体型特殊(超重)患者的成像提供了帮助。