

Gebelerde doppler ultrasonografinin yeri ve kullanım alanları

Ayhan Özkur, Metin Bayram

Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi Radyodiyagnostik Anabilim Dalı, Gaziantep

Özet

Prenatal incelemelerin en önemli amaçlarından biri morbidite ve mortalite açısından yüksek riskli fetüslerin saptanmasıdır. Kon-vansiyonel sonografik incelemelere renkli ve spektral Doppler ile elde edilen hemodinamik bilgilerin eklenmesiyle uteroplasental ve fetoplazental sirkülasyon değerlendirilebilmekte fetal gelişme geriliği başta olmak üzere fetal hipoksi, asfiksi, fetal distress, kardiyak anomaliler veya kord malformasyonları gibi patolojik durumlar incelenebilmektedir.

Bu makalede Doppler sonografinin gebelikte kullanım alanları, inceleme yöntemleri ve dikkat edilmesi gereken noktalar incelenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Gebelik, Doppler sonografi

Summary

Doppler sonography in pregnancy

One of the most important aims of prenatal examinations is detection of high-risk pregnancies. With the addition of hemodynamic values obtained with color and spectral Doppler to conventional sonographic findings, both uteroplacental, fetoplacental circulations and pathologies like intrauterine growth retardation, fetal hypoxia, asphyxia, fetal distress, cardiac and cord malformations can be evaluated.

In this paper important points in Doppler sonography and its imaging techniques in pregnancy has been emphasized.

Key Words: Obstetric, Doppler sonography

Standart sonografik anatomiye Doppler ile elde edilen hemodinamik bilgilerin eklenmesiyle obstetrik ve jinekolojide daha önceden inceleyciler tarafından araştırılmayan pek çok parametre değerlendirilebilir konuma gelmiştir.

Uteroplasental ve fetoplazental sirkülasyonun Doppler ölçümleriyle fetal gelişme geriliği, fetal hipoksemi veya asfiksiye bağlı olarak gelişen fetal distress, fetal kardiyak anomaliler veya kord malformasyonları gibi durumlar incelenebilmektedir (1). Prenatal incelemelerin en önemli amaçlarından biri morbidite ve mortalite açısından yüksek risk altındaki fetüslerin saptanmasıdır.

Obstetrik Doppler incelemesinde, genel Doppler tekniğinde uyulacak kuralların yanı sıra dikkat edilmesi gereken birkaç önemli özellik daha bulunmaktadır. Bunlardan ilki hastanın pozisyonudur. İnceleme genellikle supin ve hafif sola yatık pozisyonda gerçekleştirilir. Burada önemli olan nokta; uterin ve umbilikal arter ölçümü değerlerinde

değişikliklere yol açan, supin hipotansiyon sendromundan kaçınmaktır (2).

Fetal hareket ve solunum, akım hız ve dalga formlarında ciddi değişikliklere yol açan ve incelemeler sırasında özellikle dikkat edilmesi gereken noktalardır. Fetal aorta, serebral damarlar ve umbilikal arter Doppler dalga formları üzerinde oluşturdukları değişiklikler, çeşitli araştırmalarla gösterilmiştir (3). Örneğin yüksek amplitüdü fetal solunum, kardiyak siklusun uzamasına ve spektral eğrinin düzensiz hale gelmesine yol açar (4). Fetal hareket varlığının direkt olarak gözlenmesinin yanı sıra, inceleme sırasında belirgin fetal hareket ya da solunumun olmadığı dönemde en az beş kardiyak siklusun kaydedilmesi idealdir. Bu siklus içerisinde belirgin değişken amplitüdülerin izlenmesi fetal solunumu düşündürmelidir. Genellikle ideal şartlarda elde edilmiş traselerde bile, üç farklı kardiyak siklusa ölçülen ortalamaların alınması önerilmektedir (2).

Dopplerin günümüzdeki obstetrik uygulamaları, dalga formu analizi, renkli Doppler, power Doppler ve 3-Boyutlu Power Doppler'i içerir. Umbilikal, uterin, ovarian ve intraplasental arter akımlarının Doppler dalga

✉ Dr. Ayhan Özkur, Gaziantep Üniversitesi Tıp Fakültesi, Radyodiyagnostik Anabilim Dalı, Gaziantep

formu analizi, intrauterin gelişme geriliği (İUGG), maternal hipertansiyon, maternal lupus, diabet ve fetal hipoksinin değerlendirilmesine yardım eder.

Obstetrik Dopplerde incelenen damarlar

Gebelikte fetomaternal dolaşımdaki kan akımının değerlendirmesinde sıklıkla incelenen damarlar; umbilikal arter, maternal uterin arter, fetal serebral arterler ve aorta olmakla beraber aşağıdaki damarların tümü incelenebilmektedir.

A) Maternal damarlar: İliak, uterin ve arkuat arterler

B) Fetal damarlar: Umbilikal arter ve ven, aorta, inferior vena kava, serebral damarlar (orta, anterior, posterior serebral arter, internal karotid arter), duktus arteriosus, intrakardiyak akım, diğer fetal damarlar (renal ve hepatic arterler)

A) *Maternal damarlar (uteroplazental dolaşım):*

Ana iliak arter, pelvik girimin hemen inferiorunda eksternal ve internal iliak arterlere ayrılır. Eksternal iliak arter, alt ekstremitayı beslemek üzere pelvisi terk ederken, internal iliak arter, pelvik visseral yapıları, pelvik duvarları, perineumu ve gluteal bölgeleri besleyen dallar verir.

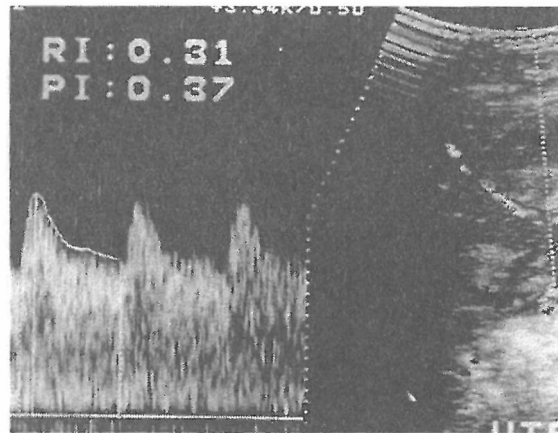
Uterin arter, internal iliak arterin ön kökünden ayrılır. Serviks laterale kadar levator ani kası boyunca mediale doğru seyrederek. Serviksten sonra Broad ligaman içerisinde uterus lateralinde yukarı doğru uzanarak, overyan arter ile birleşen dallarını verip sonlanır. Anterior ve posterior arkuat arterler, uterin arterlerin anastomozlarından köken alırlar ve myometriuma girmeden önce Broad ligaman içerisinde uzanırlar. Arkuat arterler ve eşlik eden venöz pleksuslar myometriyumun dış ve ara tabakaları arasında yer alırlar. Arkuat damarlardan köken alan radyal arterler, myometriyum dış 1/3'üne penetre olurlar. Bu damarlar daha sonra endometriumu ve gebelikte plasentanın intervillöz mesafelerini besleyen spiral arterleri oluştururlar.

Normalde gebe olmayan kadınların uterin arterinde yüksek hızlı ve yüksek dirençli akım karakteristiği mevcuttur. Gebelik durumunda ise yaklaşık 12. haftaya kadar bu yüksek dirençli akım paterni devam etmekle

birlikte, artmış diastolik akıma daha önceki haftalarda da rastlanabilir (2).

Yaklaşık 16-20. haftalarda fetüs ve plasentanın artan respiratuar ve nütrisyonel gereksinimlerini karşılamak için spiral arterlerde fizyolojik değişiklikler gerçekleşir. Maternal spiral arter duvarında ortaya çıkan trofoblastik hücre invazyonu bu damarlarda vazodilatasyona yol açar. Spiral arterlerdeki normal muskuloelastik yapının kaybolması sonucu oluşan bu vazodilatasyon, tüm kardiyak siklus boyunca akımın belirgin devamlılık gösterdiği düşük dirençli akım paternine yol açar (Resim 1) (2,3,5). Bu sayede gebeliğin geri kalan dönemlerinde, plasenta ve fetüsün artan nütrisyonel gereksinimleri karşılanmış olur. Bununla birlikte myometriumu besleyen damarlarda yüksek dirençli akım paterni devam eder. Bu nedenle gebelikte uteroplazental kan akımını değerlendirmek için, arkuat damarların Doppler ölçümlerinde plasentaya yakın lokalizasyonlar ve plasentanın yerleştiği tarafın uterin arterinden ölçüm yapılmalıdır (5).

Uteroplazental dolaşımın Doppler indekslerinde, gün içerisinde önemli bir farklılığın oluşmadığı gösterilmiştir. Ayrıca beslenme ile de bu indekslerin belirgin farklılık göstermedikleri saptanmıştır (6). IUGG ve hipertansiyon başta olmak üzere gebeliği komplike hale getiren bazı durumlarda normal fizyolojik değişim gerçekleşmez. Uterin arter gestasyonel dönemde ger-



Resim 1. 25 haftalık bir gebede uterin arterde spektral incelemede düşük dirençli artmış diastolik paterni izleniyor.

çekleşen fizyolojik değişimden direkt olarak etkilenmektedir. 20. hafta öncesinde normal gebelerde izlenebilen *diastolik çentik*in 30. hafta sonrasında devam etmesi proteinürik preklampsi ve şiddetli İUGG' de görülür (Resim 2).

Araştırmacıların belirlediği Uterin arter dalga formu anomalileri şunlardır :

- Rezistiv indeks (RI) yüksekliği (Sistol / Diastol oranı (S/D) > 2 ↑)
- Devamlı diastolik çentik (24-26. haftalarda)
- Sistolik çentik varlığı (7).
- Mires ve arkadaşları yaptıkları çalışmada uterin arterde diastolik çentik, yüksek riskli gebelerde her iki uterin arterde izlendiğini belirtmişlerdir (8).

B) Fetal damarlar

Umblikal arter: Obstetrikte üzerinde en fazla Doppler çalışması yapılan damardır. Her tipteki Doppler yöntemi ile kolaylıkla incelenebilir (2,9,10).

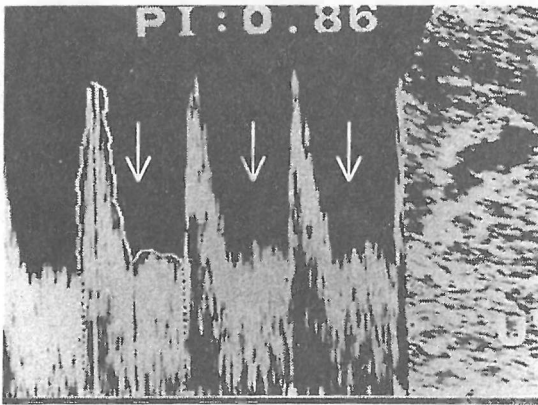
Umblikal arterin klasik Doppler dalga formunda, sistol sırasında hızlı yükselme, diastol sırasında dereceli olarak azalma ve bir sonraki kardiyak sıklusa kadar süren ve yönünü değiştirmeyen akım paterni söz konusudur (Resim3). İlk trimestirde diastol sonu akım sıklıkla yoktur. Umblikal arterde izlenen tipik düşük dirençli dalga formunda, gebelik ilerledikçe diastolik akım giderek artar.

Umblikal arterde diastol boyunca devam eden akım pasif olup, dolaşan kanı absorbe

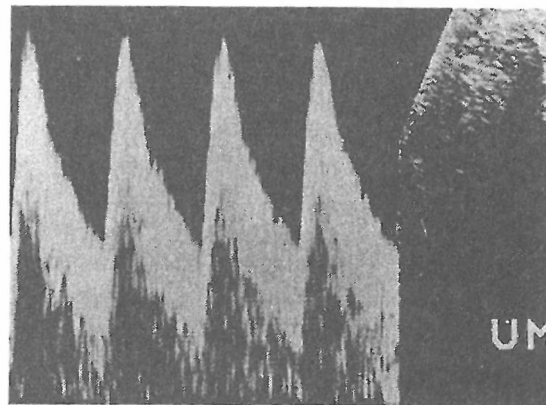
eden ve gebelik boyunca sayıları giderek artan tersiyer villusların ve küçük arteriyel kanalların sayıları ile ilişkilidir. Plasentadaki periferel direncin giderek azalması, diastol sonu kan akımında artışa yol açmaktadır. Doğal olarak bunun tersi de söz konusu olup, plasental yetmezlik durumlarında azalmış ya da tersine dönmüş akım izlenebilmektedir. Plasental yetmezlik kötüleştikçe diastolik akım azalmakta ardından tersine dönmektedir (3,11).

Umblikal kordun ölçüm yapılan yerine bağlı olarak elde edilen Doppler indekslerinde ufak farklılıklar olabilmektedir. Kordun fetal abdominal ucunda en yüksek , plasental uçta ise en düşük Doppler indeksleri elde edilir. Fetal solunum ve fetal kalp hızındaki değişiklikler de bu değerleri etkileyebilmektedir. Fetal kalp hızı ile umblikal arter indeksleri arasında ters korelasyon vardır. Bu bütün fetal damarlar için geçerlidir. En uygun ölçümler kalp hızı 120-160 arasında iken yapılır (12).

En sık kullanılan Doppler indeksleri S/D ve Pulsatilité indeksi (PI) olmakla birlikte S/D, PI ve RI değerleri arasında iyi bir korelasyon olduğu gösterilmiştir. Umblikal arter, S/D değeri normal olarak 20. haftada ortalama 4.5 den, 40. haftada ortalama 2.3'e iner. Çoğu fetüslerin S/D değeri 20-30. haftalarda 3.0 veya daha az bir orana ulaşır, bununla birlikte bazılarında bu seviyeye düşüş yaklaşık 35. haftaya kadar gerçekleşmez. S/D değerinde yükselme, İUGG, maternal hipertansiyon, diabet, lupus, fetal



Resim 2. 30 haftalık bir gebede uterin arterde spektral incelemede yüksek dirençli diastolik çentik içeren azalmış diastolik akım izlenmekte.



Resim 3. 25 haftalık gebede umblikal arterde tipik düşük dirençli akım paterni.

anemi ve fetal anomalilerle birlikte izlenir. Genel olarak umblikal arter Doppler incelemesi, düşük riskli gebeliklerin erken tanısında yararlı olmamakla birlikte, anormal umblikal arter S/D değerleri, potansiyel fetal uyumsuzluk ya da distress tahmininde yararlı bulunmuştur. Artmış S/D değerinin saptanması, daha sık Doppler ultrasonografi gözetimini ve eğer daha önceden normal olan nonstress test veya biyofizik profilin anormal fetal asit-baz dengesi ile yakın korelasyon göstermekte olup, doğumu gerekli kılar. Umblikal arter Doppler incelemesi, fetal asit-baz dengesi bozulmasına daha yüksek sensitivite göstermesine rağmen, diyastol sonu akımın yokluğu, aynı zamanda fetal hipoksinin habercisidir ve şiddetli İUGG, trizomi 13 veya 18, güçlükle kontrol edilebilen diyabet ile birlikte bulunabilir. Diyastol sonu akım yokluğu 1-3 gün içinde fetal ölümle anlamlı birliktelik göstermektedir (13,14). Basit bir yaklaşımla umblikal arterde 30. haftadan sonra S/D değerinin 3'ün üzerinde olması patolojik olarak kabul edilmektedir. S/D değeri yükseldikçe fetüsün doğum ağırlığı azalmaktadır.

Umblikal ven : Normal gebelerde venöz akım düşük hızda ve sabittir. Fetal solunum hareketleri sırasında varyasyonlar izlenebilir. Akan kanın volumü gebelik süresince artmaktadır. Ancak fetal ağırlığa göre hesaplandığında sabit olduğu görülmektedir (100-120 ml/kg/dk).

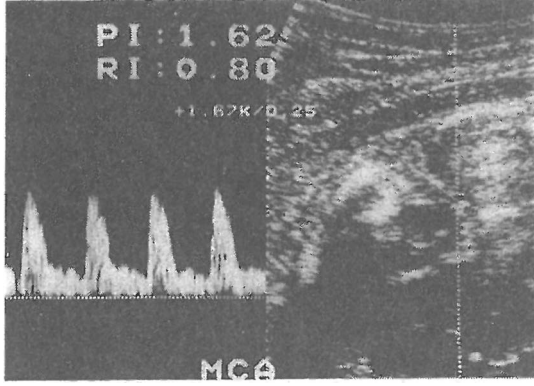
Fetal aorta: Ölçüm genellikle, fetal solunumun olmadığı dönemde ve majör dalların etkisinden kurtulmak için diyaframın hemen üzerinden yapılır. Akan kanın volumü, sistolik, diastolik ve ortalama akım hızları gebelik ilerledikçe artar ve terme yakın sabit olur. Bunun nedeni, gebeliğin sonlarına doğru kan akımının önemli bir kısmının serebral dolaşıma doğru olmasıdır. Ana karotid arterde, ortalama akım hızındaki artış ve akıma karşı direncin azalması bu düşüncüyü desteklemektedir (9). Azalan plasental direnç nedeniyle, aort kanının %60-70'inin plasentaya geçtiği düşünüldüğünde, gebeliğin ilerleyen haftalarında S/D değeri diastolik akımın artmasına bağlı olarak azalmaktadır. Aortik pulsatilite, kardiyak kontraktileden, umblikal arter pulsatilitesinden daha fazla

etkilenir. Ayrıca aynı uygulayıcı tarafından farklı ölçümler yapılabilme olasılığının en fazla olduğu damarlardan birisidir. Bu nedenlerden dolayı elde edilen sonuçlar tartışmalı olsa da diyastol sonu akımın yokluğu her zaman için anormal olarak kabul edilir.

İnferior vena kava: Bifazik akım paterni gösterir. Ventriküler sistol sırasında pik değere ulaşır, erken diyastolda, hızlı ventriküler doluş fazında ikinci bir pik yapar. Diyastol sonunda atriyal kontraksiyon sırasında akım kısa bir süre için durur. Genellikle diyaframın hemen altından ölçülür. Sağ atriya yakın ölçümlerde tersine dönmüş akım normalde izlenebilir. İnfierior vena kavada akım intratorasik basınçla ilişkili olup, fetal solunum hareketleri ve kalp atım hızından etkilenir (15).

Serebral damarlar: Özellikle otoregülasyon kapasitesi nedeniyle araştırmacıların sıklıkla ilgilendiği vasküler yapılarıdır. Willis poligonu; anteriorda internal karotid arterin dalı olan anterior serebral arter (ASA) ve anterior kommunikan arterle, posteriorda basiller arterin dalı olan Posterior serebral arter (PSA) ve her iki yanda posterior kommunikan arterle internal karotid artere bağlıdır. Ana karotid, internal karotid, anterior, orta ve posterior serebral arter Doppler dalga formları, çeşitli çalışmalarla irdelenmiştir (16,17). Ana karotid arter baş ve boyun bölgelerini beslediğinden, serebral perfüzyonun doğru olarak değerlendirilebilmesi için spesifik intrakraniyal damarlardaki kan akımının da incelenmesi gerekmektedir. Bu amaçla en sık orta serebral arter (OSA) üzerinde çalışılmaktadır. Normal fetüslerde intraserebral damarlarda çok az diastolik akım vardır ve S/D değeri, 4'ün üzerindedir (18) (Resim 4). Diastolik akım hızları gestasyon ilerledikçe hafif artış gösterir. Bu artışa bağlı olarak S/D değerleri düşer. Meyberg ve arkadaşları, OSA S/D değerlerinin 29. haftada 8.0' dan 34. haftada 6.0'a, 40. haftada 3.5'a düştüğünü, RI değerlerinin 0.86'dan 0.67'ye düştüğünü göstermişlerdir (19).

OSA PI değerleri, erken ve geç gebelikte düşüktür ve beynin artmış metabolik gereksinimlerini gösterir. İntrauterin gelişme geriliği olan fetüslerde beyin kan akımının artışı hayvan ve insan deneylerinde gösterilmiştir.



Resim 4. 30 haftalık fetüste orta serebral arterde spektral incelemede yüksek dirençli akım paterni izlenmektedir.

Hipoksik strete refleks olarak kardiyak outputun önemli kısmının beyin, kalp ve sünrenallere gönderilmesi beyin gelişimi sırasında gerekli nutrisyonel desteğin sürmesini sağlar. Bu artmış kan akımı OSA Doppler incelemesi ile tanımlanabilir. Bu etki *beyin koruyucu etki* olarak isimlendirilir ve düşük PI değerleri ile gösterilir. Bu da baş büyüklüğünün normal kaldığı, asimetrik gelişme geriliğine yol açar (20,21).

OSA PI değerlerinin yükselme ve düşmesi ile ilgili çeşitli durumlar mevcuttur. Beynin ani büyümesi, postuterin kontraksiyonlar, fetal taşikardi, şiddetli anemi, transfüzyon, terapötik amniosentez, duktal kontraksiyon ve triküspit yetmezliği, hipoksemi ve asidoz PI'ni düşürür. Uterin kontraksiyonlar, fetal bradikardi, oligohidroamnioz, fetal başa kompresyon, devamlı hipoksemi, ve asidemi, hidransefali, indometazin kullanımı PI'ni artırır (22).

Doğumun erken dönemindeki uterin kontraksiyonlar OSA' deki diastolik akımı düşürür. Bu da PI'nin yükselmesine neden olur.

Serebral – Umblikal oran

OSA ve umblikal arter PI değerlerinin birbirine oranlanmasının tek başına OSA ve umblikal arter sensitivite ve spesifite değerlerinden daha yüksek oranda fetal ve plasental rezistansı yansıttığı gösterilmiştir. Bu oran 1,08 olarak bulunmuştur. Bu değer altındaki değerler patolojik olarak kabul edilmektedir (23).

Bazı gelişme geriliği olan olgularda, plasental anomaliler gözlenmekte olup, plasental kan akımına direnç artmaktadır. Artmış direnç özellikle diastolde daha belirgin olmak üzere besleyici arterlerdeki kan akım hızını düşürerek plasentaya kan akımını azaltmaktadır. Diastolik kan akımının sistolik akımdan daha fazla azalmasına bağlı olarak Doppler indekslerinde artış ortaya çıkmaktadır.

Bu nedenlerden dolayı umblikal arter, fetal arterler ya da uterin ve arkuat arterlerde S/D değeri, PI ve RI gibi Doppler indekslerinde artış IUGG başta olmak üzere komplike gebeliklerde tanı kriteri olarak kabul edilmektedir (24,25). Her ne kadar Doppler indekslerinde artış multifaktöryel ise de fetüsün belirgin bir sorunla karşı karşıya olduğunu gösterir.

Sonuç olarak RDUS, özellikle IUGG ve fetal distress tanısında, yüksek riskli gebelerin tanı ve takibinde, sadece konvansiyonel sonografik incelemeye nazaran çok daha yararlı bilgiler vermektedir.

KAYNAKLAR

1. Arthur C, Fleisher MD, Ruth B. Obstetrik ve Jinekolojide Ultrasonografi (3rd ed). Callen PW, çeviri, Ankara, Atlas Kitapçılık Ltd, 1997: 576-600.
2. Rothmensch SR, Liberati M, Lou JS. Color Doppler flow patterns and flow velocity waveforms of the intraplacental fetal circulation in growth retarded fetuses. Am J Obstet Gynecol 1994; 171:1257-1264.
3. Bower S, Campbell S. Doppler in obstetrics. In: Abdominal and general ultrasound. Cosgrove D. Meire H, Dewbury. New York, Churchill Livingstone, 1993: 251-270.
4. Wilademiroff JW. Fetal cerebral blood flow. Clin Obstet Gynecol 1989; 32:710-714.
5. Nicholson S, Nimrad C. Doppler assessment of pregnancy. In: Diagnostic ultrasound: Rumack CM, Wilson SR, Charboneau JW. St Louis, Missouri, Mosby Year Book, 1991:955-970
6. Hostie SJ, Howie CA, Whittle MJ, Rubin C. Daily variability of umbilical and uterin wall artery blood velocity waveform measurements. Br J Obstet Gynaecol 1988; 95:571-574.

7. Fleisch AC et al. Sonography in obstetrics and gynecology principles and practice (5th ed), 1996: 236-237.
8. Mires GJ, Williams FL, Leslie J, Howie PW . Assessment of uterine arterial notching as a screening test for adverse pregnancy outcome. *Am J Obstet* 1998; 179:1317- 23.
9. Cameron A, Nicholson S, Nimrod CA. Duplex ultrasonography of the fetal aorta, umbilical artery and placental arcuate artery throughout normal human pregnancy. *J Ultrasound Med* 1988; 7:671-673.
10. Hendricks SK, Sorenson TK, Wang KY. Doppler umbilical artery waveform indices: normal value from fourteen to forty two weeks. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161:761-765.
11. Giles WB, Lah FX, Trudinger BJ. The effect of epidural anesthesia for caesarean section on maternal uterin and fetal umbilical artery blood flow velocity waveform. *Br J Obstet Gyneacol* 1987; 94: 55-59.
12. Yerlagadda P, Willoughby L, Maulik D. Effect of fetal heart rate on umbilical artery Doppler indices. *J Ultrasound Med* 1989; 8:215-218.
13. Dillon E, Feyock AL, Taylor KJW. Pseudogestationel sacs. Doppler US differentiation from normal and abnormal intrauterin pregnancies. *Radiology* 1990; 176:359-362.
14. Nelson LH, Melone PJ, King M. Diagnosis of vasa previa with transvaginal and color flow doppler ultrasound . *Obstet gynecol* 1990; 76:506-510.
15. Burke G, Stuart S, Crowley P. Is IUGR with normal umbilical artery blood flow a benign condition ? *Br Med J* 1990; 300:1044-1045.
16. Arbeille P, Ronein A, Berson M. Exploration of the fetal cerebral blood flow by duplex Doppler linear array system in normal and pathological pregnancies . *Ultrasound Med Biol* 1987; 13:329.
17. Veille JC, Kanoon C. Duplex Doppler ultrasonographic evaluation of the fetal renal artery in normal and abnormal fetuses. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 161:502-505.
18. Wiladimiroff JW, Van den Winjgard JGAW, Degani S. Cerebral and umbilical arterial blood flow velocity waveforms in normal and growth retarded pregnancies: A comparative study. *Obstet Gynecol* 1987; 69:705-708.
19. Myberg R , Ertan AK ,Tossounidis I, Friedric M. Reference ranges and standard percentile-curves for the Doppler indices RI and S/D of the fetal middle cerebral artery. *Clin Exp Obstet Gynecol* 2000; 27:106-108.
20. Wiladimiroff JW, Tange HM, Stewart PA: Doppler ultrasound assessment of cerebral blood flow in human fetus. *Br J Obstet Gynaecol* 1986; 93: 471-475.
21. Arduini D, Rizzo G, Romanini C et al. Hemodynamic changes in growth retarded fetuses during oxygen administration as predictors of fetal outcome . *J Ultrasound Med* 1989; 8: 193-196.
22. Mari G, Deter, Wasserstrum N et al. Fetal heart rate influence on the pulsatility index in the middle cerebral artery. *J Clin Ultrasound* 1991; 19:149-153.
23. Gramellini D, Folli MC, Raboni S et al . Cerebral-umbilical Doppler ratio as a predictor of adverse perinatal outcome . *Obstet Gynecol* 1992; 79:416-420.
24. Benson CB, Doubilet PM. Doppler criteria for intrauterine growth retardation: predictive values. *J Ultrasound Med* 1988; 7:665-669.
25. Newnhom JP, Patterson LL, James IR et al. An evaluation of the efficacy of Doppler flow velocity waveform analysis as a screen test in pregnancy . *Am J Obstet Gynecol* 1990; 162:403-410.