

超声评估胎盘功能的应用研究进展

周毛吉^{1*}, 张玉英²

¹青海大学, 青海 西宁

²青海省人民医院超声科, 青海 西宁

收稿日期: 2022年6月8日; 录用日期: 2022年7月1日; 发布日期: 2022年7月11日

摘要

胎盘对于妊娠期胎儿生长发育至关重要, 胎盘功能障碍将导致胎儿生长受限, 甚至引起胎儿死亡。重视对胎盘结构和功能的了解, 早期进行胎盘功能评估, 应用二维超声成像、彩色血流多普勒超声成像、三维能量多普勒成像、超声弹性成像等多模态的超声成像方式正确评价胎盘功能对于改善母婴结局、提高产科质量具有十分重要的意义。

关键词

胎盘功能, 二维超声成像, 彩色血流多普勒超声成像, 三维能量多普勒成像, 超声弹性成像, 综述

Application Research Progress of Ultrasonic Evaluation of Placental Function

Maoji Zhou^{1*}, Yuying Zhang²

¹Qinghai University, Xining Qinghai

²Department of Ultrasound, Qinghai Provincial People's Hospital, Xining Qinghai

Received: Jun. 8th, 2022; accepted: Jul. 1st, 2022; published: Jul. 11th, 2022

Abstract

The placenta is vital for fetal growth and development during pregnancy, placental dysfunction will lead to fetal growth restriction, and even cause fetal death. Great importance to understand the structure and function of the placenta, early placental function assessment, application of two-dimensional ultrasound imaging and color doppler ultrasound blood flow imaging, 3 d power doppler imaging, ultrasound elastography mode ultrasonic imaging method, multimodal way of ultra-

*通讯作者。

sonic imaging evaluation placental function to improve the outcome and improve the obstetric quality have the very vital significance.

Keywords

The Placenta Function, Two-Dimensional Ultrasonic Imaging, Color Doppler Ultrasound Blood Flow Imaging, Three-Dimensional Power Doppler Imaging, Ultrasonic Elasticity Imaging, Review

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

胎盘是胎儿与母体进行物质交换的器官,是发育中的胎儿与母亲之间的联系纽带。胎盘异常可直接危害胎儿正常生长发育,严重者可威胁孕妇及胎儿生命安全[1]。胎盘在其相对较短的宫内生命中快速生长和分化,并提供了母亲和胎儿之间的接口,具有物质交换、防御、合成及免疫功能[2],由于胎盘在胎儿生长发育中的重要性,胎盘异常在胎儿和母体的发病率和死亡率中起着重要作用。如胎盘发育出现缺陷或者功能障碍时,往往会导致胎儿的生长受限及死亡,而胎儿异常的孕妇也可能发生胎盘结构异常,主要结构的异常可能影响胎盘功能,造成胎儿与母体的物质交换受到影响,使之无法为胎儿提供氧气及营养物质,如前置胎盘、胎盘早剥、帆状胎盘、轮状胎盘、胎盘植入、胎盘绒毛膜血管瘤、妊娠期高血压、妊娠期糖尿病、胎儿窘迫等疾病都严重威胁母婴安全。因此,评估胎盘功能对于保障母婴健康十分重要。目前临床上多以胎动监测、羊水量测量及血清标志物及常规超声等评估胎盘功能,而超声作为临床最常规的持续监测方法,也是首选的评估胎盘功能的手段,超声的模式有二维超声成像、彩色血流多普勒超声成像、三维能量多普勒成像、超声弹性成像等,本文就以上超声成像方式的应用及研究进展作出综述。

2. 二维超声

二维超声评价胎盘主要应用于胎盘分级,目前使用的主要是 Grammm 等[3]提出的分级方法,即根据妊娠各期胎盘绒毛膜板、胎盘实质及基板的回声和形态把胎盘分为4级,即0、I、II、III级。但是,这种方法依靠肉眼观察胎盘超声图像判断其钙化程度,会因不同操作者的主观判断产生误差,需结合其他监测方法综合评估,由此在工程领域提出一种胎盘成熟度自动分级算法,计算机利用学习的方法结合先验知识判断胎盘成熟度,在一定程度上避免了因医生主观误判造成的不良后果,但其于临床的应用仍不够广泛,胎盘的自动分级正确率也不断提升,并且还有很大的提升空间[4]。

3. 彩色血流多普勒超声成像

彩色血流多普勒超声成像以红细胞运动为基础,在二维灰阶图像上叠加彩色编码,以实时反映组织血流分布、方向及速度等;其常用血流参数包括阻力指数 resistivity index (RI)、搏动指数 pulsatile index (PI)及收缩期最大血流速度/舒张末期血流速度 systole/diastole (S/D) [5]。脐动脉及子宫动脉血流参数有助于及时发现胎盘血流灌注异常,可作为评估胎盘功能不全的重要指标。研究表明,脐动脉频谱主要由胎盘内绒毛血管的结构决定,异常脐动脉频谱与胎盘第三级绒毛干闭塞有关,当胎盘的盘绒毛血管结构出现变化时,脐血流的血流参数也发生变化,因此临床上将脐血流作为一项重要的指标来反映胎盘功能的变化

[6], 但脐动脉易受羊水及胎儿压迫等因素的影响, 所以也需结合其他指标进行综合评估[7]。目前已有研究证实, 孕妇血流动力学改变会引起胎盘功能受损, 并导致相关并发症, 如妊娠期高血压, 因母体的血压升高, 子宫动脉对胎盘的血液供应减少, 胎盘的血管发育不良, 阻断了胎盘血管的重铸过程, 进而引起子痫、死胎等情况[8] [9]。子宫动脉是髂内动脉的分支, 正常妊娠过程, 子宫动脉会从直径较细的高阻力血管转变为直径较大的低阻力血管, 从而保障胎儿的血液供给[10]。然而妊娠期高血压患者滋养层细胞不能足够浸润子宫螺旋小动脉, 导致其重铸障碍或重铸深度仅达到蜕膜段, 使子宫—胎盘的循环血流阻力增高, 影响胎盘—胎儿血液供给[11]。孕晚期孕妇子宫动脉的阻力会逐渐降低, 形成子宫胎盘低阻力循环, 维持足够的胎盘血流灌注。孕晚期孕妇的身体负荷加重, 心血管功能发生了潜在的异常改变, 容易发生血管痉挛, 血流量减少。子宫动脉对胎盘血流灌注减少, 胎儿脐动脉阻力升高, 子宫动脉向胎盘输送氧气的减少与胎盘血管阻力的增加相匹配, 胎盘血流供应和氧合减少, 阻断了血管的重铸过程[12] [13]。脐动脉血流监测在妊娠 ≥ 28 周时, $S/D > 3.0$ 或 $RI > 0.6$ 是识别不良结局高危孕妇的最佳阈值。还可使用胎龄特异性参考范围, 如果 DI 超过相应胎龄的第 95 百分位数, 则通常认为具有一定风险。最初较高的 DI 可能随着胎龄增加而逐渐降低, 提示预后改善。而脐动脉 DI 增加可能表明胎儿预后恶化。[14]但是在超声产前诊断中, 彩色血流多普勒超声成像所提供的有限的血流参数也只能用于间接评估和量化胎盘功能障碍的严重程度, 仍需要综合其他指标以实现胎盘功能的精准评估[15]。

4. 三维能量多普勒超声

三维能量多普勒超声是一种新型的超声诊断技术, 能够对胎盘血流灌注情况进行定量分析[16]。Pairleitner 等[17]用三维能量多普勒超声观测引入了三个多普勒指数: 血管指数(vascularization index, VI)、血流指数(flow index, FI)、血管血流综合指数(vascularization flow index, VFI)。VI 提示所取胎盘体积内的血管数量; FI 提供血流速度信息, 提示超声扫描胎盘血流瞬间输送的血细胞数量; VFI 提供血管数量和平均血流强度综合信息。三维能量多普勒超声是单位面积红细胞通过的数量及信号振幅大小进行成像。图中所有信号的色彩和亮度与红细胞数目相关, 与胎盘的血流、血管化程度与其发育之间关系密切, 很多研究者将这一研究成果应用到胎盘的超声评价领域。目前使用最广泛的是计算机辅助分析 VOCAL 软件系统来测量选定感兴趣区的 VI、FI 和 VFI。研究表明, 能量多普勒超声不受混叠、角度依赖等因素的限制, 且具有较广的显示信号范围, 在低流量末梢血供、低流速血供、血管空间走形显像等方面优势显著, 能对胎盘血管树进行有效监测[18], 测量三维能量多普勒指数近年来成为胎盘血流血管化检测的热门方向, 这些研究为胎盘的测量提供了指导。除了对这些指数准确性等的研究, 国内外诸多学者在孕期内胎盘多普勒指数与妊娠期疾病的相关性方面做了许多研究, 使得胎盘功能评价的研究取得很多新的进展[4]。

5. 超声弹性成像

弹性成像是一种用于评估软组织刚度的无创成像方式, 弹性可能有助于诊断孕期胎儿异常。弹性成像技术测量剪切波速(shear wave velocity, SWV)在肝脏、乳房、前列腺、胰腺、淋巴结和甲状腺有效。利用弹性成像可以评估软组织的力学特性, ARFI 包括虚拟触摸组织成像(virtual touch tissue imaging, VTI)和虚拟触摸组织定量(virtual touch tissue quantification, VTQ)。VTQ 是超声的一种改进应用, 可以提供与组织硬度相对应的剪切波速度。与人工压缩相比, 弹性成像具有可重复性、客观性和较少依赖操作者的优点。评估胎儿正常孕妇与胎儿异常孕妇妊娠中期 ARFI 弹性成像测量的胎盘硬度, 并确定弹性成像对先天性畸形的预测价值。记录弹性成像方法获得的最小 SWV (minSWV)、最大 SWV (maxSWV)和平均 SWV (meanSWV)值。结果表明, 与正常胎儿相比, 胎儿异常妊娠的 ARFI 成像上的胎盘硬度参数(minSWV、maxSWV 和 meanSWV)增加。增加的胎盘硬度可能是病理胎盘变化的结果, 这可能导致胎儿异常。胎儿异常的总风险评分, 即超声标记物之和, 与胎盘弹性特征呈正相关, 尤其是 minSWV 和 maxSWV 值。

minSWV 和 maxSWV 值随风险评分的增加而增加。这些结果表明需要进一步大规模的研究胎盘弹性参数在预测先天性结构异常的价值。此外, Uterine artery-Pulsatile index (UtA-PI)、Resistivity index (RI)和 Systole/Diastole (S/D)值与 minSWV、maxSWV 和 meanSWV 值呈正相关, 支持了胎盘功能损害是由于子宫胎盘循环中断所致的观点。因此, 如出血、血管内炎和绒毛炎等病理改变可能在增加胎盘硬度中起作用。有研究发现使用弹性成像评估胎儿异常孕妇妊娠中期的胎盘硬度高于胎儿正常孕妇[19]。胎盘组织的变化可导致其硬度的变化, 弹性成像可直接定量测量胎盘硬度, 有望成为一种新的补充评价胎盘功能的方法, 但现有各项弹性成像研究之间缺乏统一测量标准, 如仪器调节标准、取样框深度、取样次数及操作时间等, 应尽量加以控制, 以消除可能造成的影响[20]。

6. 小结

随着超声医学技术在临床的广泛应用, 胎盘异常的超声诊断已为产科医生评价妊娠结局及其并发症提供了可靠依据[21]。产前超声检查是诊断胎盘异常最简便而有效的方法, 具有无创伤、无痛苦、可重复的优点, 诊断正确率较高, 在各个不同的妊娠时期评估胎盘功能, 能为临床正确处理胎盘异常提供可靠的诊疗依据, 对改善胎儿预后具有重要意义。但影响胎盘功能的因素较多, 故无法以单一检查或指标诊断胎盘功能不全, 目前仍需综合多项指标以综合评估胎盘功能, 进行多模态超声成像全面的研究加以完善, 从而最大限度地发挥超声的诊断价值。

参考文献

- [1] 郭万学. 超声医学[M]. 第6版. 北京: 人民军医出版社, 2011: 1262.
- [2] 谢幸, 孔北华, 段涛. 妇产科学[M]. 第9版. 北京: 人民卫生出版社, 2018: 34-35.
- [3] Grannum, P.A., Berkowitz, R.L. and Hobbins, J.C. (1979) The Ultrasonic Changes in the Maturing Placenta and Their Relation of Fetal Pulmonic Maturity. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, **133**, 915-922. [https://doi.org/10.1016/0002-9378\(79\)90312-0](https://doi.org/10.1016/0002-9378(79)90312-0)
- [4] 李欣遥, 姚远, 李胜利, 倪东, 汪天富. 医学超声评价胎盘功能研究进展[J]. 生物医学工程学杂志, 2015, 32(4): 914-918+923.
- [5] Sherrell, H., et al. (2018) Systematic Review of Maternal Placental Growth Factor Levels in Late Pregnancy as a Predictor of Adverse Intrapartum and Peri-Natal Outcomes. *European Journal of Obstetrics & Gynecology and Reproductive Biology*, **225**, 26-34.
- [6] 任明清. 彩色多普勒超声监测晚期妊娠脐动脉血流 S/D 比值的临床价值[J]. 中外医学研究, 2014, 12(28): 65-67.
- [7] 廖文珺, 林巧玲, 郑秀珠. 孕妇孕晚期血流动力学指标与胎盘功能的关系[J]. 检验医学与临床, 2022, 19(5): 653-656.
- [8] Turbevillehr, S. (2020) Preeclampsia beyond Pregnancy: Long-Term Consequences for Mother and Child. *American Journal of Physiology-Renal Physiology*, **318**, 1315-1326.
- [9] Wallace, A.E., Whitley, G.S., Thilaganathan, B., et al. (2015) Decidual Natural Killer Cell Receptor Expression Is Altered in Pregnancies with Impaired Vascular Remodeling and a Higher Risk of Pre-Eclampsia. *Journal of Leukocyte Biology*, **97**, 79-86. <https://doi.org/10.1189/jlb.2A0614-282R>
- [10] Lin, D., Yong, J., Ni, S., et al. (2019) Negative Association between Serum Adropin and Hypertensive Disorders Complicating Pregnancy. *Hypertension in Pregnancy*, **38**, 237-244. <https://doi.org/10.3920/BM2018.0071>
- [11] 赵媛媛, 王妙英, 董有伟, 王婷婷, 石丽洁. 子宫动脉血流动力学、胎盘血流灌注参数与妊娠期高血压患者发生子痫前期的相关性分析[J]. 疑难病杂志, 2021, 20(8): 816-820.
- [12] Garcia-Gonzalez, Abdel-Azims, Galevas, et al. (2020) Placental Function and Fetal Weight Are Associated with Maternal Hemodynamic Indices in Uncomplicated Pregnancies at 35-37 Weeks of Gestation. *American Journal of Obstetrics & Gynecology*, **222**, 604. <https://doi.org/10.1016/j.ajog.2020.01.011>
- [13] Vangrieken, P., Remels, A.H.V., et al. (2020) Placental Hypoxia-Induced Alterations in Vascular Function, Morphology, and Endothelial Barrier Integrity. *Hypertension Research*, **43**, 1361-1374. <https://doi.org/10.1038/s41440-020-0528-8>

- [14] 连岩. 脐动脉血流监测在产科的应用[J]. 中国实用妇科与产科杂志, 2022, 38(4): 392-395.
- [15] 孙红双, 任芸芸. 基于超声成像技术评价胎盘功能的研究新进展[J]. 中国医学影像学杂志, 2022, 30(4): 406-411.
- [16] 马斌, 王艺璇, 李天刚, 等. 三维能量多普勒超声在妊娠期高血压疾病胎盘血流灌注监测中的价值[J]. 中国妇幼保健, 2018, 33(4): 918-921. <https://doi.org/10.7620/zgfybj.j.issn.1001-4411.2018.04.63>
- [17] Pairleitner, H., Steiner, H., Hasenoehrl, G., *et al.* (1999) Three-Dimensional Power Doppler Sonography: Imaging and Quantifying Blood Flow and Vascularization. *Ultrasound in Obstetrics & Gynecology*, **14**, 139-143. <https://doi.org/10.1046/j.1469-0705.1999.14020139.x>
- [18] 段亚萍, 高阿维. 三维能量多普勒超声定量监测胎盘血流灌注对妊娠期高血压孕妇胎盘功能的评估价值[J]. 临床医学研究与实践, 2020, 5(34): 140-141+144.
- [19] Alan, B., *et al.* (2016) Assessment of Placental Stiffness Using Acoustic Radiation Force Impulse Elastography in Pregnant Women with Fetal Anomalies. *Korean Journal of Radiology*, **17**, 218-223. <https://doi.org/10.3348/kjr.2016.17.2.218>
- [20] 高瑾, 胡兵. 剪切波弹性成像评价胎盘功能研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2020, 36(5): 780-783.
- [21] 李欢, 胡兵, 向小珍, 向小蔚. 产前超声诊断胎盘功能不全研究进展[J]. 中国医学影像技术, 2022, 38(3): 464-467.