

# 多普勒技术在产科的临床应用基础

何冠南 杨家翔

(四川省妇幼保健院,四川 成都 610031)

**【摘要】** 随着超声技术的发展,多普勒技术在产前诊断中的应用也越来越广,可无创伤性地探测血流方向、血流速度、血流速度的变化及组织之间的运动,尤其是彩色多普勒超声大大地提高了先天性血管畸形的检出率。本文将对多普勒技术在产科的临床应用做一综述。

**【关键词】** 超声多普勒;产前诊断;血流监护

**【中图分类号】** R445.1 **【文献标识码】** A

随着超声技术的不断发展,多普勒技术的不断改进,在产科超声诊断中,多普勒技术已经占据越来越重要的位置。成为产前超声检查中必不可少的一种工具。

## 1 多普勒技术的原理<sup>[1]</sup>

奥地利学者 Christian Doppler 于 1842 年首先发现声源频率与声源接受体所接受到的声频率之间的差值,也因此命名为 Doppler 效应。由此为基础,应用于产科超声检查中,可无创伤性地探测血流方向、血流速度、血流速度的变化及组织之间的运动。

## 2 超声多普勒分类

2.1 频谱多普勒 探头发射的声束与移动目标反射所产生的频移值以频谱形式显示,反应血流速度、方向、血细胞相对量等。

2.1.1 脉冲超声波多普勒 获取取样线上容积区内的血流频谱图,具距离选通。

2.1.2 连续超声波多普勒 获取整个取样线上的血流频谱图,无距离选通。

2.1.3 高脉冲重复频率多普勒 具距离选通,但能获取相对高的血流信号。

2.2 彩色多普勒

2.2.1 彩色多普勒血流成像 即在二维超声图的

基础上,用彩色图像实时显示血流的方向和相对的速度。规定以红色表示朝向探头运动的血流方向,以蓝色表示背离探头运动的血流方向,若为湍流则混以绿色成为五彩镶嵌。因此,在胎儿超声诊断中,我们经常会应用血流的颜色判定血流的方向,以诊断瓣膜的反流,血管的狭窄及发育异常等。

2.2.2 彩色多普勒能量图 彩色多普勒血流成像是通过多普勒频移及其变化来反映血流速度,方向和加速度变化,因此对一些低速血流的检测受到限制。多普勒能量图则是通过多普勒信号的幅度来提供信息来源,因此可鉴别低速血流。但因幅度的平方值与声速的角度无关,因此,不能显示血流的速度和方向。在产科超声的应用中,因胎儿血流动力学的特殊性,室间隔缺损、大脑动脉环等血流速度低,彩色多普勒成像不易检出,此时通过彩色多普勒能量图则能清晰显示。

2.2.3 彩色多普勒速度能量图 既利用了彩色多普勒能量图的敏感性又利用了彩色多普勒速度图的方向性,其优点及缺点正好互补。

## 3 常用多普勒测量指标<sup>[2]</sup>

应用多普勒技术评价母胎的循环时<sup>[3]</sup>,常由于扫查的血管过小或者弯曲,以至于不能获得多普勒声速与血管之间的夹角数或者不能调整扫查的角度至 60°以下,因此在临床应用中血流速度,容积及血流量的测定和计算是不可取的。因此在产科多普勒

测量中常用的指标包括 PI、RI、S/D 值,3 项测定值高度相关<sup>[4]</sup>。

3.1 阻力指数(resistance index;RI)=

$$\frac{\text{收缩期峰值流速(MAX)} - \text{舒张末期流速(MIN)}}{\text{收缩期峰值流速(MAX)}}$$

3.2 搏动指数(pulsatility index;PI)=

$$\frac{\text{收缩期峰值流速(MAX)} - \text{舒张末期流速(MIN)}}{\text{时间平均最高流速(TMAX)}}$$

3.3 收缩期最大峰值流速/舒张末期最低流速比值(systolic/dystolic;S/D)=

$$\frac{\text{收缩期最大峰值流速(MAX)}}{\text{舒张末期最低流速(MIN)}}$$

同时静脉搏动指数是目前描述静脉波形最常用的指标。

#### 4 多普勒技术在产科的应用基础

胎盘的血液循环时母体与胎儿交流的基本保障,它共有两套血液循环系统,并在各自的封闭的管道中循环。这两套系统,通过胎盘屏障进行新陈代谢的交换。

4.1 母体-胎盘血液循环系统 妊娠开始,胚泡植入后,子宫内膜增厚并发生少量淋巴细胞和巨噬细胞浸润,随之,靠近植入部位的毛细血管扩大变成血窦。胚胎继续发育,子宫动脉共分出 80~100 条螺旋动脉分布在子宫内,将含氧量高并富含营养物质的母血送至这个间隙,与胎儿血进行物质交换。相邻绒毛间隙中的血液可相互沟通。基蜕膜以及由其形成的绒毛间隙、胎盘隔、通过螺旋动脉喷入绒毛间隙中形成的血池共同构成母体-胎盘血液循环。彩色多普勒可以动态反映这种血液循环的结构,亦可得到血流的频谱。

4.2 胎盘-胎儿血液循环 胎儿血液通过脐动脉进入胎盘,脐动脉进入胎盘后反复分支,最终分支为毛细血管网,与母体进行气体和物质交换,代谢产物及二氧化碳得以排除,氧气及有用物质进入毛细血管网,最后汇合成脐静脉供给胎儿营养。

4.3 胎儿体循环 多普勒超声能够得到从原始心血管形成到整个循环系统的建立的过程。能充分的显示胎儿期独特的血流动力学及全身的血管网络。

#### 5 多普勒技术在产科的临床应用<sup>[2]</sup>

5.1 对先天性心脏畸形的诊断 先天性心脏畸形往往导致心功能异常,从而导致血液动力学改变,这些改变在早孕期静脉导管多普勒超声时就可检测到。胎儿心脏结构十分微小,常常单纯用二维超声来显示微小结构会不够清晰及难以做出诊断。应用多普勒超声显著提高了心血管畸形的检出率。例如:肺动脉瓣的缺如,二维超声肺动脉内径可增宽,亦可没有改变,彩色多普勒扫查时,可见在心脏搏动周期内,肺动脉内红蓝交替的往返血流信号(图 1)。频谱多普勒显示肺动脉内呈双期双向血流频谱,收缩期前向血流与舒张期反向血流速度、频谱宽度等均相似,血流速度无明显增加。此为诊断该疾病的重要标准。显示室间隔缺损的过隔血流信号,特别是胎儿室间隔肌部缺损(图 2),几乎所有病例在二维超声上都无明显的改变,而经彩色多普勒扫查时,可见明显的过隔血流信号。

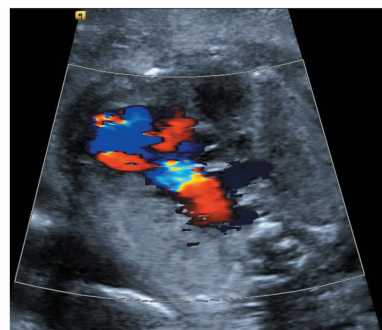


图 1 肺动脉瓣缺如,经彩色多普勒检查可见肺动脉红蓝交替的往返血流信号

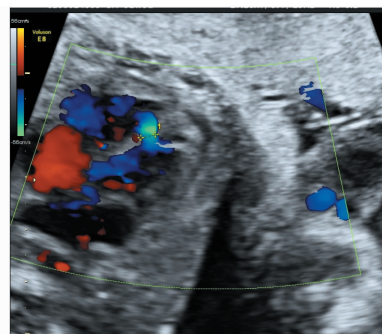


图 2 胎儿室间隔近心尖部缺损,经彩色多普勒可见过隔血流信号

5.2 对先天性血管畸形的诊断 多普勒超声,尤其是彩色多普勒超声大大地提高了先天性血管畸形的

检出率。比如单脐动脉、静脉系统畸形等。彩色多普勒亦提高了诊断水平,能有效的区分单纯囊性占位抑或是血管源性疾病。

5.3 对胎儿心律失常的超声诊断 胎儿超声心动图是目前最为有效的无创方法,它通过直接观察心房壁、心室壁、心脏瓣膜及心脏内的血流运动,不但可以确定心律失常的存在,还可以辨认心律失常的类型。在五腔心切面上,将取样容积置于心室内的流入道与流出道交汇处,可以同时记录到二尖瓣及主动脉瓣血流频谱,以此来了解心房和心室的收缩情况及它们之间的相互关系。

### 6 在母胎血流监护中的应用

目前主要应用于母胎血流监护的血管有母体双侧子宫动脉、胎儿脐动脉、胎儿大脑中动脉、静脉导管、脐静脉等。在正常妊娠情况下,子宫动脉(图3)血流阻力是随着孕期延长而降低。然而,在胎盘发育不全而导致妊娠高血压综合征和胎儿宫内生长受限时,子宫动脉血流阻力反而增高<sup>[5]</sup>。因此大量的临床研究用于在早孕期和中孕期进行多普勒超声检测子宫动脉来预测妊娠高血压综合征和胎儿宫内生长受限。脐动脉是胎儿时期特殊的血管分支,随着孕周的增加,S/D比值降低,RI和PI指数降低<sup>[6,7]</sup>(图4),利用这一特性,在高危孕妇中,脐动脉多普勒超声的改变可用于胎儿宫内监护,指导临床决定分娩时间。大脑中动脉(图5)是大脑血液供应的主要血管之一<sup>[8]</sup>。随着孕周增加,大脑中动脉血流阻力降低,血流速度增高。在胎儿出现缺氧和贫血时,大脑中动脉血流阻力降低血流速度增加,以保证大脑血液供应,这一现象被称为大脑保护效应。这一生理改变,可以通过多普勒超声来检测到,同样可用于高危孕妇的评估。静脉导管(图6)是胎儿期的特殊血管分支,它携带高含氧血液直接进入下腔静脉,到右心房,通过卵圆孔到左心房,经左心室进入主动脉,供应大脑。因其特殊位置和连接,检测静脉导管血液动力学直接反映胎儿心功能。正常情况下,静脉导管总是前向血流,当出现新房收缩峰消失或反向时,提示预后不良<sup>[9,10]</sup>。

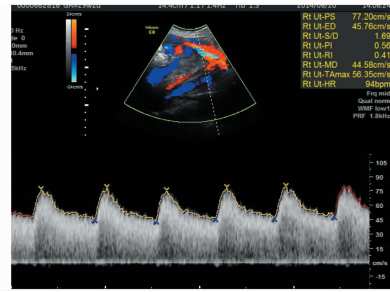


图3 中孕期孕妇左侧子宫动脉血流频谱图

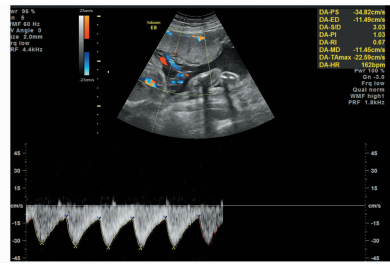


图4 中孕期胎儿脐动脉血流频谱图

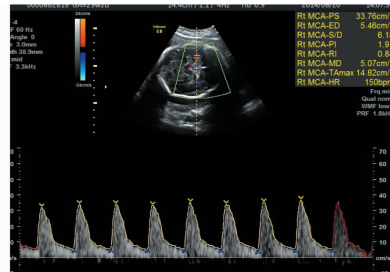


图5 中孕期胎儿大脑中动脉血流频谱图

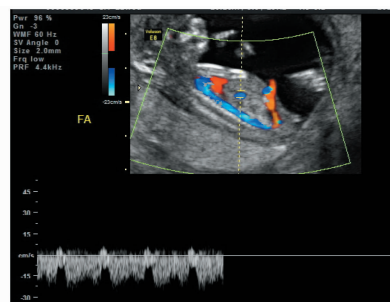


图6 11~13<sup>+</sup>6周胎儿动脉导管血流频谱

### 参考文献

[1] 周永昌,郭万学. 超声医学[M]. 4版. 北京:科学技术文献出版社,2002:13-105.  
 [2] 李胜利. 胎儿畸形产前超声诊断学[M]. 北京:人民军医出版社,2004:621633.  
 [3] 李菁华,吴青青. ISUGO 多普勒超声产科应用指南解读[J/

- CD]. 中华医学超声杂志(电子版),2013,10(10):786-790.
- [ 4 ] Ochi H, Suginami H, Matsubara K, et al. Micro-bead embolization of uterine spiral arteries and changes in uterine arterial flow velocity waveforms in the pregnant ewe[J]. Ultrasound Obstet Gynecol, 1995,6(4): 272-276.
- [ 5 ] Rotme S, Liberati M, Santolaya-Forgas, et al. Uteroplacental and intraplacental circulation. In: copel and Reed, eds. Doppler ultrasound in obstetrics and Gynecology[M]. New York;Raren Press,1995.
- [ 6 ] Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GK, et al. Refernece ranges for serial measurements of blood velocity and pulsatility index at the intraabdominal portion, and fetal and placental ends of the umbilical artery[J]. Ultrasound Obstet, 2005,26(2):162-169.
- [ 7 ] Acharya G, Wilsgaard T, Berntsen GK, et al. Refernece ranges for serial measurements of umbilical artery Doppler indices in the second half of pregnancy[J]. Am J Obstet Gynecol, 2005, 192(3):937-944.
- [ 8 ] Mari G, Deter RL, Carpenter RL, et al. Noninvasive diagnosis by Doppler ultrasonography of fetal anemia due to maternal red-cell alloimmunization. Collaborative Group for Doppler Assessment of the Blood Velocity in Anemic Fetuses [J]. N Engl J Med,2000,342(1):9-14.
- [ 9 ] Kiserud T, Eik-Nes SH, Blaas H-GK, et al. Ultrasonographic velocimetry of the fetal ductus venosus[J]. Lancet, 1991,338(8780): 1412-1414.
- [10] Kiserud T, Eik-Nes SH, Helevik LR, et al. Ductus venosus A longitudinal velocimetric study of the human fetus[J]. J Metern Feral Invest,1992,2(1):5-11.

编辑:宋文颖

(收稿日期:2014-08-12)

读者 · 作者 · 编者

本刊对参考文献格式的要求

参考文献按 GB771487《文后参考文献著录规则》采用顺序编码制著录,依参考文献在正文中首次出现的先后顺序用阿拉伯数字加方括号以角码注明,并按引用先后顺序排列于文末,一般不超过 15 篇。

各条项目之间的符号(“,”和“.”等)必须按要求使用(见下面的例子),三个以上作者保留 3 位再加“,”等(中文文献)或“,” et al”(英文文献);

期刊文献的格式举例:

- [1] Brantigan JW, Cunningham BW, Warden K, et al. Compression strength of donor bone for posterior lumbar fusion[J]. Spine, 1993,18: 1213-1221.
- [2] 张喆人,蔡春林,叶圣诞,等. 110 例 75 岁以上老年人老年人腹部手术的临床分析[J]. 中华老年医学杂志,1995,14: 336-338.

注:页码之间连接用“-”(半字线),不能用“~”;起止页码注写完整,不能用“1213-21”的形式;题目后加“[J]”表示来源于期刊文献,注意各条项目之间的标点符号书写正确。

专著文献的格式举例:

- [1] Khan MG. Cardiac drug therapy[M]. 4th ed. London: WB Saunders Company, 1995.
- [2] 罗瑞德. 传染病讲座[M]. 北京:人民卫生出版社,2002. 25-27.

注:需加出版地项目,二版和二版以上加版次,页码之间连接用“-”(半字线),不能用“~”;起止页码注写完整,不能用“1213-21”的形式,如参考全书可不加页码项目;题目后加“[M]”表示来源于专著文献,注意各条项目之间的标点符号书写正确。