

Normal Gebelerde Umbilikal Arter Kan Akımı ve Fötal Kalp Fonksiyonlarının Pulsed Doppler Eko ile İncelenmesi

ASSESSMENT OF FETAL HEART FUNCTIONS AND UMBILICAL ARTERY FLOW VELOCITY AND PULSED DOPPLER IN NORMAL PREGNANCIES

Yrd.Doç.Dr. Ali DEMİR, Dr. M.Ali USLU, Prof.Dr. Cemal LÜLECİ,
Yrd.Doç.Dr. Türkan YILMAZ, Dr. Fatma HORASAN

Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları ve Kadın Hastalıkları-Doğum Klinikleri/EEAZİÖ

ÖZET

Bu çalışmada sağlıklı 51 gebede umbilikal arter (UA) kan akımı ve fötal kalp fonksiyonunun pulsed Doppler eko ile incelendi. UA ortalama akım hızı (A), pik sistolik akım hızı (S), End-diastolik akım hızı (D), S/D ve D/A oranı hesaplandı. Fötal kalp fonksiyonlarını tespit etmek üzere mitral ve triküspit için; erken diastolik ortalama (E-VM) ve pik akım hızı (E), geç diastolik ortalama (A-VM) ve pik akım hızı (A), E/A oranı, Atrial akım volümünün mitral akım volümüne oranı (AFVITFV) ile Aort ortalama (AoVM) ve pik akım hızı (AoVP) hesaplandı.

Gebelik süresi ilerledikçe UA'de RI (r:-0.666, p<0.0001), PI (r:-0.581, p<0.0001) ve S/D oranının (r:0.394, p<0.01) azaldığı dikkati çekti. Benzer şekilde gebelik süresi ile E/A oranı (Mitral için r: 0.497, p<0.005, triküspit için r: 0.367, p<0.01) ve AFVITFV oranı arasında (Mitral için r:-0.355, p<0.025, triküspit için r:-0.277, p<0.05) anlamlı korelasyon olduğu görüldü. UA parametreleriyle E/A ve AFVITFV oranı arasında da anlamlı korelasyonlar tespit edildi. Bu değişiklikler gebeliğin ileri dönemlerinde UA rezistansının azalmasına ve kardiovasküler sistemde meydana gelen hemodinamik değişikliklere bağlandı. Sonuçta gebelikte UA kan akımı ve fötal kalp fonksiyonunun Doppler eko ile incelenmesinin fötüs gelişimi hakkında değerli bilgiler verebileceği kanaatine varıldı.

Anahtar Kelimeler: Fötal kalp fonksiyonları, Umbilikal arter kan akımı, Doppler ekokardiografi

T Klin Kardiyoloji 1992, 5:45-52

Geliş Tarihi: 5.7.1990

Kabul Tarihi: 19.8.1991

Yazışma Adresi: Yrd.Doç.Dr. Ali DEMİR, Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Kliniği/ELAZIG

SUMMARY

In this study, 51 healthy pregnant women were assessed for umbilical artery (UA) flow velocity and fetal heart functions using Pulsed Doppler Equipment. We chose parameters for the UA; average flow velocity (A), peak systolic flow velocity (S), late diastolic flow velocity (D), Resistance index (RI), Pulsatility index (PI), S/D and D/A ratio. Also for fetal heart functions, we chose early and late mean (E-VM and A-VM) and peak (E and A) flow velocities, E/A ratio, ratio of atrial flow volume to transvalvular flow volume (AFVITFV) in the mitral and tricuspid regions, and aortic peak (AoVP) and mean (AoVM) flow velocity parameters to be calculated.

Significant correlations were determined between the E/A and AFVITFV ratio and gestational age in both mitral and tricuspid regions. The parameters such as RI (r:-0.666, p<0.0001), PI (r:-0.581, p<0.0001) and S/D (r:-0.394, p<0.01) which show resistance in the UA were also decreased with prolonged gestational age. These changes were correlated with decreased UA resistance and increased ventricular compliance. Finally, the results of this study show that assessment with pulsed Doppler equipment of UA and fetal heart functions is a useful method for monitoring of the fetus.

Key Words: Fetal Heart functions, Umbilical artery flow velocity, Doppler Echocardiography

Turk J Cardiol 1992, 5:45-52

Günümüzde Doppler yöntemi dolaşım sistemi hemodinamisinin noninvaziv olarak değerlendirilmesinde kullanılan metodların başında gelmektedir. Bu yöntem sayesinde kardiyak ve vasküler sistem he-

modinansında meydana gelen fizyolojik ve patolojik değişiklikler, çeşitli anomaliler ve ilaçların kardiovasküler sistemdeki hemodinamik etkileri kolaylıkla tespit edilebilir (1,2). Son yıllarda yapılan çalışmalarda ise intrauterin dönemde umbilikal arter (UA) kan akımı ve fetal kalp fonksiyonlarının incelenerek fötüs gelişimi hakkında değerli bilgiler edinildiği bildirilmektedir (3-5). İntrauterin gelişme gerilikleri ve konjenital anomaliler başta olmak üzere pekçok alanda Doppler başarıyla kullanılmaktadır (6,7). Biz de bu çalışmada sağlıklı gebelerde UA kan akımı ve fetal kalp fonksiyonlarını puised Doppler eko ile inceleyerek gebelik süresi ilerledikçe ortaya çıkan hemodinamik değişiklikleri araştırdık.

MATERYEL VE METODLAR

Çalışmamıza, Aralık 1989-Mayıs 1991 tarihleri arasında Fırat Üniversitesi Tıp Fakültesi Kadın Hastalıkları polikliniğine müracaat eden tamamen sağlıklı 51 gebe alındı. Gebelerin ortalama yaşı 25 ± 5.6 , ortalama gebelik süresi ise 32.2 ± 7.6 hafta idi. Gebelerden hiçbiri çalışmaya alınmadan önceki

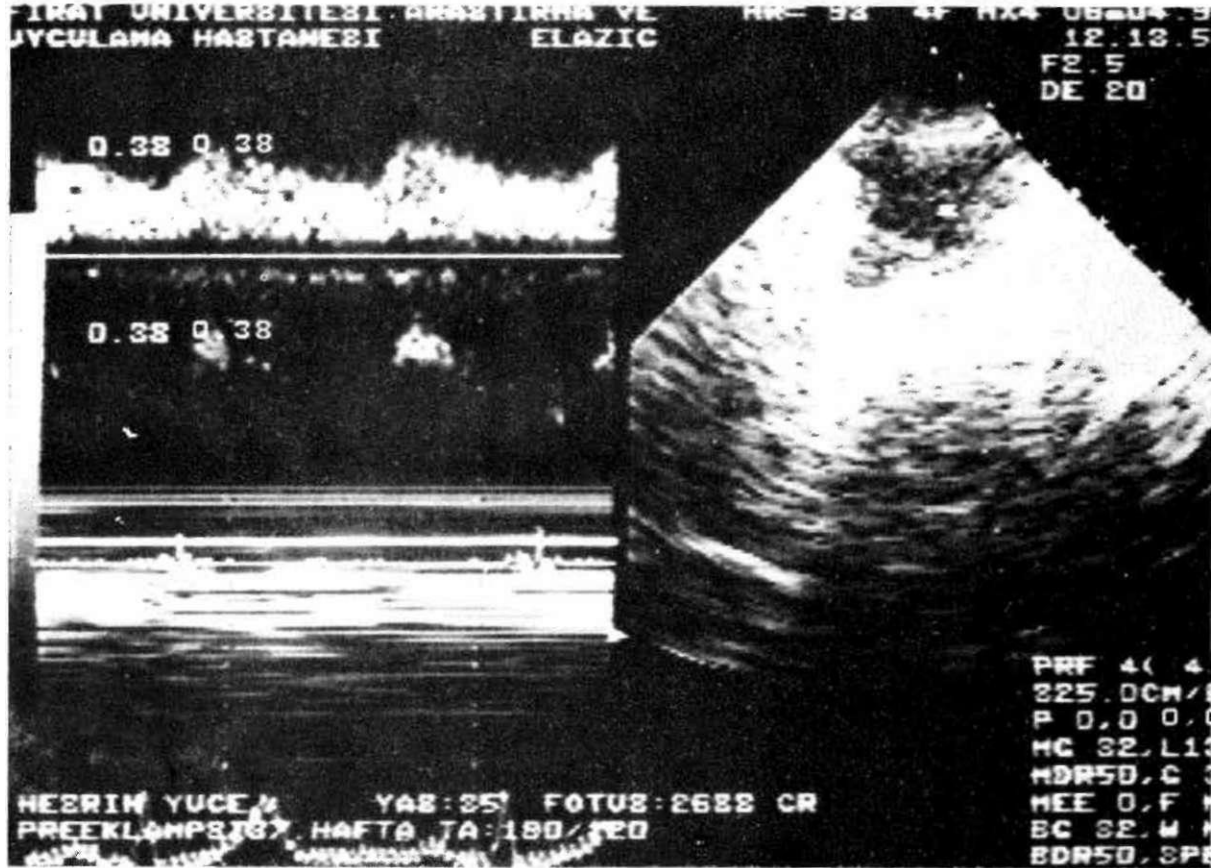
48 saat içerisinde hemodinamik durumu etkileyecek herhangi bir ilaç almamıştı.

51 gebe 3 guruba ayrıldı. Gurup I'de gebelik süresi 16-24 hafta arasında değişen 10 gebe, Gurup II'de gebelik süresi 25-32 hafta arasında değişen 12 gebe, Gurup III'de ise gebelik süresi 33-42 hafta arasında değişen 29 gebe vardı. Guruplar arasında gebelerin yaşı açısından anlamlı fark yoktu.

Çalışmamızda puised Doppler ekokardiografi ölçümleri için Toshiba SSH-60 A ekokardiograf cihazı kullanıldı. Ölçümler için kullanılan transducer 2.25 MHz'lik idi. Ekokardiografik görüntüler videoya alınarak ölçüm ve hesaplama işlemleri sonradan yapıldı.

Vakalar çalışmaya alınmadan önce en az 30° sola doğru çevrilerek çalışmaya alındılar. Doppler'e ait EKG cihazının elektroları sağ kol ve her iki bacağına takıldı. EKG görüntüleri ekokardiogramda istenen amplitüde ayarlandı.

İlk olarak B-Mode ekokardiografide UA görüntüsü tespit edildi. Gönderilen Doppler dalgasının



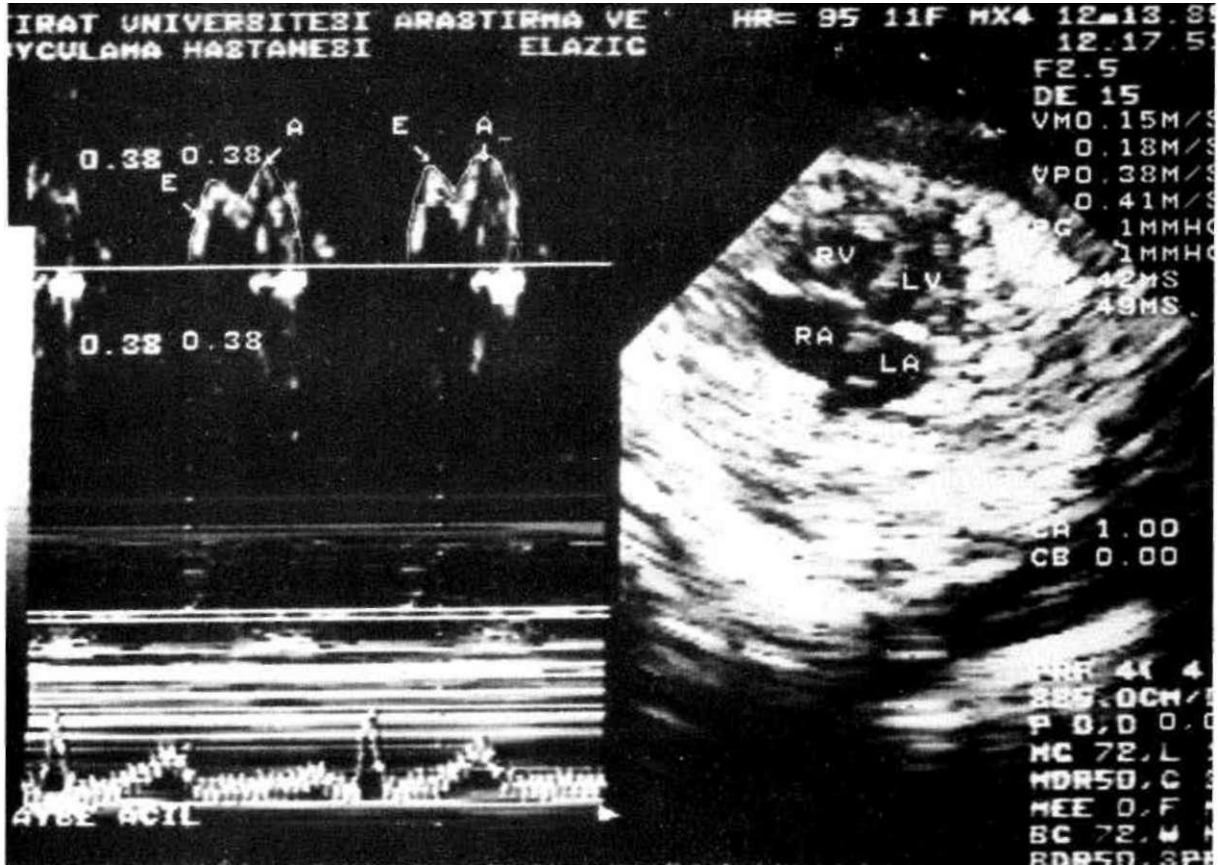
Şekil 1. Umbilikal arter kan basıncının puised Doppler eko ile görüntülenmesi

yönünün, UA'in akım ölçülecek bölümünün seyri yönünde olmasına azami ölçüde dikkat edilerek Doppler kısmından arterial akım ölçüldü (Şekil 1). Bu arada diastolik akım hızının maksimum, pulsatilitenin ise minimum düzeyde olmasına azami düzeyde dikkat edilerek elde edilen görüntüler hesaplamalar sonradan yapılmak üzere videoya kaydedildi. LA akım hızı ile ilgili olarak; ortalama akım hızı (A), pik sistolik akım hızı (S), end-diastolik akım hızı (D), Rezistans indeksi (RI), Pulsatilité indeksi (PI), S/D ve D/A oranı hesaplandı.

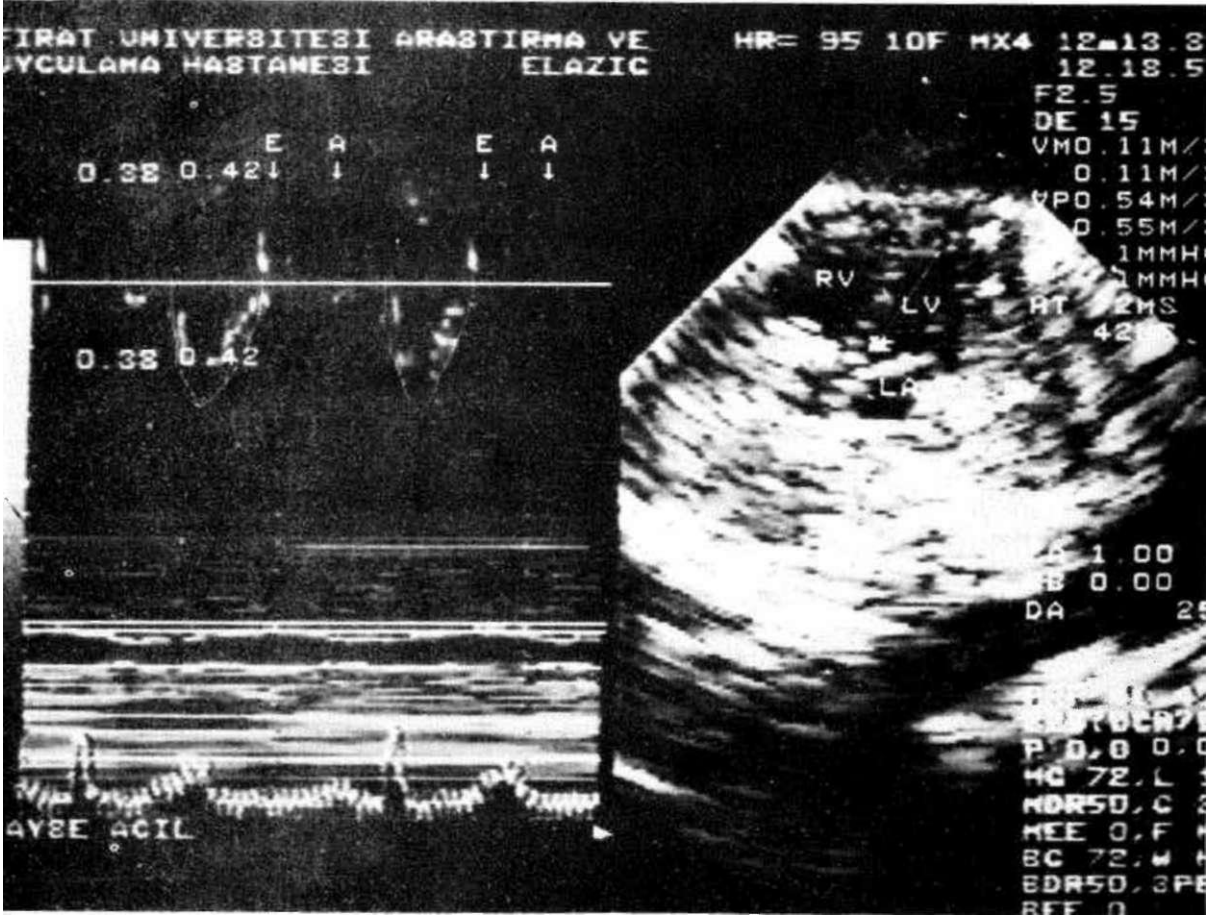
Fötal kardiyak fonksiyonları incelemek için önce fülüsün intrauterin pozisyonu tayin edildi. B-Mode bölümünde fülüsün kolumna vertebralisini takip etmek suretiyle fütüsün ön ve arka kısmı, karaciğer görülmek suretiyle de sağ ve sol tarafı belirlendi ve böylece kardiyak dört boşluk tespit edildi. Sağ ve sol ventrikülü birbirinden ayırmak için karaciğerin konumu dışında sağ ventrikülün sol ventrikülden

daha büyük oluşu, foramen ovalenin her sistolde kan akımı yönünde doğru hareketi ve ayrıca triküspit kapının mitrale göre daha aşağıda oluşu da dikkat alındı. Kardiyak uzun aks görüntüsü alınarak mitral, triküspit ve daha sonra da transducere hafif anterior angulasyon yaptırılarak aort annülüsünde akım hızları incelendi (Şekil 2 ve Şekil 3). Her üç akım bölgesinde de ölçümler, Doppler dalgasının yönü ile kan akım yönünün aynı doğrultuda olmasına dikkat edilerek yapıldı.

Fötal kalp fonksiyonlarını tespit etmek üzere mitral ve triküspit için; erken diastolik ortalama akım hızı (E-VM), erken diastolik pik akım hızı (E), ortalama atrial akım hızı (A-VM), atrial pik akım hızı (A), E/A oranı, Atrial akım volümünün transmitral akım volümüne oranı (AFV/TFV), Aksele-rasyon zamanı (AT), Dcselasyon zamanı (DT), Aksclerasyon averajı (AA) ve Desclerasyon averajı (DA) ile Aort ortalama (AoVM) ve pik akım hızı (AoVP) hesaplandı.



Şekil 2. Fötüsle sol ventrikül diastolik doluşunun pulsed Doppler eko ile görüntülenmesi. Şekilde görüldüğü gibi kardiyak dört boşluk görünümü tespit edilerek transmitral akım ölçülür. Doppler dalgasının yönü ile kan akım yönünün aynı doğrultuda olması nedeniyle bu vakada correction'a gerek görülmemiştir. E: Erken diastolik fazı. A: Atrial akım fazı. RV: Sağ ventrikül, EV: Sol ventrikül, LA: Sol atrium



Şekil 3. Föüste kardiak beş boşluk görünümü ve aort çıkışındaki kan akımının pulsed Doppler eko ile incelenmesi. RV: Sağventrikül, RA: Sağatrium, LV: Solventrikül, LA: Sol atrium

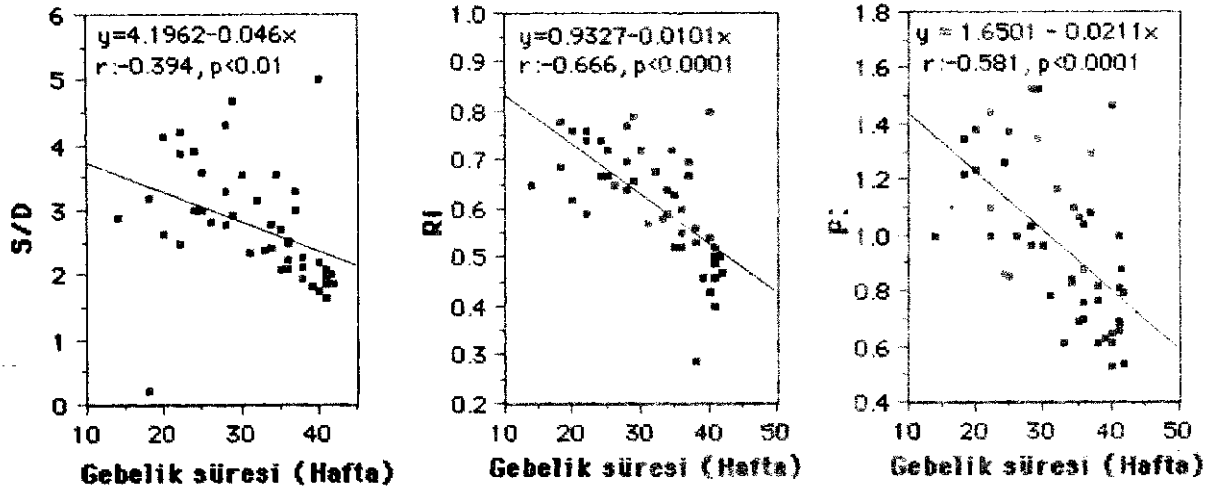
UA ve fetal kalp fonksiyonlarıyla ilgili akım hızları ölçülürken, Doppler dalgasının yönü ile kan akımının yönü paralel düşürülemeyen vakalarda elde edilen parametreler her iki doğrultu arasındaki açının kosinüsüne bölünerek correction (düzeltme) yapıldı. Correction işlemi aletin kendi kompitürü sayesinde, alet üzerinde bulunan özel bölümden yararlanarak hesaplanmıştır. Bu çalışmada sadece dört vakada correction yapılmış, diğer vakalarda correction'a gerek görülmemiştir. Correction açısı 20°'nin üzerinde olan vakalar çalışmaya dahil edilmedi. Nitekim correction'a gerek ihtiyaç duyulan dört vakanın hiçbirinde correction açısı 20°'den yüksek değildi. Ayrıca, UA ve fetal kalp fonksiyonlarıyla ilgili ortalama akım hızları ölçülürken kompitür tarafından elde edilen değerler annenin nabız sayısına göre hesaplanmış olduğundan, sonradan bu parametrelerde fetal kalp hızı dikkate alınarak düzeltme

yapılmıştır. Bu nedenle elde edilen ortalama akım hızları, kompitür tarafından hesaplanan değerlerin fetal kalp hızının anne kalp hızına oranı ile çarpılması sonucu bulunmuştur. Diğer parametreler ise kalp hızına bağlı olarak değişmediğinden böyle bir düzeltmeye gerek görülmemiştir.

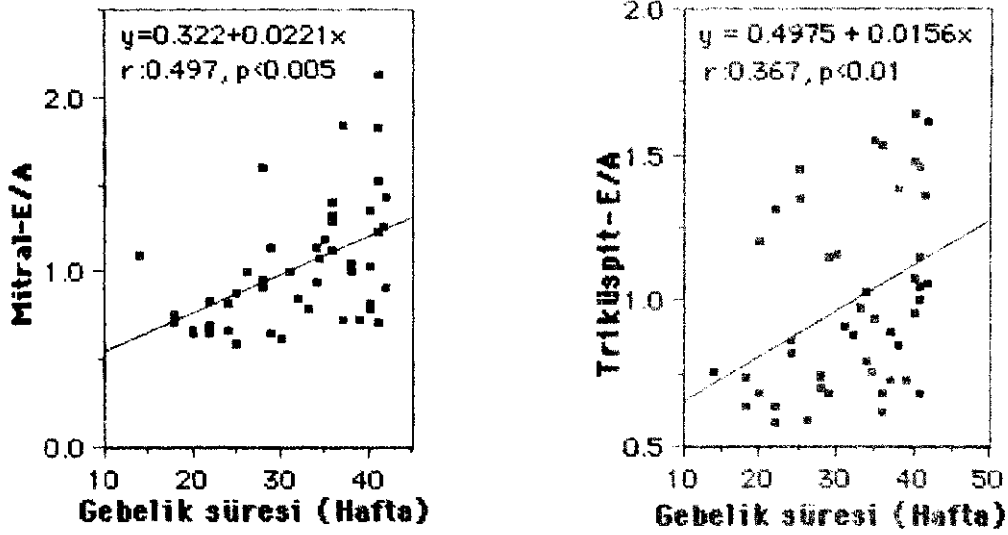
Elde edilen veriler \pm standart sapma ile tespit edildi. Gebelik süresi ile tespit edilen parametreler arasındaki korelasyonlar hesaplandı. Ayrıca gruplar arasındaki istatistiksel farklar unpaired testi yapılarak belirlendi.

BULGULAR

Çalışmamızda UA kan akımının gebelik süresi ilerledikçe arttığı, RI, PI ve S/D oranının ise azaldığı görüldü. Gebelik süresi ilerledikçe UA'de RI (r: -0.666, p<0.0001), PI (r: -0.581, p<0.0001) ve S/D oranının (r: -0.394, p<0.01) azaldığı dikkati çektii



Şekil 4. Gebelik süresi ile umbilikal arter parametreleri arasında korelasyonlar. RI: Rezistans indeksi. PI: Pulsatiüte indeksi, S: Sistolik pik akım hızı. D: End-diastolik akım hızı



Şekil 5. Gebelik süresi ile L/A oranı arasındaki korelasyonların şematik görünümü, fi: Erken diastolik pik akım hızı. A: Atrial pik akım hızı

(Şekil 4). Benzer şekilde gebelik süresi ile E/A oranı (Mitral için $r: 0.497, p < 0.005$, triküspit için $r: 0.367, p < 0.01$) ve AFV/TFV oranı arasında da (Mitral için $r: -0.355, p < 0.025$, triküspit için $r: -0.277, p < 0.05$) anlamlı korelasyon olduğu görüldü (Şekil 5). Umbilikal arter parametreleriyle E/A ve

AFV/TFV oranı arasında da anlamlı korelasyonlar tespit edildi (Şekil 6).

Çalışmamızda gebeliğin farklı dönemlerinde tespit ettiğimiz UA kan akımı ile ilgili parametreler Tablo Ede, fetal kalp fonksiyonlarıyla ilgili paramet-

Tablo 1. Gebelerde umbilikal arterdeki karı akım hızı ile ilgili tespit ettiğimiz değerler ile bu değerler arasındaki istatistiki farklar. A: Ortalama akım hızı, S: Sistolik pik akım hızı, D: End-diastolik akım hızı, RI: Rezistans indeksi, HI: Pulsalilite indeksi, NS: Anlamsız

Parametre	G I: 16-24 Hafta (n:10)	G II: 25-32 Hafta (n:12)	G III: 33-42 Hafta (n:29)	G L G II	Unpaired t test	
					G I-G III	ü 11-G III
A (m/sn)	0.21 ± 0.06	0.23 ± 0.06	0.30 ± 0.06	NS	D < 0.0005	p < 0.005
S (m/sn)	0.35 ± 0.06	0.37 ± 0.06	0.47 ± 0.21	\S	p < 0.05	NS
D (m/sn)	0.11 ± 0.03	0.12 ± 0.04	0.20 ± 0.06	NS	p < 0.0005	p < 0.0005
S/D	3.32 ± 0.69	3.06 ± 118	2.35 ± ü.07	NS	p < 0.025	p < 0.0005
D/A	0.51 ± 0.10	0.60 ± 0.12	0.67 ± 0.20	NS	p < 0.01	NS
RI	0.70 ± 0.07	0.69 ± 0.06	0.54 ± 0.011	NS	p < 0.0005	p < 0.0005
PI	1.19 ± 0.19	1.14 ± 0.27	0.82 ± 0.23	NS	p < 0.0005	p < 0.0005

Tablo 2. Gebelerde fõtal kalp fonksiyonlarıyla ilgili ortalama değerler ile bu değerler arasındaki istatistiki farklar. M: Mitral, T: Triküspit, E-VM: Erken diasloik ortalama akım hızı, E: Erken diastolik pik akım hızı, A-VM: Ortalama atrial akım hızı, A: Atrial pik akım hızı, AFV: Atrial akımı volümü, TFV; Tranvalvuler akım volümü, AoVM: Ortalama aort akım hızı, AoVP: Aortik pik akım hızı, AA; Akselerasyon averajı, DA: Dcselerasyon averajı

Parametre	G i: 16-24. Hafta (n:10)	G II: 25-32. Hafta (n:12)	G III: 33-42, Hafta (n:29)	ti I-G II	Unpaired t lesri	
					(i I-G iII)	G II-G III
M-EVM(m/sn)	0.948 ± 0.016	0.58 ± 0.027	0.071 ± 0.03-1	NS	p < 0.05	NS
M-E(m/sn)	0.038 ± 0.06	0.431:0.09	0.45 ± 0.12	NS	NS	NS
M-AVM(m/sn)	0.066 ± 0.022	0.062 ± 0.019	0.058 ± 0.024	NS	NS	NS
M-A(m/sn)	0.052 ± 0.08	0.046 ± 0.10	0.40 ± 0.12	NS	p < 0.05	p < 0.05
M-E/A	0.76 ± 0.14	0.93 ± 0.27	1.18 ± 0.35	p < 0.05	p < 0.0005 "	p < 0.025
M-ArV/TFV(%)	57.6 ± 7.1	52.4 ± 12.7	45.9 ± 13.9	NS	p < 0.01	NS
T-EVM(m/sn)	0.052 ± 0.021	0.061 ± 0.031	0.077 ± 0.037	X >	p < 0.025	NS
T-E(m/sn)	0.40 ± 0.06	0.41 ± 0.09	0.46 ± 0.09	NS	NS	NS
T-AVM(m/sn)	0.069 ± 0.013	0.057 ± 0.023	0.055 ± 0.027	NS	NS	NS
T-A(m/sn)	0.51 ± 0.12	0.47 ± 0.12	0.46 ± 0.14	NS	NS	NS
T-E/A	0.82 ± 0.25	0.93 ± 0.28	1.11 ± 0.34	NS	p < 0.01	p < 0.05
AoVVI(m/sn)	0.141 ± 0.044	0.165 ± 0.036	0.174 ± 0.018	p < 0.05	p < 0.025	NS
AoVP(m/sn)	0.66 ± 0.09	0.70 ± 0.09	0.73 ± 0.10	p < 0.025	p < 0.005	p < 0.05
T-AEV/TFV(%)	52.6 ± 8.4	48.3 ± J 1.1	46.4 ± 9.2	NS	p < 0.05	NS
M-AT(msn)	59 ± 12	58 ± 14	55 ± 11	NS	NS	NS
M-DT(msn)	105 ± 18	101 ± 22	100 ± 17	NS	NS	NS
M-AA(m/sn2)	6.9 ± 1.5	7.2 ± 18	7.8 ± 19	NS	NS	NS
M-DA(m/sn2)	3.7 ± 0.9	3.9 ± 0.6	4.2 ± 0.8	NS	NS	NS

reler ve bunlar arasındaki istatistiki farklar ise Tablo 2'de gösterilmiştir,

TARTIŞMA

İnrauterin hayatta gebelik süresi ilerledikçe fõtal kalp fonksiyonlarında belirgin değişiklikler gözlenir. Bu değişiklikler UA kan akımının da zamanla değişimine neden olur (3,8). Bizim çalışmamızda gebelik süresi ilerledikçe UA ortalama kan akım

hızının artışı yanında S/D oranı, rezistans ve pulsalilite indeksinin azalışı dikkati çekti. Bunun doğal sonucu olarak gebelik süresi ile S/D, RI ve PI değerleri arasında negatif korelasyon olduğu gözlemlendi. Schulman ve arkadaşları normal gebelerde pulsed Doppler eko ile yaptıkları bir çalışmada S/D oranının gebelik süresi ilerledikçe azaldığını görmüşlerdir (9). Maulik ve arkadaşları ise 308 gebede yaptıkları bir Doppler çalışması sonucunda S/D, RI ve PI

değerlerinin gebelik süresi ilerledikçe azaldığını tespit etmişlerdir (10). Bu durum gebelik süresi ilerledikçe UA rezistansının azalmasına bağlanmış ve rezistanstaki bu a/alışta fötüs gelişiminin önemli rolü olduğu görülmüştür. Fötüs ağırlığının artışına paralel olarak UA rezistans ve pulsatilite indeksinin azalışında aynı nedene bağlıdır (9,10). Bu nedenle gelişme geriliği gözlenen fötüslerde R1, P1 ve S/D oranı normal fötüslere kıyasla düşük bulunmuştur (6).

Gebelik süresi ilerledikçe fötal kalp fonksiyonlarında da belirgin değişiklikler olmaktadır. Föüse dolaşım sisteminin faaliyete geçtiği andan itibaren zamanla venriküllerin diastolik doluşu atrial akım fazından erken diastolik döneme kaymakta ve bu durum gebelik süresi yada fötüs ağırlığı ile E/A oranı arasında pozitif korelasyon olması şeklinde karşımıza çıkmaktadır. Yine aynı nedenle gebelik süresi ilerledikçe AFV/TFV oranı azalmaktadır. Fötüs gelişimi ile E/A ve AFV/TFV arasındaki bu ilişkinin nedeni henüz tam olarak bilinmemektedir. Ancak gebeliğin ileri dönemlerinde ventrikül esnekliğinin artışı, periferik rezistansın azalışı, preload ve afterload'daki değişiklikler ile fötal kalp hızının değişimi bugün için bilinen en önemli nedenlerdir. Özellikle ventrikül esnekliğindeki artış ile periferik rezistanstaki azalış ventriküllerin diastolik fonksiyonlarından bu değişikliklerin en önemli nedenleri olarak kabul edilmektedir (6,11). Biz de bu çalışmada, sağlıklı fötüslerde gebelik süresi ilerledikçe her iki venrikülde E/A oranının arttığını, AFV/TFV oranının ise azaldığını gördük. Bulgularımız Rizzo G. ve arkadaşlarının 125 sağlıklı fölüste yaptıkları çalışmada elde ettikleri sonuçlarla uyumlu idi (6). Gebelik süresi ilerledikçe akselerasyon ve deselerasyon zamanı ile akselerasyon ve deselerasyon avarajında anlamlı değişiklik olmaması ise bu parametrelerin hemodinamik değişikliklere karşı fazla duyarlı olmamasına bağlandı (12).

Gebelik süresi ilerledikçe fötal kardiak output artacağından aort ortalama ve pik akım hızında artış görülür. Fötüs gelişimi ile birlikte aort kapak alam da genişleyeceğinden akım hızındaki bu değişiklikler belirgin olmayabilir (3,13). Ancak bizim çalışmamızda aortik ortalama ve pik akım hızlarının gebelik süresi ilerledikçe arttığı görüldü.

UA rezistansı fötüs kalp fonksiyonlarını, fötüs kalp fonksiyonları da UA rezistansım etkiler. Fölüste afterload UA rezistansı ile yakından ilgilidir. Afterload'daki değişiklikler sol ventrikül fonksiyon-

larını direk olarak etkiler (14). Fötal hayatta kalp boşlukları arasındaki temas ve duktus arteriozusun açık olması nedeniyle afterload'daki değişiklikler sağ ventriküle yansır (15). Diğer taraftan ventrikül fonksiyonlarındaki yetersizlik UA rezistansını önemli ölçüde etkiler. Bu nedenle beriki ventriküldeki E/A ve AFV/TFV oranı ile UA parametreleri arasında korelasyon olması beklenir. Nitekim bizim çalışmamızda da ventrikül diastolik fonksiyonlarını gösteren parametrelerle R1, P1 ve S/D oranı arasında anlamlı korelasyon olduğu görüldü.

Sonuçta gebelikte UA kan akımı ve fötal kalp fonksiyonlarının Doppler eko ile incelenmesinin fötüs gelişimi hakkında değerli bilgiler verebileceği görüldü. Fötal dönemde kardiovasküler sistemdeki çeşitli anomali ve hemodinamik değişikliklerin Doppler yöntemi ile incelenebileceği kanaatine varıldı.

KAYNAKLAR

- Demir A, Işık A, Çeiiiker II, Dönder E, Lüleci C. Kalbin diaslolik fonksiyonlarının Doppler ekokardiografi ile değerlendirilmesi. Türkiye Klinikleri Kardiyoloji Dergisi 1990; 3:50-6.
- Lüleci C, Sarıkol N. Kalp hastalıklarında Doppler ekokardiogramın yeri. Türkiye Klinikleri 1989; 9:25-31.
- Kenny JF, Plappert T, Doubilet P, Salt/man Di l, Cartier M, Zollars E, Eealherman OF, St. John Sutton M. Changes in intracardiac blood (low velocities and right and left ventricular stroke volumes with gestational age in the normal human fetus: a prospective Doppler echocardiographic study. Circulation 1986; 74:1208-16.
- Reed KL. Fetal Doppler Echocardiography. Clin Obstet and Gynecol 1989; 32:728-37.
- ILsieh F.I, Chang FM, Ko I'M, Chen IYY, Chen YP. Umbilical artery How velocity waveforms in fetuses dying with congenital anomalies. Br J Obstet Gyneacol 1988; 95:478-82.
- Rizzo G, Arduını D, Romanını C, Mancuso S. Doppler echocardiographic asscsmcem of atrioventricular velocity waveforms in normal and smaii-for-gestational-age fetuses. Br J Obstet Gynecol 1988; 95:65-9.
- Shenker L., Reed KE, Marx GR, Donnerstein RE, Allen IID, Anderson CF. Fetal cardiac Doppler flow studies in prenatal diagnosis of heart disease. Am J Obsted Gynecol 1988; 158:1267-73.
- Hendricks SK, Sorenson TK, Wang KY, Bushnell JM, Seguin EM, Zingheim RW. Doppler umbilical artery waveform indiees-N'ormal values from fourteen to forty-two weeks. Am J Obsted Gynecol 1989; 161:761-5.

9. Schulman H, Fleischer A, Stern W, Farmakides G, Jagani N, Blattner P. Umbilical velocity wave ratios in human pregnancy. *Am J Obstet Gynecol* 1984; 148:985-90.
10. Maulik D, Yarlalagadda AP, Youngblood JP, Willoughby L. Components of variability of umbilical arterial Doppler velocimetry-A prospective analysis. *Am J Obstet Gynecol* 1989; 160:1406-12.
11. Reed KL, Meijboom EJ, Sahn DJ, Scagnelli SA, Yaldes-Cruz LM, Shenker L. Cardiac Doppler flow velocities in human fetuses. *Circulation* 1986; 73:41-6.
12. Goldberg SJ, Allen IID, Marx GR, Donnerstein RE. Doppler Echocardiography. Diastolic Function. Philadelphia 1988; 280-91.
13. Walther FJ, Siassi B, Ramadan NA, Ananda AK, Wu PYK. Pulsed Doppler Determinations of Cardiac Output in Neonates: Normal Standards for Clinical Use. *Pediatrics* 1985; 76:829-38.
14. Reed KE, Anderson CF, Shenker L. Changes in intracardiac blood flow velocities in fetuses with absent umbilical artery diastolic flow. *Am J Obstet Gynecol* 1987; 157:774-9.
15. Cry DR, Guntheroth WG, Mack LA, Shuman WP. A Systematic Approach to Fetal Echocardiography Using Real-Time/Two-Dimensional Sonography. *J Ultrasound Med* 1986; 5:343-50.