

多普勒超声帧频对产前胎儿大脑中动脉测量的影响

王丽娟 黄萍 韩蕾 艾春秀 罗红

摘要 **目的** 探讨提高多普勒超声帧频对测量胎儿大脑中动脉(MCA)收缩期峰值流速(PSV)和搏动指数(PI)的影响。**方法** 应用彩色多普勒超声检测659例胎龄20~40周正常胎儿MCA的PSV和PI,第一次测量在常规设置下进行(测值分别为MCA.g-PSV和MCA.g-PI),第二次测量在优化设置提高帧频的条件下进行(测值分别为MCA.o-PSV和MCA.o-PI),比较两次测值的差异。采用线性回归分析PSV、PI与孕周的相关性,建立回归方程。**结果** 优化设置后测得的MCA.o-PSV和MCA.o-PI均明显高于MCA.g-PSV和MCA.g-PI(均 $P<0.001$),MCA.g-PSV、MCA.o-PSV与孕周均呈正相关($r=0.853, 0.867$,均 $P<0.001$),回归方程分别为:MCA.g-PSV=2.104×孕周-23.452, MCA.o-PSV=2.298×孕周-25.283。≤孕28周时MCA.g-PI和MCA.o-PI均与孕周呈正相关($r=0.300, 0.291$,均 $P<0.001$),回归方程分别为:MCA.g-PI=-0.050×孕周+0.435, MCA.o-PI=-0.048×孕周+0.519; >孕28周时MCA.g-PI和MCA.o-PI均与孕周呈负相关($r=-0.601, -0.517$,均 $P<0.001$),回归方程分别为:MCA.g-PI=-0.065×孕周+3.996, MCA.o-PI=-0.061×孕周+3.861。**结论** 优化多普勒超声设置提高帧频可更准确地测量胎儿MCA的PSV和PI,对评估产前胎儿循环系统有重要价值。

关键词 超声检查;多普勒;产前;胎儿;大脑中动脉;帧频

[中图分类号]R445.1;R714.5

[文献标识码]A

Infuence of measurement of middle cerebral artery for prenatal fetus with improving Doppler ultrasound frame frequency

WANG Lijuan, HUANG Ping, HAN Lei, AI Chunxiu, LUO Hong

Department of Ultrasound, West China Second Hospital of Sichuan University, Chengdu 610041, China

ABSTRACT Objective To explore the influence of measurement of middle cerebral artery (MCA) for prenatal fetus with improving Doppler ultrasound frame frequency. **Methods** A total of 659 normal fetal during 22~40 weeks were enrolled in this study. The parameters of blood flow including peak systolic velocity (PSV) and pulsatility index (PI) were measured and compared between two equipment settings. The first measurement of MCA (MCA.g-PSV and MCA.g-PI) was performed under the routine setting of ultrasound equipment. The second measurement of MCA (MCA.o-PSV and MCA.g-PI) was performed under the condition of optimizing setting and increasing frame rate, the difference between the two measured values was compared. Linear regression was used to analyze the correlation between PSV, PI and gestational age, and a regression equation was established. **Results** The MCA.o-PSV and MCA.o-PI measured after optimization were significantly higher than MCA.g-PSV and MCA.g-PI with normal setting (both $P<0.001$). The MCA.g-PSV, MCA.o-PSV were positively correlated with gestational age ($r=0.853, 0.867$, both $P<0.001$). The regression equations were MCA.g-PSV=2.104× gestational weeks-23.452 and MCA.o-PSV=2.298× gestational weeks-25.283, respectively. ≤28 gestational week, MCA.g-PI and MCA.o-PI were positively correlated with gestational weeks ($r=0.300, 0.291$, both $P<0.001$). The regression equations were MCA.g-PI=-0.050× gestational weeks+0.435, MCA.o-PI=-0.048× gestational weeks+0.519, respectively. >28 gestational week, MCA.g-PI and MCA.o-PI were negatively correlated with gestational weeks ($r=-0.601, -0.517$, both $P<0.001$). The regression equations were MCA.g-PI=-0.065× gestational weeks+3.996, MCA.o-PI=-0.061× gestational weeks+3.861, respectively. **Conclusion** Optimizing Doppler ultrasound settings and increasing frame rate can measure the PSV and PI values of fetal MCA blood flow parameters more

作者单位:610041 成都市,四川大学华西第二医院超声科(王丽娟、罗红);成都市西区医院产科四维彩超室(黄萍、韩蕾、艾春秀)

通讯作者:罗红, Email:luohongcd1969@163.com

accurately, which is of great value for prenatal fetal circulatory system evaluation.

KEY WORDS Ultrasonography, Doppler; Prenatal; Fetus; Middle cerebral artery; Frame rate

大脑中动脉(middle cerebral artery, MCA)的多普勒超声成像在产前胎儿循环评估中起着重要作用,可通过检测收缩期峰值流速(PSV)和搏动指数(PI)对胎儿循环系统的情况做出相关评估。MCA的血流参数对于胎儿贫血、宫内窘迫、宫内生长受限和双胎输血综合征等高危妊娠的评估均有重要临床价值^[1-3]。而MCA血流频谱的最大值对应于PSV值,其取决于多普勒超声的时间分辨率^[4]。随着现代超声设备和技术的发展,可通过更改多普勒预置,包括:降低深度、缩窄扫描范围、高清晰度放大和缩窄彩色多普勒取样框、实现帧频的优化、提高时间分辨率。本研究通过分析常规多普勒预设置和优化的多普勒预设置中MCA的PSV和PI测值间的差异,探讨MCA的最佳检查方法和最客观的血流动力学指标,为临床评估胎儿宫内生长发育情况提供准确、真实的血流动力学基础。

资料与方法

一、临床资料

选取2018年3月至2019年3月在成都市西区医院产科超声室行妊娠中晚期胎儿超声检查的孕妇659例,年龄18~42岁,平均(28.4±4.5)岁;孕20~40周,平均孕(31.5±6.2)周。孕妇纳入标准:无高血压病、糖尿病、肾病,既往无不良孕产史,末次月经准确,超声测得的胎儿生长指标与其孕周相符。排除标准:多胎妊娠、异常妊娠(如畸形或染色体缺陷的胎儿、胎膜早破和宫内生长迟缓)及相关的母体疾病者。本研究经成都市西区医院医学伦理委员会批准,所有孕妇均知情同意。

二、仪器与方法

使用GE Voluson E 8 彩色多普勒超声诊断仪, RAB-4-8-D 凸阵容积探头,频率1.5~9.5 MHz。所有孕妇均取仰卧位,先对胎儿生长发育及附属结构进行检查,排除异常情况后,将超声探头置于胎儿头部蝶窦和乳突旁水平,向颅底偏转探头显示成对蝶骨大翼后,开启彩色多普勒模式,显示 Willis 环,并确定双侧 MCA,且 MCA 血流方向和声束角度应调整为 0 或尽可能接近 0;开启脉冲多普勒模式,取样容积 2~3 mm,置于 MCA 的 M1 段近中 1/3 处,取样角度 < 30°,连续获得 3~5 个完整的脉冲多普勒血流频谱,测量并记录 PSV 和 PI。为尽量减少影响因素,检测时避免对母体腹部过度施压,并在无胎动或无胎儿呼吸运动的情况下进行,然后存储多普勒图像及数据,此次测量结果设为 MCA.g。然后,由同一检查人员对 MCA 行第二次多普勒检查,扫描深度和范围尽可能降低,高清放大 MCA,启动彩色多普勒后尽可能使用狭窄的彩色多普勒取样框来显示 MCA,随后用相同方法测量 PSV 和 PI,存储多普勒图像及数据,将此次测量结果设为 MCA.o。两次检查均选择相同的预设参数作为默认设置, MCA.g 测量帧频以 5 Hz 为常规标准, MCA.o 测量帧频以 > 15 Hz 为优化后帧频,所有检查均由同一具有 5 年以上产科超声检查经验的医师完成。

三、统计学处理

应用 SPSS 21.0 统计软件,计量资料以 $M(P_{25}, P_{75})$ 描述,两组间比较行秩和检验。应用 Graphpad 6.0 软件绘制散点图,采用 Spearman 相关分析法分析两次 PSV、PI 测值与孕周的相关性,并采用线性回归分析 PSV、PI 与孕周的相关性,建立回归方程。 $P < 0.05$ 为差异有统计学意义。

结果

一、不同帧频下测量胎儿 MCA 血流动力学指标比较

优化设置后测得的 MCA.o-PSV 和 MCA.o-PI 均明显高于常规设置测得的 MCA.g-PSV 和 MCA.g-PI (均 $P < 0.001$)。见表 1 和图 1, 2。

表 1 不同帧频设置下胎儿 MCA 血流动力学指标比较 $M(P_{25}, P_{75})$

预置条件	PSV (cm/s)	PI
常规设置	43.53(29.00, 54.82)	1.61(1.38, 1.87)
优化设置	46.98(31.82, 60.01)	1.68(1.45, 1.88)
Z 值	17.795	5.097
P	<0.001	<0.001

PSV:收缩期峰值流速;PI:搏动指数

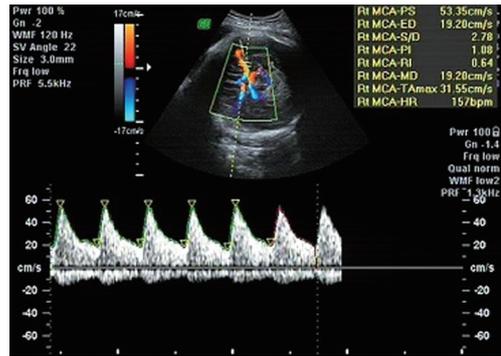


图 1 常规设置下测得 PS 为 53.35 cm/s, PI 为 1.08

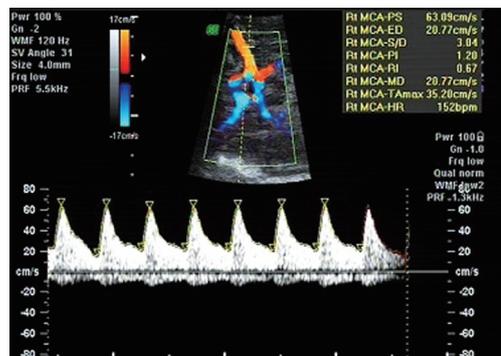


图 2 优化帧频后测得 PS 为 63.09 cm/s, PI 为 1.20

二、相关性分析

1. MCA.g-PSV、MCA.o-PSV 与孕周均呈正相关 ($r=0.853$ 、 0.867 , 均 $P < 0.001$), 二者之间的差异随孕周增加而增大; 回归

方程分别为: $MCA.g-PSV=2.104 \times \text{孕周} - 23.452$, $MCA.o-PSV=2.298 \times \text{孕周} - 25.283$ 。见图3。

2. $MCA.g-PI$ 、 $MCA.o-PI$ 与孕周均非线性相关, \leq 孕28周时 $MCA.g-PI$ 和 $MCA.o-PI$ 均与孕周呈正相关($r=0.300$ 、 0.291 , 均 $P<0.001$), 回归方程分别为: $MCA.g-PI=-0.050 \times \text{孕周} + 0.435$, $MCA.o-PI=-0.048 \times \text{孕周} + 0.519$; $>$ 孕28周时 $MCA.g-PI$ 和 $MCA.o-PI$ 均与孕周呈负相关($r=-0.601$ 、 -0.517 , 均 $P<0.001$), 回归方程分别为: $MCA.g-PI=-0.065 \times \text{孕周} + 3.996$, $MCA.o-PI=-0.061 \times \text{孕周} + 3.861$ 。见图4。

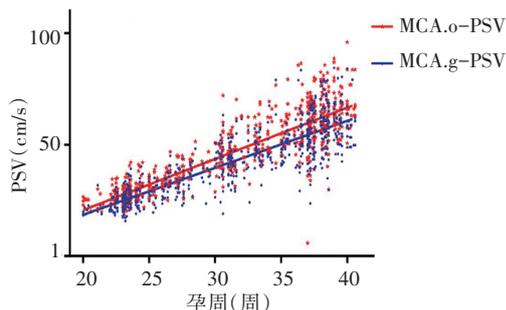


图3 孕20~40周不同帧频设置下PSV与孕周的关系

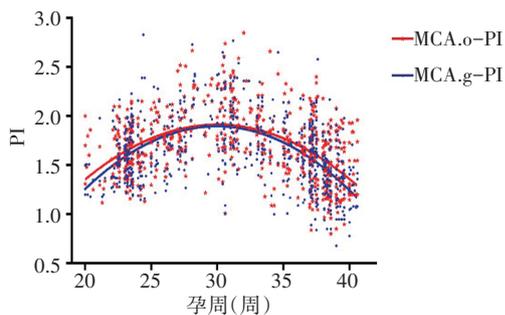


图4 孕20~40周不同帧频设置下PI与孕周的关系

讨 论

MCA是颈内动脉的最大分支,承担大脑半球80%的血供,可以直接反映胎儿脑循环的发育状态,临床上对患有胎儿贫血、宫内生长迟缓或双胎输血综合征等高危妊娠者,均建议行胎儿MCA超声检查监测^[5]。Mari^[2]将MCA的PSV测值高于中位数1.5倍作为产前诊断中重度Rh同种免疫性胎儿贫血的一项重要指标,同时发现生长发育迟缓的胎儿MCA的PI显著低于正常妊娠胎儿($P<0.05$)。本研究旨在优化多普勒超声帧频,提高时间分辨率,以提高超声检测胎儿MCA多普勒血流参数PSV和PI的准确性。

目前临床对MCA的超声检查包括测量MCA窗口的正确位置、选择最佳测量平面及探头频率、取样线夹角、取样容积放置位置和大小,以及多普勒脉冲重复频率的设置等^[6],对于多普

勒帧频未硬性设置。在超声成像系统中,帧频与扫描线数、扫描深度三者的乘积为常数,三个常数互相关联,若要提高帧频,必须降低扫描深度和宽度。在彩色多普勒成像中,一般以较窄的彩色取样框配以大角度范围的二维图像来提高彩色成像帧频,便于快速血流的检测。帧频越高,同一时间段内采集的信息越多,高速通过的血流就很容易被捕捉和显示。本研究结果显示,在常规测量MCA血流参数的基础上,将扫描范围深度及宽度设置降低,并通过高清放大MCA及缩小彩色多普取样框的宽度进一步优化帧频(其对应于较高的时间分辨率),不但能改善多普勒血流成像质量,还可使色彩更亮,强度更高,更能准确地检测MCA血流参数,优化设置后的PSV和PI测值均较常规设置测值更高(均 $P<0.001$),且二者在晚孕期差异更加明显。分析原因可能是随着孕周的增加,胎儿心脏收缩力增强,脑组织外周血管阻力减低,MCA血流速度增快。因此,提高多普勒帧频更有利于准确检测高速血流参数。

本研究的不足:①MCA M1段采集点的定位是通过目测取样,并进行多普勒测量,可能降低测量的准确性;②部分晚孕期胎儿胎头进入母体骨盆太深,无法获得最佳切面,导致测得的血流动力学指标存在一定误差。今后的研究还需探寻不同胎儿体位和母体体质指数对MCA测量的影响。

综上所述,优化多普勒超声设置提高帧频可提高MCA的PSV和PI测值,对评估产前胎儿循环系统有重要作用,有助于产科医师根据MCA的血流动力学指标来诊断和评估不良妊娠,进一步提高优生优育。

参考文献

- [1] Khalil AA, Morales-Rosello J, Morlando M, et al. Is fetal cerebroplacental ratio an independent predictor of intrapartum fetal compromise and neonatal unit admission? [J]. *Am J Obstet Gynecol*, 2015, 213(1):54.
- [2] Mari G. Middle cerebral artery peak systolic velocity for the diagnosis of fetal anemia: the untold story [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, 25(4):323-330.
- [3] Slaghekke F, Kist WJ, Oepkes D, et al. Twin anemia-polycythemia sequence: diagnostic criteria, classification, perinatal management and outcome [J]. *Fetal Diagn Ther*, 2010, 27(4):181-190.
- [4] 叶为疆,郭宁,王丛知,等.基于超声平面波的功率多普勒成像方法研究[J]. *集成技术*, 2015, 4(3):79-85.
- [5] Bhide A, Acharya G, Bilardo CM, et al. ISUOG practice guidelines: use of Doppler ultrasonography in obstetrics [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2013, 41(2):233-239.
- [6] 黄宇星,张春晓,程敬之.超声相控阵扇扫诊断仪中提高帧频的新方法[J]. *声学技术*, 1994, 19(3):97-101.

(收稿日期:2019-04-24)