

# Doppler kan Akım Hızı Dalga Şekillerinin Gebelik ve Doğum Komplikasyonlarının Belirlemedeki Tanı Değeri (\*)

Turgay ŞENER, Başar TEKİN, Ramazan BAYIRLI, Hikmet HASSA, Sinan ÖZALP, Canan BAYDEMİR

Osmangazi Üniv. Tıp Fak. Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı, Biyoistatistik Bilim Dalı, Eskişehir

## ÖZET

Şubat 1993 - Şubat 1994 tarihleri arasında kliniğimize başvuran 218 gebede Doppler ultrasonografi ile umbilikal arter kan akım hızı dalga şekli incelemesi yapıldı. İki yüz on sekiz gebenin 52'sini (% 23.8) yüksek riskli gebelik, 166'sını (% 76.2) normal gebelik oluşturuyordu. Tüm gebeler içinde umbilikal arter sistol/diastol (SID) oranı 2.7 ve üzerinde bulunan 63 olguda, SID oranı 2.7'nin altında saptanan 165 olguya göre perinatal mortalite, düşük APGAR skoru, mekonyumla boyanma, fetal distress nedenli sezaryen hızı daha fazla bulundu ( $p < 0.001$ ). SID oranı 2.7 ve üzerinde olan olgularda perinatal mortalite 1000'de 111.11 iken, birinci dakika APGAR'ın 7'den düşük olması, mekonyum boyanması, fetal distress nedenli sezaryen olma yüzdeleri sıra ile % 31.7, % 30.1, % 30.1 idi. Yüksek S/D oranının perinatal mortalite ve morbiditeyi göstermedeki sensitivitesi % 62.5, spesifisitesi % 76.8, pozitif prediktif değeri % 31.7, negatif prediktif değeri % 92.5 bulundu. Eşik SID oranı 4.2 alındığında perinatal mortalite 1000'de 217.39 olarak hesaplandı. Birinci dakika APGAR değerlendirmesinin 7'den düşük olması, mekonyum boyanması, fetal distress nedenli sezaryen olma oranları sırası ile % 82.6, % 73.9, % 82.6 olarak bulundu. Bu eşik değerinde testin perinatal morbidite ve mortaliteyi göstermedeki sensitivitesi % 55.8, spesifisitesi % 97.8, pozitif prediktif değeri % 82.6, negatif prediktif değeri % 92.3 oldu. Yüksek riskli gebelikler içinde S/D oranı 4.2'nin üzerinde olan olguların 23'ünde gebelik komplikasyonu olarak intrauterin gelişme gereliği ve gebeliğin oluşturduğu hipertansiyon saptandı.

**Anahtar kelimeler:** Doppler, Perinatal mortalite, Perinatal morbidite

## Diagnostic Value of the Doppler Blood Flow Velocity Waveform Analysis in Pregnancy and Delivery Complications

Umbilical artery Doppler blood flow velocity waveform analysis were performed in 218 pregnant between February 1993-February 1994. The group consisted of 52 (23.8 %) high risk and 166 (76.2 %) uncomplicated pregnancies. Perinatal mortality rate, low APGAR score, meconium staining, fetal distress indicated cesarean section rates were significantly high in the group of the 63 cases whose systole/diastole (SID) ratios were higher than 2.7 compared to the group of the 165 cases whose SID ratios were lower than 2.7 ( $p < 0.001$ ). Perinatal mortality rate was 111.11 % when the SID ratio was higher than 2.7. First minute APGAR score lower than 7, meconium staining, fetal distress indicated cesarean section rates were 31.7 %, 30.1 %, 30.1 %, respectively. When cut-off value was 2.7, sensitivity, specificity, positive predictive and negative predictive values were 62.5 %, 76.8 %, 31.7 %, 92.5 %, respectively. Perinatal mortality rate was 217.39 % when the ratio was over 4.2. First minute APGAR score lower than 7, meconium staining, fetal distress indicated cesarean section rates were 82.6 %, 73.9 %, 82.6 %, respectively. When cut-off value was 4.2, sensitivity, specificity, positive predictive and negative predictive values were 55.8 %, 97.8 %, 82.6 %, 92.3 %, respectively. Intrauterine growth retardation and pregnancy induced hypertension were encountered in 23 out of 38 cases whose SID ratio was higher than 4.2.

**Key words:** Doppler, Perinatal mortality, Perinatal morbidity.

## GİRİŞ

Son yıllarda intrauterin tanı aracı olarak Doppler ult-

rasonografi ile fetal kan akımı ölçümüne ilgi hızla artmıştır. Fetal iyilik halinin belirlenmesi amacı ile tekniğin ilk kullanımı 1977'de rapor edilmiştir. Fitzgerald ve Drumm umbilikal arteriyel sirkülasyonda Doppler ile kan akımı değişimlerini göstermiştir<sup>(1)</sup>. Bu yöntemin yaygın kullanıma girmesi ile, gebelikte fetal ve maternal dolaşım hakkında hemodinamik

(\*) X. Zeynep Kamil Jinek-patoloji Kongresinde tebliğ edilmiştir. 16-18 Mayıs 1994, İstanbul  
Yazışma adresi: Yrd. Doç. Dr. Başar Tekin, Deliklitaş Man. Avar sok. 15/6 26090 Eskişehir

bilgiler sağlanabilmiştir<sup>(2-3)</sup>. Doppler ultrasonografi ile fetal ve maternal damarlarda kan akımının ölçülmesi, bize gebelikte gelişebilecek komplikasyonları erken dönemde öğrenebilme olanağı vermiştir<sup>(4-9)</sup>.

Fetusun gelişmesi plasental fonksiyonun ve villöz olgunlaşmanın sekonder etkileşmesine bağlıdır (10.11) Gebeliğin oluşturduğu hipertansiyon, intrauterin gelişme geriliği (IUGG), ablatio plasenta ve maternal vasküler hastalıklarda, vasküler yatakta yüksek rezistans belirmesi sonucunda plasental perfüzyon azalmakta, diastolik kan akımında belirgin düşme olmaktadır. Sonuçta görülen S/D oranlarında artış, diastol sonu akımın olmaması veya tersine olması, fetal prognozun genellikle kötü olduğuna işaret etmektedir. Ancak, bu kriterler değişik prognostik değerlere sahiptir<sup>(12,13)</sup>. Trudinger ve ark., umbilikal arter S/D oranı 3'ün üzerinde olan gebelerde IUGG saptama sensitivitesini % 78 ve spesifitesini % 85 olarak bulmuştur<sup>(14)</sup>. Değişik çalışmalarda fetal prognozu belirlenmede umbilikal arter S/D oranlarının sensitivitesi % 20-80 arasında değişmektedir<sup>(15-18)</sup>.

Bu çalışmadaki amacımız, kendi popülasyonumuzdaki gebelerde fetal prognozu ve gebelik komplikasyonlarını değerlendirmede umbilikal arter S/D oranının önemini ortaya koymak ve perinatal mortalite ve morbidite ilişkisini belirlemektir.

## MATERYAL ve METOD

Şubat 1993 - Şubat 1994 tarihleri arasında Osmangazi Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları ve Doğum Anabilim Dalı Kliniği'ne başvuran rastgele seçilmiş 218 gebede umbilikal arterde Doppler ultrasonografi ile dalga formu incelemesi yapıldı. İkiyüz onsekiz gebenin 52'sini (% 23.8) yüksek riskli gebelik, 166'sını (% 76.2) normal gebelik oluşturuyordu. Yüksek riskli gebelik kriterleri olarak, takiplerde gebeliğin oluşturduğu hipertansiyon (PIH) tablosu gelişmesi, intrauterin gelişme geriliği saptanması, gebelik ve diyabet, gebelik ve kalp hastalığı, etkilenmiş Rh uyumsuzluğu kabul edildi. Doppler ile dalga formu ölçümleri 20-42. gebelik haftaları arasında 4 hafta aralıkla tekrarlandı. Ölçümlerde, "pulse-wave Doppler" modülü olan Toshiba Sonolayer SSA - 250A ultrasonografi cihazı kullanıldı. Supine yarı uzanır pozisyonda Doppler transducer uterus üzerine transabdominal yerleştirildi; fetal apne ve hareketsizlik dönemi tespit edildi. Aynı görünümde 5 dalga elde edildikten sonra görüntü doldurularak pik sistolik ve end diastolik değerleri ölçülerek kaydedildi.

Çalışmamıza alınan gebelerin umbilikal arterden yapılan dalga formu ölçümlerinden sonra elde edilen bulgular, kli-

nik sonuçlar ile karşılaştırıldı. Otuzikinci gebelik haftasına kadar olan ölçümler klinik prognoz ile ilişki göstermediğinden 32-42. haftalar arasındaki ölçümler değerlendirildi. Klinik değişkenler olarak, yaş, gravida, gebelik haftası, gebelik komplikasyonu, eylemde fetal distres, mekonyum ile boyanma, doğum şekli, doğum ağırlığı, APGAR skorları, perinatal mortalite alındı. Sonuçlar Fakültemiz Bioistatistik Bilim Dalı'nda ki-kare ve Wilcoxon-T yöntemiyle değerlendirildi.

## BULGULAR

İkiyüz onsekiz gebenin 166'sı normal gebelik, 52'si yüksek riskli gebelik idi. Normal gebelerin yaş ortalaması 26.0±3.4 yıl, gebelik yaşı ortalaması 36.4±3.2 hafta, gravidalannın ortalaması 3.5±2.1, doğum ağırlığı ortalaması 3500±400 gr bulundu. Yüksek riskli grupta bu değerler sırası ile 25.4±3.0 yıl, 34.4±2.8 hafta, 2.8±1.4 ve 2500±240 gr idi. Yüksek riskli gebelik grubu ile karşılaştırıldığında doğum ağırlığı hariç istatistiksel bir fark yok idi. İki grup arasında doğum ağırlığı farklılığı anlamlı bulundu (p<0.001).

İkiyüz onsekiz gebenin umbilikal arter dalga formu ölçümleri 32-42 hafta arasında değerlendirilerek ölçümlerin ortalaması alındığında 2.7±0.05 değeri bulundu. Bu değer eşik değer olarak alındığında, herhangi bir gebelik haftasında S/D oranı 2.7'nin üzerinde olan olgularda perinatal mortalite hızı binde 111.11 iken, S/D oranı 2.7'nin altında olan olgularda binde 25.83 olduğu görüldü (p<0.001). Öte yandan yüksek riskli gebelik komplikasyonlarının olduğu 52 olguda ortalama değer 4.2±0.28 olması göz önüne alınarak eşik değer 4.2 alındığında perinatal mortalite hızları arasında önemli istatistiksel fark gözlemlendi (Tablo 1) (p<0.001).

S/D oranı eşik değeri 2.7 alındığında bu değer üzerindeki olgularda perinatal morbidite 2.7'nin altındaki olgulara göre artmış olarak saptandı. S/D oranı 2.7'nin üzerinde olan 63 olgudan 20'sinde (% 31.7) fetüslerin 1.dk ve 5.dk APGAR'ları 7'nin altında iken, 19 (% 30.1) mekonyum ile boyanma, 19 (% 30.1) fetal distres nedeni ile sezaryen ameliyatı yapıldı. S/D oranı 2.7'nin altında olan 155 olguda sırasıyla oranlar % 4.6, % 5.8, % 5.1 olarak bulundu (p<0.001). Aynı şekilde, S/D oranı eşik değeri 4.2 alındığı durumlarda fetal morbidite oranlarında daha da belirgin bir artış olduğu saptandı (Tablo 2) (p<0.001).

**Tablo 1. Umblikal arter S/D oranı ve perinatal mortalite arasındaki ilişki**

Umblikal arter	n	İn Utero ölüm	Neonatal ölüm	Perinatal mortalite (% 0)	p
>2.7	63	2	5	111.11	<0.001
<2.7	155	-	4	25.81	
≥4.2	23	2	3	217.39	<0.001
<4.2	195	-	4	20.51	

**Tablo 2. S/D oranı ile fetal morbidite arasındaki ilişki**

Umblikal arter S/D oranı	n	1.dk veya 5.dk APGAR<7	Mekonyum boyanması	Fetal Distres nedeni sezaryen	p
>2.7	63	20(% 31.7)	19 (% 30.1)	19 (% 30.1)	<0.001
<2.7	155	7 (% 4.6)	9 (% 5.8)	8 (% 5.1)	
≥4.2	23	19 (% 82.6)	19 (% 73.9)	19 (% 82.6)	<0.001
<4.2	195	24 (% 12.3)	21 (% 10.7)	20 (% 10.2)	

**Tablo 3. S/D oranının eşik değeri 2.7 olarak alındığında perinatal prognozu belirlemedeki tanısal gücü**

Umblikal arter S/D oranı	perinatal morbidite (+) veya mortalite (+)	Perinatal morbidite (-) ve mortalite (-)	Toplam
>2.7	20	43	63
<2.7	12	143	155
Toplam	32	186	218

Sensitivite: % 62.5      Pozitif prediktif değer: % 31.7  
Spesifisite: % 76.8      Negatif prediktif değer: % 92.5

S/D oranı eşik değeri 2.7 alındığında perinatal morbidite ve mortaliteyi göstermedeki diagnostik değerleri; sensitivite % 62.5, spesifisite % 76.8, pozitif prediktif değer % 31.7, negatif prediktif değer % 92.5 olarak bulundu (Tablo 3).

S/D oranı 4.2 üzerinde olan olgularda gebeliğe bağlı hipertansiyon ve IUGG görülme sıklığı artmış bulundu (Tablo 4). S/D oranı 4.2'nin altında olan olgularla karşılaştırıldığında bu değer üstündeki ölçümlerin gebelik komplikasyonlarını saptamada yüksek derece anlamlı olduğu gözlemlendi ( $p<0.001$ ).

Eşik değeri 4.2 olarak alındığında; perinatal prognozu göstermedeki sensitivitesi % 55.8, spesifisitesi %

**Tablo 4. Yüksek riskli gebelik komplikasyonlarında S/D oranı**

Umblikal arter S/D	PIH	IUGG	Gebelik komp. (-)	Toplam
> 4.2	18	10	-	38
< 4.2	2	3	166	180
Toplam	20	13	166	218

$p<0.001$

**Tablo 5. S/D oranı eşik değeri 4.2 olarak alındığında perinatal prognozu belirlemedeki tanısal gücü**

Umblikal arter S/D oranı	perinatal morbidite (+) veya mortalite (+)	Perinatal morbidite (-) ve mortalite (-)	Toplam
>4.2	19	4	23
<4.2	15	180	195
Toplam	34	184	218

Sensitivite: % 55.8      Pozitif prediktif değer: % 82.6  
Spesifisite: % 97.8      Negatif prediktif değer: % 92.3

97.8, pozitif prediktif değeri % 82.6, negatif prediktif % 92.3 bulundu (Tablo 5).

## TARTIŞMA

Doppler ultrasonografi, Obstetrik'de fetal kalp, aorta, periferik damarlar ve umbiliko-plasental vasküler hastalıkların teşhisinde kullanılan non-invaziv bir yöntemdir. Doppler kan akım hızı ölçüm tekniği farklı fetal lokalizasyonlarda uygulanmakta ve fetal sirkülasyondaki hemodinamik yapı hakkında bilgi sağlamaktadır. Bunlardan biri olan umbilikal arter Doppler kan akım hızı ölçüm çalışmaları riskli gebeliklerin değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Anormal Doppler kan akım hızı ölçümleri ile kötü perinatal prognoz ve gebelik komplikasyonları arasında önemli ilişkilerin olduğu gösterilmiştir.

Doppler dalga formu analizinde en önemli kriter S/D oranıdır. Burada S/D oranını arttıran faktör, diastol sonu kan akımının azalmasıdır. Çeşitli nedenlerle plasental yataktaki vasküler direncin artması durumunda, umbilikal diastol sonu kan akımının azaldığı ileri sürülmektedir. Gerçekten de, gebe koyunlarda

yapılan deneylerde umbilikal damarların ve kotiledonların sirkülasyonu embolize edildiğinde periferik vasküler dirençte artış ve diastolik kan akımında azalma ile birlikte umbilikal arter S/D oranında artma gözlenmiştir \*<sup>19</sup>

Newnham ve ark.'nın yaptıkları çalışmanın sonuçları anormal S/D oranlarının yüksek riskli gebeliklerin değerlendirilmesinde yararlı olduğu şeklindedir ^\ Kofinas ve ark.'na göre anormal S/D oranları, IUGG, düşük doğum ağırlığı, perinatal mortalite ve morbidite ile ilişkilidir <sup>(20)</sup>. Schulman ve ark.'nın yaptığı bir çalışmada S/D oranı 3'ün üzerinde bulunan 42 olguda, yenidoğan doğum ağırlığı düşük bulunmuş ve daha fazla oranda yenidoğan yoğun bakımına gereksinim oluşmuştur. Bu grupta sezaryen ameliyatı oranı % 26, perinatal mortalite hızı binde 40'tır <sup>(21)</sup>. Bizim olgularımızda eşik S/D oranı 2.7 alındığında sezaryen ameliyatı oranı % 30.1, perinatal mortalite hızı binde 111.11 hesaplanmış; S/D oranı 4.2'nin üzerinde ise perinatal mortalite binde 217.39'a çıkmaktadır. Çalışmamızda perinatal mortalitenin literatürden daha yüksek çıkmasının nedenini neonatoloji olanaklarımızın sınırlı olmasından kaynaklanabileceğini düşünüyoruz. Öte yandan fetal distres'in indirekt göstergesi olarak kabul edilen düşük APGAR skoru ve mekonyum boyanmasının, S/D oranının artmasına paralel artışı dikkat çekici bulunmuştur.

Trudinger, 172 gebe üzerinde yaptığı çalışmasında S/D oranı 6 ve üzerinde olan gebelerde hipertansiyon ve IUGG riskini artmış olarak saptamıştır @2)# Schulman ve ark. diastol sonu akım hızı azalmış olgularda intrauterin gelişme geriliği ve hipertansiyon görülme oranını % 30 olarak bulmuştur <sup>(23)</sup> Çalışmamızda S/D oranı 4.2 ve üzerinde olan olgularda gebeliğin oluşturduğu hipertansiyon riski % 47.6 (18/38), intrauterin gelişme geriliği % 26.9 (10/38) olmuştur. Sonuçlar literatüre yakın olup aradaki fark eşik değer farklı olmasından kaynaklandığı şeklinde yorumlanmıştır.

Umbilikal arter Doppler kan akım hızı dalga şekli analizinin perinatal mortalite ve morbiditeyi gösterme spesifitesi çalışmalarda % 72-95 arasında değişmektedir <sup>(24-25)</sup>. Bizim çalışmamızda S/D oranı 2.7'nin üzerinde olduğunda perinatal mortalite ve morbiditeyi gösterme spesifitesi % 76.8 iken, S/D

oranı 4.2'nin üzerinde olduğunda spesifite % 97.8'dir. Buna karşın sensitivite daha düşük olup sırasıyla % 62.5 ve % 55.8 dir. Eşik değeri değiştirerek bir testin sensitivitesi ve spesifitesinin aynı anda birlikte arttırılmadığı bilinmektedir. Burada spesifitenin belirgin artışına karşılık sensitivitede hafif bir azalma görülmüş olması, eşik değer 4.2 olarak alınmasının fetal prognozu daha iyi yansıtacağı şeklinde yorumlanabilir. Yani S/D oranı 4.2'nin altında ise perinatal morbidite veya mortalite ile karşılaşma ihtimali düşüktür. Diğer taraftan, eşik değer 4.2 alındığında negatif prediktif değer azalması çok az değişirken, pozitif prediktif değer % 31.7'den % 82.6'ya yükselmekte, yalancı pozitiflik belirgin olarak azalmaktadır. Ancak bu durumda bir kısım riskli olgular gözden kaçabileceğinden perinatal morbidite ve mortalite hızları artmaktadır.

Sonuç olarak, antepartum takipler sırasında hangi S/D oranını müdahale sınırı olarak alınması gerektiği tartışmalı olsa da S/D eşik değer olarak 4.2'nin alınmamasının daha uygun olacağı kanısındayız. Doppler ölçümleri tek başına yüksek riskli gebelikleri takip etmede ve perinatal prognozu belirlemede yeterince güçlü olmadığı bu nedenle de fetal iyilik hali testleri ile desteklenmesi gerektiği inancındayız.

## KAYNAKLAR

1. **Manlik D:** Basic principles of Doppler US applied in obstetrics. *Obstet Gynecol Clin North Am* 17(1):628-635, 1990.
2. **Schulman H, Ducey J, Farmakides G, et al:** Uterine artery Doppler velocimetry: the significance of divergent systolic/diastolic ratios. *Am J Obstet Gynecol* 157:1539-42, 1987.
3. **Brar HS, Medearis AL, De Vore GR, Piatt LD:** Maternal and fetal blood flow velocity waveforms in patients with preterm labor: relationship to outcome. *Am J Obstet Gynecol* 161:1519-22, 1989.
4. **Trudinger BJ, Stevens D, Connelly AN, et al:** Umbilical artery flow velocity waveforms and placental resistance: the effect of embolization of the umbilical circulation. *Am J Obstet Gynecol* 32:669-773, 1986.
5. **Trudinger BJ, Giles WB, Cook CM:** Uteroplacental blood flow velocity-time waveform in normal and complicated pregnancy. *Br J Obstet Gynaecol* 92:39-45, 1985.
6. **Brar HS, Medearis AL, De Vore GR, Piatt LD:** Maternal and fetal blood flow velocity waveform in patients with preterm labor: effect of tocolytics. *Obstet Gynecol* 72:209-14, 1988.
7. **Campbell S, Pearce MF, Hackett G, et al:** Qualitative assessment of uteroplacental blood flow: early screening test for high risk pregnancies. *Obstet Gynecol* 68:649-53, 1986.
8. **Arduini D, Rizzo G, Romanini C, et al:** Uteroplacental blood flow velocity waveform as predictors of pregnancy induced hypertension. *Eur J Obstet Gynecol Reprod Biol* 26:335-41, 1987.
9. **Jacobson SL, Imhof R, Manning N, et al:** The value of Doppler assessment of the uteroplacental circulation in predicting preeclampsia or intrauterine growth retardation. *Am J Obstet Gynecol* 162:110-4, 1990.
10. **Kurjak A, Rajhvajn B:** Ultrasonic measurements of umbilical blood flow in normal and complicated pregnancies. *J Perinat*

Med 10:3-16, 1982.

**11. Stuart B, Drumm J, Fitzgerald DE, et al:** Fetal blood velocity waveform in normal and complicated pregnancies. Br J Obstet Gynaecol 87:780-5, 1980.

**12. Laurin J, Marsal K, Persson PH, et al:** Ultrasound measurement of fetal blood flow in predicting fetal outcome. Br J Obstet Gynaecol 94:940-8, 1987.

**13. Sarno AP, Ahu MO, Brar HS, et al:** Intrapartum Doppler velocimetry, amniotic fluid volume and fetal heart rate as predictors of subsequent fetal distress. Am J Obstet Gynecol 161:1508-14, 1989.

**14. Fleisher A, Schulman H, Farmakides G, et al:** Umbilical artery velocity waveforms and intrauterine growth retardation. Am J Obstet Gynecol 151:502-5, 1985.

**15. Berkowitz GS, Chitkara L, Rosenberg J, et al:** Sonographic estimation of fetal weight and Doppler analysis of umbilical artery velocimetry in the prediction of intrauterine growth retardation: a prospective study. Am J Obstet Gynecol 158:1149-53, 1988.

**16. Arduini D, Rizzo G, Romanini C, Mancuso S:** Fetal blood flow velocity waveforms as predictors of growth retardation. Obstet Gynecol 70:7-10, 1987.

**17. Newham JP, Patterson LL, James IR, et al:** An evaluation of the efficacy of Doppler flow velocity waveform analysis as a screening test in pregnancy. Am J Obstet Gynecol 162:403-10, 1990.

**18. Feinkind L, Abulafia O, Delke I, et al:** Screening with Doppler velocimetry in labor. Am J Obstet Gynecol 161:765-70, 1989.

**19. Griffin D, Cohen OT, Campbell S:** Fetal and utero-placental blood flow. Clin Obstet Gynecol 10:565-602, 1983.

**20. Kofinas AD, Denry M, Nelson LH, et al:** Uterine and umbilical artery flow velocity waveform analysis in pregnancies complicated by chronic hypertension or preeclampsia. South Med J 83:150-155, 1990.

**21. Schulman H, Fleischer A, Farmakides G, Bracero L, et al:** Development of uterine artery compliance in pregnancy as detected by Doppler ultrasound. Am J Obstet Gynecol 155:1031-6, 1986.

**22. Trudinger BJ, Cook CM, Giles WB, et al:** Umbilical artery flow velocity waveforms in high risk pregnancy. Lancet 1:188-90, 1987.

**23. Schulman H, Fleischer A, Farmakides G, et al:** Fetal umbilical artery velocity waveforms and subsequent neonatal outcome. Br J Obstet Gynaecol 98:378-384, 1991.

**24. Wladimiroff JYV, Wijngaard JA, Degani S, et al:** Cerebral and umbilical arterial blood flow velocity waveforms in normal and growth-retarded pregnancies. Obstet Gynecol 69:705-9, 1987.

**25. Brar HS, Horenstein J, Medearis AL, et al:** Cerebral, umbilical and uterine resistance using Doppler velocimetry in postterm pregnancy. J Ultrasound Med 8:187-91, 1989.