

胎儿静脉导管监测的研究进展

邓学东

(南京医科大学附属苏州医院, 江苏 苏州 215002)

【中图分类号】 R445.1 【文献标识码】 A

doi: 10.13470/j.cnki.cjpd.2014.03.005

静脉导管(ductus venosus, DV)是胎儿时期特有的一根特殊而重要的血管,连接于脐静脉与下腔静脉之间,起自脐-门静脉窦、止于下腔静脉将入右心房处,为一入口较窄、出口较宽的“沙漏状”管道^[1]。入口最窄处宽约 0.7~1.5 mm,一般不超过 2 mm,全长约 1~2 cm,在胎儿期开放,出生后闭锁为静脉韧带^[2]。静脉导管是胎儿循环的一个主要调节器,可以通过改变管径来调节血管阻力,参与血液重分布,在保证脐静脉内含氧丰富的血液充分供应胎儿颅脑和心肌方面起着重要作用^[3]。

1 静脉导管解剖学及生理学特点

胎儿期存在 3 个特有的动-静脉交通通道:①卵圆孔及卵圆孔瓣,位于左、右心房之间的房间隔上,它允许血液从右心房进入左心房而不允许血液逆流;②动脉导管,存在于主动脉和肺动脉之间,将肺动脉的血导入降主动脉;③静脉导管,将脐静脉内的富氧血导入下腔静脉^[4],静脉导管作为胎儿体内 3 条动静脉交通支之一,对胎儿生长发育起着至关重要的作用。来自胎盘的富氧血通过脐静脉从脐轮处进入胎体,再进入肝脏。在肝脏内,脐静脉分成两路,一条为静脉导管,直接连接下腔静脉;另一条为门静脉,进入肝内逐段分支,最后由肝静脉回流至下腔静脉。脐静脉进入肝脏后约 53% 的血液直接通过静脉导管进入下腔静脉,剩余的 47% 则进入肝脏^[5]。由于静脉导管的管腔非常狭窄,而 53% 的脐静脉血要流经此血管,因此静脉导管的流速非常高,是胎儿静脉系统中流速最高的,通过多普勒超声可以定量测量其流速。静脉导管内血液具有很高的动能,且出口朝向卵圆孔,使其内的高氧血流束优先推

开卵圆孔瓣进入左心房,从而经过二尖瓣流入左心室、升主动脉及主动脉弓上的 3 个分支供应胎儿头部及上肢^[6]。异常胎儿在发生形态学变化之前多先有血流动力学的改变,且以静脉血流改变为主^[7]。静脉导管独特的结构和部位能反映脐静脉外周压力与中心静脉压力之间压力梯度的变化,因此静脉导管的血流频谱变化可反映胎儿心脏功能和胎儿的整体发育状况。

2 静脉导管频谱特点及超声探查方法

静脉导管频谱由“两峰两谷”构成,第一峰为心室收缩(S峰);第一谷为心室收缩末期(v谷);第二峰为心室舒张(D峰);第二谷为心房收缩(a谷)。其中,S峰流速最高,a谷流速最低。静脉导管在整个心动周期中保持前向血流,心房收缩期无反向血流是其典型特征,可区别于正常的下腔静脉和肝静脉^[8]。静脉导管的波形主要反映右心的生理状态,如心肌的顺应性和右室的舒张末期压力。因此测定静脉导管血流波形可以反映胎儿血流动力学变化,从而评估胎儿宫内状况,为临床诊断及治疗提供参考指标。经阴道超声最早可在孕 6~7 周记录到静脉导管频谱,而经腹部超声则最早要在 8~10 周才显示^[9]。彩色多普勒超声容易识别静脉导管,其颜色亮度高于周围静脉的血流信号,获取率可达 94%,甚至 100%^[8]。根据英国胎儿医学基金会(FMF)规定^[10],胎儿静脉导管血流频谱的测量方法如下:在胎儿相对安静状态下,取胎儿上腹部右旁正中矢状面,清晰显示脐静脉长轴并向胎头侧追踪,在脐静脉转向门静脉左支前可探及一细小管状结构连接至下腔静脉,彩色多普勒显示血流方向是流向心

房的、颜色亮度高于周围静脉血流信号的即为静脉导管。测量时将取样容积置于静脉导管起始处颜色最亮处,取样门大小为0.5~1.0 mm,以减少周围下腔静脉或肝静脉的干扰。调节声束与血流方向尽可能平行,校正角度 $<30^\circ$,调低壁滤波率至50~70 Hz以清晰显示a波,多普勒扫描速度应调高至2~3 cm/s以于每幅图上显示5~6个心动周期为最佳。于胎儿静息时获取静脉导管的脉冲多普勒频谱(见图1、2)。取样3次,记录如下各血流参数,包括心室收缩期峰值流速(S)、心室收缩末期流速(v)、心室舒张早期流速(D)、心房收缩期流速(a),由仪器内置的测量软件进行自动测算阻力指数(RI)及静脉搏动指数(PIV)^[11]。为安全起见,静脉导管的全部检测时间应小于5分钟^[12]。并定性观察心房收缩期a波有无消失或反向(absent or reversed end-diastolic flow, AREDF),如a波反向或消失,则视为异常^[13]。

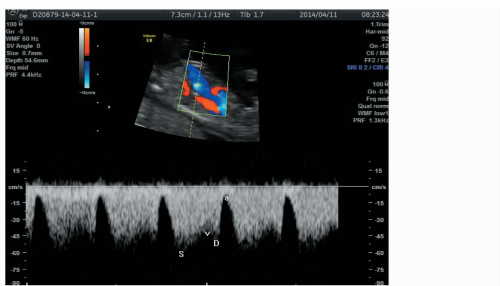


图1 正常静脉导管脉冲多普勒频谱

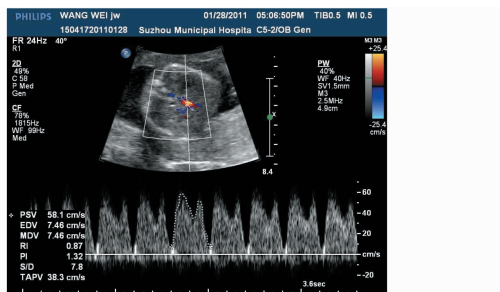


图2 静脉导管流速测量必须仅需求多普勒角度校正

3 静脉导管血流频谱的监测

胎儿静脉导管血流多普勒频谱波形可分为3型^[12], I型:在整个心动周期内无反向血流信号; II型:在心房收缩期早期出现很短时间内的反向血流

信号,随后的大部分心房收缩期内为正向血流信号; III型:在全心房收缩期内为持续的反向血流信号。

3.1 静脉导管血流频谱各定量参数与孕周的相关性 正常胎儿静脉导管频谱为单向双峰的血流信号,随着孕周的增加,“两谷两峰”的峰值流速逐渐增高,而搏动指数(PI)及阻力指数则逐渐降低^[14],这可能是由于随着孕周的增加胎儿心脏的顺应性不断完善,且心脏的后负荷随着胎盘逐渐成熟而不断降低,从而引起心室舒张末压降低所致^[15]。

3.2 静脉导管血流频谱的定性指标 由于心室收缩期、舒张期、心房收缩期峰值流速容易受多普勒取样点位置和入射角度、母亲呼吸、胎儿运动等影响^[16],可重复性较差,适宜使用心房收缩期血流a波反向或消失(AREDF)这一定性指标来评估静脉导管^[17],但是应考虑到静脉导管频谱的“正常变异”现象即假性反向a波的出现^[18]。由于静脉导管邻近下腔静脉及肝静脉,正常情况下后两者在心房收缩期为持续反向血流,极易影响静脉导管频谱,特别是在妊娠周数较小(头臀长小于60 mm即孕12周之前^[12])、静脉导管很细时,取样容积内可同时包含以上三者的血流,使静脉导管血流频谱中同时混合出现后二者的血流频谱,后二者的离心反向a波可能会被误认为是静脉导管的反向a波,从而使正常胎儿静脉导管频谱心房收缩早期出现短暂反向波(II型频谱),经调整取样线的位置和降低壁滤波率后可获取正常频谱。此现象在正常胎儿中出现频率很高,可视为一种“正常变异”现象,而非异常的静脉导管频谱,在临床应用中认识到这一点可避免出现假阳性的诊断,有利于检查结果的准确性和可重复性。另应注意较高的壁滤波率可把流速较低的正向a波滤掉,使静脉导管血流频谱的a波表现为“零”^[18],通过降低壁滤波率可避免该情况的发生。

4 静脉导管异常的临床意义

静脉导管异常包括静脉导管自身结构异常和静脉导管血流频谱异常。静脉导管自身结构异常表现为静脉导管缺失(ADV)及出生后静脉导管未闭(PDV)。静脉导管缺失少见^[19],静脉导管缺失后可形成肝内或肝外侧支循环,增加心输出量。静脉导管缺失本身不会造成严重后果,但在伴有水肿,心、内外畸形和各种染色体异常时预后不佳^[20]。静脉导管未闭罕见,表现为出生后静脉导管持续开

放^[21],肝脏内门静脉分支减少,管径变窄,伴各种肝功能异常,为退行性改变。

静脉导管血流频谱异常主要表现为a波消失或倒置(AREDF)。AREDF多由于右心房压力增高导致右心房与脐静脉间压力差异变化所致^[22],主要见于右心功能异常、染色体异常、胎儿生长受限(FGR)及双胎输血综合征(TTTS)等^[23,24]。

4.1 静脉导管血流频谱异常与胎儿心脏异常的关系 由于静脉导管与胎儿心脏密切联系,胎儿期心血管发育异常导致的血流动力学改变常可表现为静脉导管血流频谱异常,在许多心脏畸形中,又以右心系统畸形较易影响静脉导管血流频谱^[25]。当胎儿出现心脏结构或功能异常,尤其是右心系统异常时,静脉导管血流会出现相应的变化,表现为流速的下降,特别是a波的减低、缺失甚至反向。文献报道静脉导管血流频谱筛查胎儿先天性心脏畸形的敏感性和特异性可达91%和93%^[26]。Gardiner等^[27]研究发现,当右心系统畸形伴有流入或流出道梗阻时,静脉导管频谱异常率增高,多表现为较高的PI值,甚至出现舒张末期血流消失或反转(AREDF)。在对那些主要影响右心室的心脏畸形的预后评估中,Bianco等^[28]研究发现静脉导管正常组的存活率(83%)要明显高于异常组(33%)。

当发生心源性水肿时,静脉导管会出现相应波形的改变,可据此来判断胎儿水肿是否为心源性。

如存在三尖瓣反流,部分胎儿的静脉导管S峰下降或出现切迹,使测得的PI值偏低,呈现假阴性^[29],此为静脉导管频谱“假性正常化”现象,判断时应相当慎重,最好能结合脐动脉、大脑中动脉频谱等综合分析。

4.2 静脉导管血流频谱异常与胎儿染色体异常的关系 当染色体发生异常时,静脉导管血流频谱波形的异常主要体现为各峰值流速减低、或a波为零或反向(AREDF),检测早中孕期胎儿静脉导管血流频谱可以筛查染色体畸形,静脉导管血流频谱异常可作为孕早期高危胎儿及染色体异常筛查的超声标记物之一,多数研究^[30-32]发现,以AREDF为评价指标时,其敏感性与颈项透明层(NT)相似(65%~93%),而假阳性率却低于NT。Nicolaidis等^[33]在大规模研究中显示,血清学和NT筛查后中等风险的胎儿(风险率为1/100~1/1000),加用静脉导管阻力增高、鼻骨缺失、三尖瓣反流后,使唐氏综合征

的检出敏感性达90%,而假阳性率仅为2%~3%,减少了产前有创介入性诊断的比率。因此,利用静脉导管、NT及血清学检查共同筛查染色体异常的效果较佳。

4.3 静脉导管血流频谱异常与胎儿宫内生长受限的关系 如胎儿发生宫内生长受限,胎儿右心的血流动力学改变早于左心,舒张期早于收缩期。而静脉导管血流频谱正是反映右心舒张功能的良好指标,右心舒张功能减退时可表现为静脉导管各峰值流速下降(尤其是a谷),PI值上升,出现间歇性并逐渐发展为持续性的舒张末期血流消失或反转(AREDF)^[34,35]。Baschat等^[36]研究认为通过监测静脉导管血流频谱可以估测FGR胎儿的预后,频谱异常胎儿多发生宫内窘迫及死亡,此类胎儿出生后5分钟Apgar评分多较低。所以静脉导管可较好地预测胎儿生存率。

4.4 静脉导管血流频谱异常与双胎输血综合征的关系 双胎输血综合征发生于单绒毛膜囊双胎,病因为胎盘内动-静脉吻合,引起的血管压力不平衡,供血儿易发生脱水、贫血,受血儿易发生水肿、心衰,严重时可导致两胎儿的死亡。发生TTTS时,受血儿血容量增加,心脏前负荷上升,静脉导管的PI值增高;供血儿静脉导管的PI值往往也有升高,甚至出现AREDF,可能与胎盘血管阻力增高有关^[2]。静脉导管出现AREDF时被认为是TTTSⅢ期,预后多不良。

4.5 静脉导管血流频谱异常与母亲妊娠期高血压的关系 静脉导管血流频谱是反映胎盘血管阻力变化的敏感指标,而妊高征时血管床阻力增高,静脉导管搏动指数(PI)升高预测妊高征胎儿预后的特异性为92%^[37]。当静脉导管频谱出现a谷显著下降,甚至出现舒张末期血流消失或反流(AREDF)时,多提示胎儿对缺氧已无法代偿,右心功能恶化,伴有脐动脉血流异常时应立即处理。但要注意静脉导管血流频谱有时会有显著的短期变异,而且在合并脐静脉搏动波时静脉导管血流频谱异常并不表明胎儿情况恶化,需密切随访,动态监测^[38]。

4.6 静脉导管血流频谱异常与母亲妊娠期糖尿病的关系 如孕妇合并妊娠期糖尿病,胎儿长期处于高血糖环境下,胰岛素分泌增多,合成作用增加,导致心肌结构改变、心肌顺应性下降,心脏舒张功能受到影响,从而引起静脉导管的PI值上升,若合并心

肌肥厚,则PI值上升将更明显^[39]。因此PI值能较好反映心脏的舒张功能,评价胎儿心肌的受累情况。

静脉导管是胎儿时期特有的一根纤细的血管,目前尚未见其他影像学方法在该领域应用的报道。彩色多普勒超声检查由于其安全、无创、实时、方便,是产前检查胎儿的首选方法。静脉导管在胎儿期疾病预测和预后评估中的作用逐渐成为学者研究关注的热点,胎儿静脉导管的功能和临床重要性将越来越被人们所认识,静脉导管监测在产前诊断中的意义将逐渐显现。然而目前国际上尚无权威性的有关静脉导管测量的培训和认证机构,各研究中采用不同的定量评价指标和方法,导致结论差异较大,缺乏可比性,制定国内标准化测量静脉导管方案迫在眉睫。

参考文献

- [1] Martins WP, Kiserud T. How to record ductus venosus blood velocity in the second half of pregnancy[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2013, 42(2): 245-246.
- [2] 赵一理,蔡爱露,辛忠秋,等. 胎儿静脉导管多普勒血流检查在产前诊断中的应用[J]. *中国医学影像技术*, 2009, 25(5): 911-913.
- [3] Mavrides E, Moscoso G, Carvalho JS, et al. The human ductus venosus between 13 and 17 weeks of gestation: histological and morphometric studies[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2002, 19(3): 39-46.
- [4] 李胜利. 胎儿畸形产前超声诊断学[M]. 北京:人民军医出版社, 2006: 90-93.
- [5] 李丽芳,叶真. 胎儿静脉导管的研究进展[J]. *中外健康文摘*, 2013, 10(10): 393-394.
- [6] 严英榴. 产前超声诊断学[M]. 北京:人民卫生出版社, 2002: 477-478.
- [7] 赵蔚,严英榴,张蓝,等. 超声测量孕中期胎儿静脉导管参考值的临床意义[J]. *中华超声影像学杂志*, 2011, 20(6): 548-550.
- [8] 陈海燕. 胎儿静脉导管彩色多普勒超声在产前监测中的应用进展[J]. *医学信息*, 2013, 26(2): 563-564.
- [9] Makikallio K, Jouppila P, Rasanen J. Human fetal cardiac function during the first trimester of pregnancy[J]. *Heart*, 2005, 91(3): 334-338.
- [10] Nicolaides KH. The 11-13⁺6 weeks scan[R]. *Fetal Medicine Foundation*, London, 2004: 55-56.
- [11] Turan OM, Turan S, Sanapo L, et al. Semiquantitative classification of ductus venosus blood flow patterns[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2014, 43(5): 508-514.
- [12] 孟华,姜玉新,戚庆玮,等. 早孕期胎儿静脉导管频谱波型分析[J]. *中国医学影像技术*, 2007, 23(8): 1208-1209.
- [13] 谢秀芳,李丽娟,李银华,等. 彩色多普勒超声综合检测晚孕胎儿动静脉血流改变在围产儿不良结局中的价值[J]. *广东医学*, 2009, 30(7): 1068-1070.
- [14] 艾红,鱼博浪,尹益民,等. 中晚孕正常胎儿静脉导管血流动力学研究[J]. *中华超声影像学杂志*, 2006, 15(5): 371-373.
- [15] Huisman TW, Stewart PA, Wladimiroff JW. Ductus venosus blood flow velocity waveforms in the human fetus: a Doppler study[J]. *Ultrasound in Med Biol*, 1992, 18(1): 33-37.
- [16] Mavrides E, Holden D, Bland JM, et al. Intraobserver and interobserver variability of transabdominal Doppler velocimetry measurements of the fetal ductus venosus between 10 and 14 weeks of gestation[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 17: 306-310.
- [17] Borrell A, Perez M, Figueras F, et al. Reliability analysis on ductus venosus assessment at 11-14 weeks gestation in a high risk population[J]. *Prenatal Diagnosis*, 2007, 27(5): 442-446.
- [18] Geemer U, Kohl T, Smrcek JM, et al. Comparison of ductus venosus blood flow waveform indices of 607 singletons with 133 multiples at 10-14 weeks gestation: An evaluation in uncomplicated pregnancies[J]. *Arch Gynecol Obstet*, 2002, 266(4): 187-192.
- [19] 姚远,李胜利,陈秀兰,等. 静脉导管缺失的产前超声诊断[J]. *中国超声医学杂志*, 2011, 27(5): 458-460.
- [20] Sothinathan U, Pollina E, Huggon I, et al. Absence of the ductus venosus[J]. *Acta Paediatr*, 2006, 95(5): 620-621.
- [21] Yoshimoto Y, Shimizu R, Saeki T, et al. Patent ductus venosus in children: a case report and review of the literature[J]. *J Pediatr Surg*, 2004, 39(1): E1-5.
- [22] Sinkovskaya E, Klassen A, Abuhamad A. A novel systematic approach to the evaluation of the fetal venous system[J]. *Semin Fetal Neonatal Med*, 2013, 18(5): 269-278.
- [23] Favre R, Cherif M, Kohler M, et al. The role of fetal nuchal translucency and ductus venosus doppler at 11-14 weeks of gestation in the detection of major congenital heart defects[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2003, 21(3): 239-243.
- [24] Hecher K, Bilardo CM, Stigter RH, et al. Monitoring of fetuses with intrauterine growth restriction: a longitudinal study[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 18(6): 564-570.
- [25] Borrell A, Grande M, Bennasar M, et al. First-trimester detection of major cardiac defects with the use of ductus venosus blood flow[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2013, 42(1): 51-57.
- [26] 薛敏,鲁树坤. 静脉导管的多普勒血流频谱在孕早期胎儿先天性心脏畸形筛查中的研究[J]. *中国超声诊断杂志*, 2004, 5(7): 523-526.
- [27] Gardiner HM, Belmar C, Tulzer G, et al. Morphologic and functional predictors of eventual circulation in the fetus with pulmonary atresia or critical pulmonary stenosis with intact septum[J]. *J Am Coll Cardiol*, 2008, 51(13): 1299-1308.
- [28] Bianco K, Small M, Julien S, et al. Second trimester ductus venosus measurement and adverse perinatal outcome in fetuses with congenital heart disease[J]. *J Ultrasound Med*, 2006, 25(8): 979-983.
- [29] Smrcek JM, Krapp M, Axt-Flidner R, et al. Atypical ductus

venous blood flow pattern in fetuses with severe tricuspid valve regurgitation[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, 26(2): 180-182.

- [30] Antolin E, Comas C, Torrents M, et al. The role of ductus venosus blood flow assessment in screening for chromosomal abnormalities at 10-16 weeks of gestation[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2001, 17(4): 295-300.
- [31] Toyama JM, Brizot ML, Liao AW, et al. Ductus venosus blood flow assessment at 11 to 14 weeks of gestation and fetal outcome[J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2004, 23(4): 341-345.
- [32] Borrell A, Martinez JM, Seres A, et al. Ductus venosus assessment at the time of nuchal translucency measurement in the detection of fetal aneuploidy[J]. *Prenat Diagn*, 2003, 23(11): 921-926.
- [33] Nicolaides KH, Spencer K, Avgidou K, et al. Multicenter study of first-trimester screening for trisomy 21 in 75 821 pregnancies: results and estimation of the potential impact of individual risk-orientated two-stage first-trimester screening [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2005, 25(3): 221-226.
- [34] Figueras F, Puerto B, Martinez JM, et al. Cardiac function monitoring of fetuses with growth restriction[J]. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol*, 2003, 110(2): 159-163.

- [35] Picconi JL, Hanif F, Drennan K, et al. The transitional phase of ductus venosus reversed flow in severely premature IUGR fetuses[J]. *Am J Perinatol*, 2008, 25(4): 199-203.
- [36] Baschat AA, Cosmi E, Bilardo CM, et al. Predictors of neonatal outcome in early-onset placental dysfunction[J]. *Obstet Gynecol*, 2007, 109(2 Pt 1): 253-261.
- [37] Geerts L, Odendaal HJ. Severe early onset pre-eclampsia: prognostic value of ultrasound and Doppler assessment[J]. *J Perinatol*, 2007, 27(6): 335-342.
- [38] Dahlback C, Pihlsgard M, Gudmundsson S. Abnormal ductus venosus pulsatility index in the absence of concurrent umbilical vein pulsations does not indicate worsening fetal condition [J]. *Ultrasound Obstet Gynecol*, 2013, 42(3): 322-328.
- [39] Zielinsky P, Marcantonio S, Nicoloso LH, et al. Ductus venosus flow and myocardial hypertrophy in fetuses of diabetic mothers[J]. *Arq Bras Cardiol*, 2004, 83(1): 51-56.
- [40] 邓学东. 产前超声诊断与鉴别诊断[M]. 北京: 人民军医出版社, 2013: 321-323.

(收稿日期: 2014-07-29)

编辑: 宋文颖

(上接第 48 页)

胎儿染色体非整倍体检测的局限性将越来越小, 检测准确率将越来越高, 从而切实有效的推动我国的产前筛查和产前诊断工作。

参考文献

- [1] Lo YM, Corbetta N, Chamberlain PF, et al. Presence of fetal DNA in maternal plasma and serum[J]. *Lancet*, 1997, 350: 485-487.
- [2] Bianchi DW, Platt LD, Goldberg JD, et al. Genome-wide fetal aneuploidy detection by maternal plasma DNA sequencing [J]. *Obstet Gynecol*, 2012, 119(5): 890-901.
- [3] Dan S, Wang W, Ren J, et al. Clinical application of massively parallel sequencing-based prenatal noninvasive fetal trisomy test for trisomies 21 and 18 in 11 105 pregnancies with mixed risk factors[J]. *Prenat Diagn*, 2012, 32(13): 1225-1232.
- [4] 何小玲, 徐红兵. 母血胎儿游离 DNA 用于无创产前诊断染色体异常疾病准确性的系统评价[J]. *重庆医科大学学报*, 2013, 38(10): 1130-1132.
- [5] 李玉芝, 任景慧, 林琳华, 等. 大规模并行基因组测序技术应用于无创产前诊断染色体非整倍体的研究[J]. *华中科技大学学报(医学版)*, 2012, 41(4): 475-480.

- [6] 向萍霞, 刘翎, 冷培, 等. 游离胎儿 DNA 高通量基因测序技术在产前筛查的临床应用[J]. *实用妇产科杂志*, 2013, 29(10): 777-780.
- [7] Chiu RW, Akolelar R, Zheng YW, et al. Noninvasive prenatal assessment of trisomy 21 by multiplexed maternal plasma DNA sequencing: large scale validity study[J]. *BMI*, 2011, 342: 7401-7404.
- [8] Benn P, Borrell A, Cuckle H, et al. Prenatal detection of down syndrome using massively parallel sequencing (mps): a rapid response position statement from a committee on behalf of the board of the international society for prenatal diagnosis [J]. *Prenat Diagn*, 2012, 32(1): 1-2.
- [9] ACOG. Committee opinion no. 545: noninvasive prenatal testing for fetal aneuploidy[J]. *Obstet Gynecol*, 2012, 120(6): 1532-1534.
- [10] Devers PL, Cronister A, Ormond KE, et al. Noninvasive prenatal testing/noninvasive prenatal diagnosis: the position of the National Society of Genetic Counselors[J]. *J Genet Couns*, 2013, 22(3): 291-295.
- [11] 边旭明, 蒋宇林, 戚庆炜. 产前诊断, 走中国自己的道路 [J]. *中华妇产科杂志*, 2012, 47(11): 801-803.

(收稿日期: 2014-04-11)

编辑: 孟梦