

## 论著 · 临床研究

四维超声联合经腹部超声心动图在胎儿  
先天性心脏病筛查中的应用研究

王菊芳, 刘成玉

(济源市第二人民医院彩超室, 河南 济源 459000)

**[摘要]** 目的 探讨四维超声联合经腹部超声心动图在胎儿先天性心脏病产前筛查中的临床价值。方法 选取 2020 年 4 月至 2023 年 4 月该院行产前筛查的 2 013 例孕妇, 进行四维超声、经腹部超声心动图检查, 以出生后超声心动图检查结果或引产后尸检结果为“金标准”, 分析四维超声、经腹部超声心动图筛查胎儿先天性心脏病的效能。结果 2 013 例孕妇中, 56 例经“金标准”证实胎儿存在先天性心脏病, 而经腹部超声心动图检出 46 例, 四维超声共检出 48 例, 二者联合检出 55 例。四维超声、经腹部超声心动图筛查胎儿先天性心脏病的灵敏度、准确度、阴性预测值低于二者联合筛查时, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。四维超声联合经腹部超声心动图的筛查结果与“金标准”的检查结果具有极好一致性(kappa 值 = 0.972,  $P < 0.001$ )。四维超声、经腹部超声心动图筛查房间隔缺损的准确率低于二者联合筛查时, 差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。结论 四维超声联合经腹部超声心动图具有较高的灵敏度、准确度, 能够更有效地筛查胎儿先天性心脏病, 特别是房间隔缺损。

**[关键词]** 先天性心脏病; 产前筛查; 四维超声; 经腹部超声心动图

DOI: 10.3969/j.issn.1009-5519.2024.15.008

中图法分类号: R445.1

文章编号: 1009-5519(2024)15-2558-04

文献标识码: A

Application of four-dimensional ultrasound combined with transabdominal  
echocardiography in screening of fetal congenital heart disease

WANG Jufang, LIU Chengyu

(Color Doppler Ultrasound Room, Jiyuan Second People's Hospital, Jiyuan, Henan 459000, China)

**[Abstract]** **Objective** To explore the clinical value of four-dimensional ultrasound combined with transabdominal echocardiography in the screening of fetal congenital heart disease. **Methods** A total of 2 013 pregnant women who underwent prenatal screening in the hospital from April 2020 to April 2023 were selected for four-dimensional ultrasound and transabdominal echocardiography. The results of postnatal echocardiography or autopsy after induction of labor were used as the “gold standard” to analyze the efficacy of four-dimensional ultrasound and transabdominal echocardiography in screening fetal congenital heart disease. **Results** Among the 2 013 pregnant women, 56 cases were confirmed to have congenital heart disease by the “gold standard”, while 46 cases were detected by transabdominal echocardiography, 48 cases were detected by four-dimensional echocardiography, and 55 cases were detected by the combination of the two. The sensitivity, accuracy and negative predictive value of four-dimensional ultrasound and transabdominal echocardiography in screening fetal congenital heart disease were lower than those of the combined screening, and the differences were statistically significant ( $P < 0.05$ ). The screening results of four-dimensional ultrasound combined with transabdominal echocardiography were in excellent agreement with the results of the “gold standard” (kappa value = 0.972,  $P < 0.001$ ). The accuracy of four-dimensional ultrasound and transabdominal echocardiography in screening atrial septal defect was lower than that of the combined screening, and the difference was statistically significant ( $P < 0.05$ ). **Conclusion** Four-dimensional ultrasound combined with transabdominal echocardiography has high sensitivity and accuracy, and can more effectively screen fetal congenital heart disease, especially atrial septal defect.

**[Key words]** Congenital heart disease; Prenatal screening; Four-dimensional ultrasound; Transabdominal echocardiography

先天性心脏病是胎儿时期心血管发育异常诱发的先天性疾病,是儿童最为常见的一类心脏病,其发病率在活产新生儿中处于较高水平<sup>[1-2]</sup>。先天性心脏病可对围生期胎儿生命安全造成严重威胁,即便胎儿可顺利分娩,该病也会对患儿的健康发育带来众多危害<sup>[3-4]</sup>。若患儿未经及时治疗,大约有 1/3 的患儿会在出生后 1 年内因严重并发症而死亡。因此,尽早筛查先天性心脏病胎儿,做到及时终止妊娠,对于提高出生人口水平,确保优生优育十分重要。影像学检查属于目前临床筛查先天性畸形的常见措施,其中以超声检查最为常见<sup>[5-6]</sup>。经腹部超声心动图是目前临床产前筛查胎儿先天性心脏病的重要措施,但其容易漏诊心功能异常不明显的胎儿。随着超声检查技术的不断进步,四维超声的出现为临床筛查胎儿先天性心脏病提供了新方向。四维超声具有更高的探头频率、更高的图像分辨率,能够扫描胎儿的细微结构,还能够跟踪扫描胎儿运动。本研究探讨了四维超声+经腹部超声心动图在胎儿先天性心脏病产前筛查中的价值,以期临床提供有效的参考依据。

## 1 资料与方法

**1.1 一般资料** 选取 2020 年 4 月至 2023 年 4 月本院行产前筛查的 2 013 例孕妇,孕周 11~25 周,平均(17.31±1.59)周;孕次 1~3 次,平均(2.01±0.27)次;小学学历 789 例,初、高中学历 876 例,专科及以上学历 348 例;体重 54~68 kg,平均(63.21±1.59)kg。纳入标准:(1)均为单胎妊娠;(2)无检查相关禁忌证;(3)依从性良好;(4)生命体征平稳;(5)知情同意本研究。排除标准:(1)精神障碍;(2)恶性肿瘤;(3)先兆流产;(4)存在自身免疫性疾病;(5)凝血系统紊乱;(6)全身性感染;(7)传染性疾病;(8)存在妊娠并发症;(9)胎儿生长受限;(10)有酗酒等不良生活习惯。本研究经医院医学伦理委员会批准(伦理审批号:KY20200116-6 号)。

## 1.2 方法

**1.2.1 检查方法** (1)经腹部超声心动图检查:选择彩色多普勒超声诊断仪(荷兰飞利浦公司,型号:EPIQ7C)进行检查,探头频率为 3.5~5.0 MHz。指导孕妇取仰卧位,将超声探头放于孕妇腹部,探寻到胎儿后,进行腹部横、四腔心、左室流出道、右室流出道、三血管气管切面常规筛查,筛查区域包括胎儿颈项透明层厚度、心率、外周血流、心脏大小、部位、走行等情况。(2)四维超声检查:将检查仪器检查模式转变为四维超声检查模式,定位胎儿心脏所处部位,之后把 X、Y、Z 轴调整至超声显示屏,显示胎儿立体动态图像,轻微移动探头,详细检查胎儿心脏。胎儿的胎位不同时,则持续调整声束方位、探头部位,一直到满意部位。仔细测量胎儿心胸占比,并详细了解胎儿

胸腔内部构造。通过观察胎儿肝脏、脊柱同心脏之间的关系、卵圆孔瓣部位等信息,以此了解胎儿心房、心室、肺动脉等具体情况。然后测定房室间隔、大动脉发育、心脏各腔室、瓣膜构造等情况,测定胎儿颈项透明层厚度等。检测完毕后,保存图像,将图像上传到图像后处理站进行图像重建。所有检测均由同一名检查医生操作,确保检测结果的可信度。由 2 名具有丰富临床经验的影像学医师进行共同阅片,若二者意见不一时,则由二者共同讨论得出最终诊断结果。

**1.2.2 观察指标** 以出生后超声心动图检查结果或引产后尸检结果为“金标准”(以下将该方法简称“金标准”),分析 2 种不同检查方式单独或联合筛查胎儿先天性疾病的实际效果。阳性预测值=真阳性例数/(真阳性例+假阳性例数)×100%;特异度=真阴性例数/(真阴性例数+假阳性例数)×100%;灵敏度=真阳性例数/(真阳性例数+假阴性例数)×100%;准确度=(真阳性例数+真阴性例数)/总例数×100%;阴性预测值=真阴性例数/(假阴性例数+真阴性例数)×100%。比较四维超声、经腹部超声心动图检查房间隔缺损、法洛四联症、室间隔缺损的准确率。

**1.3 统计学处理** 选用 SPSS20.0 软件对研究数据进行分析。计数资料以率或百分比表示,组间比较采用  $\chi^2$  检验;计量资料以  $\bar{x} \pm s$  表示,组间比较采用 *t* 检验。一致性采取 kappa 检验,其中 kappa>0.75 为一致性极好,0.40~0.75 为一致性较为理想,<0.40 为一致性差。*P*<0.05 为差异有统计学意义。

## 2 结果

**2.1 胎儿先天性心脏病产前筛查结果分析** 2 013 例孕妇中,56 例经“金标准”证实胎儿存在先天性心脏病,而经腹部超声心动图检出 46 例,四维超声共检出 48 例,二者联合检出 55 例。四维超声、经腹部超声心动图筛查胎儿先天性心脏病的灵敏度、准确度、阴性预测值低于二者联合筛查时,差异有统计学意义(*P*<0.05)。四维超声联合经腹部超声心动图的筛查结果与“金标准”的检查结果具有极好一致性(kappa 值=0.972,*P*<0.001)。见表 1、2。

**2.2 四维超声、经腹部超声心动图筛查准确率比较** 56 例先天性心脏病胎儿中,房间隔缺损 39 例,法洛四联症 12 例,室间隔缺损 5 例。四维超声、经腹部超声心动图筛查房间隔缺损的准确率低于二者联合筛查时,差异有统计学意义(*P*<0.05)。见表 3。

表 1 先天性心脏病胎儿筛查情况(*n*)

金标准	经腹部超声心动图		四维超声		联合		合计
	阳性	阴性	阳性	阴性	阳性	阴性	
阳性	44	12	46	10	54	2	56
阴性	2	1 955	2	1 955	1	1 956	1 957
合计	46	1 967	48	1 965	55	1 958	2 013

表 2 四维超声、经腹部超声心动图筛查情况[% (n/n)]

检查方法	灵敏度	特异度	准确度	阳性预测值	阴性预测值
经腹部超声心动图	78.57(44/56)	99.90(1 955/1 957)	99.30(1 999/2 013)	95.65(44/46)	99.49(1 955/1 965)
四维超声	82.14(46/56)	99.90(1 955/1 957)	99.40(2 001/2 013)	95.83(46/48)	99.39(1 955/1 967)
联合	96.43(54/56)	99.95(1 956/1 957)	99.85(2 010/2 013)	98.18(54/55)	99.95(1 957/1 958)
$\chi^2$	8.317	0.437	7.138	0.698	8.946
P	0.016	0.804	0.028	0.706	0.011

表 3 四维超声、经腹部超声心动图筛查准确率比较[n(%)]

检查方法	房间隔缺损 (n=39)	法洛四联症 (n=12)	室间隔缺损 (n=5)
经腹部超声心动图	30(76.92)	10(83.33)	4(80.00)
四维超声	32(82.05)	11(91.67)	5(100.00)
联合	39(100.00)	11(91.67)	4(80.00)
$\chi^2$	9.702	0.534	1.772
P	0.008	0.766	0.412

### 3 讨 论

先天性心脏病是胎儿时期出现的心脏构造异常,为临床常见的出生缺陷,其是导致胎死宫内的常见因素之一<sup>[7-8]</sup>。先天性心脏病是多基因遗传缺陷,其发病机制较为复杂,往往认为是遗传和环境因素相互作用的结果<sup>[9-10]</sup>。先天性心脏病不但会对宫内胎儿造成危害,分娩后还会对新生儿健康成长造成深远影响,不利于婴儿体格发育,会损伤其他器官,极易致死<sup>[11-12]</sup>。随着我国优生优育意识的逐渐提升,越来越多的孕妇开始重视产前筛查<sup>[13-14]</sup>。因此,准确筛查先天性心脏病,及时治疗轻症,终止致死性心脏异常,对于确保出生人口质量,促进优生优育至关重要。

目前,临床多采取超声检查进行胎儿先天性心脏病的产前筛查。超声检查具有操作便捷、无创、可重复操作、价格低廉等优势,可大范围使用于各类疾病的早期筛查<sup>[15-16]</sup>。然而,经腹部超声心动图的单一筛查较易漏诊心功能异常不显著的胎儿,具有一定的漏诊率<sup>[17-18]</sup>。因此,为提升产前诊断效果,临床多采用联合筛查方式<sup>[19-20]</sup>。本研究结果显示,四维超声、经腹部超声心动图筛查胎儿先天性心脏病的灵敏度、准确度、阴性预测值低于二者联合筛查时,差异有统计学意义( $P < 0.05$ );四维超声联合经腹部超声心动图的筛查结果与“金标准”的检查结果具有极好一致性( $\kappa$ 值=0.972,  $P < 0.001$ );四维超声、经腹部超声心动图筛查房间隔缺损的准确率低于二者联合筛查时,差异有统计学意义( $P < 0.05$ )。四维超声运用三维容积探头,可对图像进行连续的收集与处理,有利于医生准确观察三维空间构造,产生完整图像,为

医生观察异常部位提供清楚的图像<sup>[21]</sup>。同时,立体成像功能特殊,可提供大量的胎儿心脏容积数据,由此对胎儿进行三维立体显现,可从时间维度动态显露胎儿心脏解剖结构,有助于临床医生仔细辨认胎儿心脏构造,减少胎儿体位对检查的影响,继而提升诊断准确性<sup>[22-23]</sup>。此外,四维超声具有更高的分辨率,能够对病变处进行更清晰的判断,取得更为精准的数据,继而可有效判断病灶处与周围组织间的关系,最终提高先天性心脏病的筛查率。四维超声通过运用垂直于平行移动方向上三轴的互相旋转,能够多角度观察胎儿各器官结构,由此对畸形特征与畸形程度做出准确评估,从而进一步提升筛查准确率。另外,四维超声能够一次性地将所有数据采集工作完成,不需要进行长时间的照射,故检查安全性较高,更易被广大孕妇所接受。四维超声联合经腹部超声心动图可从不同层面明确胎儿的心脏结构、血流情况,从而做出全面的评估,最终提升筛查准确率。

综上所述,四维超声联合经腹部超声心动图具有较高的灵敏度、准确度,能够更有效地筛查胎儿先天性心脏病,特别是房间隔缺损。

### 参考文献

- [1] XIA Y, CHENG L, DUAN J, et al. Identification of gravida serum biomarkers for noninvasive prenatal diagnosis fetal congenital heart disease[J]. J Cardiovasc Transl Res, 2023, 16(1):255-266.
- [2] ZHONG C, CHEN S, ZHANG X, et al. Prenatal diagnosis of fetal right congenital ventricular aneurysms: An analysis of three cases and literature review [J]. J Clin Ultrasound, 2021, 49(7):770-773.
- [3] 宋筱玉, 唐中锋, 孙庆梅, 等. 早孕期胎儿超声心动图筛查联合胎儿心脏测量参数 Z-评分在胎儿先天性心脏病产前诊断中的应用价值[J]. 中国妇幼保健, 2019, 34(11):2643-2645.
- [4] 王桂喜, 孙锟, 孔令晖, 等. SNP array 分析技术在胎儿先天性心脏病诊断中的价值[J]. 临床儿

- 科杂志, 2021, 39(10): 726-728.
- [5] 朱海滨, 姚勇英. 胎儿超声心动图主动脉血流速度和肺动脉血流速度的相关性及对胎儿先天性心脏病的诊断价值[J]. 中国妇幼保健, 2022, 37(10): 1909-1912.
- [6] DEVORE G R, SATOU G M, AFSHAR Y, et al. Evaluation of fetal cardiac size and shape: A new screening tool to identify fetuses at risk for tetralogy of fallot[J]. J Ultrasound Med, 2021, 40(12): 2537-2548.
- [7] MENAHEM S, SEHGAL A, MEAGHER S. Early detection of significant congenital heart disease: The contribution of fetal cardiac ultrasound and newborn pulse oximetry screening [J]. J Paediatr Child Health, 2021, 57(3): 323-327.
- [8] 吴晶晶, 周毓青, 龚菁菁, 等. 分阶段产前超声筛查对胎儿先天性心脏病检出的价值[J]. 江苏医药, 2022, 48(8): 790-793.
- [9] 赵丽娟, 郭煜, 王璐, 等. 孕早期颈项透明层厚度和静脉导管血流参数及心轴对胎儿先天性心脏病的预测价值[J]. 中华实用诊断与治疗杂志, 2022, 36(6): 634-637.
- [10] 代萍. sRT-3DE 与 2DE 在产前胎儿先天性心脏病筛查效果[J]. 中国计划生育学杂志, 2021, 29(5): 1050-1053.
- [11] STEFEKOVA A, CAPKOVA P, CAPKOVA Z, et al. MLPA analysis of 32 fetuses with a congenital heart defect and 1 foetus with renal defects-pilot study. The significant frequency rate of presented pathological CNV[J]. Biomed Pap Med Fac Univ Palacky Olomouc Czech Repub, 2022, 166(2): 187-194.
- [12] ALHAMMAD Z, SULIMAN I, ALOTAIBI S, et al. The prevalence of non-syndromic orofacial clefts and associated congenital heart diseases of a tertiary hospital in Riyadh, Saudi Arabia[J]. Saudi Dent J, 2021, 33(3): 137-142.
- [13] 刘丹, 韩媛媛. 四腔心联合三血管切面在孕中晚期胎儿先天性心脏病超声筛查中的应用价值[J]. 陕西医学杂志, 2022, 51(4): 478-480.
- [14] 李莹超, 姚秀芬, 何鸳, 等. STIC 技术联合常规超声心动图筛查胎儿先天性心脏畸形的价值及危险因素分析[J]. 临床医学研究与实践, 2022, 7(28): 110-114.
- [15] 金月. 经腹部超声心动图在孕早期胎儿先天性心脏病诊断中的应用价值分析[J]. 中国医药指南, 2021, 19(14): 104-105.
- [16] 焦晓杰, 刘侃, 王秋明, 等. 多学科会诊 387 例胎儿先天性心脏病的临床结局分析[J]. 国际妇产科学杂志, 2022, 49(1): 101-105.
- [17] 张爱武, 李云芳, 张中华, 等. 孕中期胎儿心脏单纯肺动脉主干增宽在产前超声筛查胎儿 CHD 中的诊断与鉴别诊断价值[J]. 中国妇产科临床杂志, 2021, 22(3): 305-306.
- [18] 靖立芹, 余江, 胡英, 等. 1.5T MRI 联合超声心动图在先天性心脏病并肺动脉高压患者诊断中的应用[J]. 中国 CT 和 MRI 杂志, 2021, 19(7): 87-89.
- [19] 邹鹏, 孙善权, 刘琴, 等. 超声心动图对室间隔完整型肺动脉瓣闭锁和极重度肺动脉瓣狭窄胎儿的分型、评估及其出生后随访[J]. 中国循证儿科杂志, 2021, 16(3): 192-196.
- [20] 姬智晓, 王华, 范亚娟. 四维彩超联合唐氏综合征筛查诊断高龄孕妇胎儿畸形的价值研究[J]. 临床医学, 2021, 41(8): 46-48.
- [21] 王春梅. 二维超声联合四维彩超 HD-flow 彩色血流显像在产前诊断胎儿先天性心脏发育异常效果[J]. 中国计划生育学杂志, 2021, 29(9): 1894-1897.
- [22] 崔兰菊. 四维超声心动图和二维彩超单独及联合在先天性心脏畸形筛查中的价值分析[J]. 生物医学工程学进展, 2020, 41(2): 107-110.
- [23] 单靓, 高琳. 经腹部超声心动图联合四维超声在胎儿先天性心脏病产前筛查中的临床应用价值[J]. 贵州医药, 2023, 47(4): 613-614.

(收稿日期: 2023-12-20 修回日期: 2024-04-20)