

Pulmoner Kapiller Basıncı Belirlemede Basit ve Etkin Bir Yöntem: Doppler Ekokardiyografi[¶]

A SIMPLE AND EFFICIENT WAY FOR THE ESTIMATION OF PULMONARY CAPILLARY WEDGE PRESSURE: DOPPLER ECHOCARDIOGRAPHY

Melek ULUÇAM*, Mehmet Emin KORKMAZ**, Haldun MÜDERRİSOĞLU**,
Bülent ÖZİN***, Vahide ŞİMŞEK****

* Yrd.Doç.Dr., Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD,

** Prof.Dr., Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD,

*** Doç.Dr., Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD,

**** Tek., Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kardiyoloji AD, ANKARA

Özet

Amaç: Bu ileriye yönelik çalışmada, girişimsel olmayan yollarla ve Doppler akım indekslerinden yararlanarak pulmoner kapiller basıncın tahmin edilebilirliğini araştırmayı amaçladık.

Materyel ve Metod: Çalışmaya alınan 74 hastaya (21 kadın, 53 erkek, ortalama yaş 55.2 ±10.8) aynı gün içinde sağ-sol kalp kateterizasyonu, koroner anjiyografi ve ekokardiyografik inceleme yapıldı. İnvaziv yolla ölçülen pulmoner kapiller basınç, çeşitli Doppler ekokardiyografik parametrelerle karşılaştırıldı.

Bulgular: İnvaziv yolla ölçülen pulmoner kapiller basınç ile, ekokardiyografik E/A oranı ve E dalgasının hız zaman integrali en güçlü ilişkiyi gösteriyordu. E/A oranının >1.5 olması, pulmoner kapiller basıncın 20 mm Hg veya daha yüksek olduğunu, %98 spesifite ve %42 sensitivite ile gösteriyordu. Pulmoner kapiller basıncı belirlediğini saptadığımız formül olan $\{17+[17*\ln(E/A)]\}$ ile hesaplanan pulmoner kapiller basınç, ölçülen pulmoner kapiller basınç ile güçlü bir korelasyon gösteriyordu ($r=0.64$, $p<0.001$).

Sonuç: Veriler, $\{17 + [17 * \ln (E/A)]\}$ formülü ile pulmoner kapiller basıncın basit ve etkin biçimde hesaplanabileceğini göstermektedir. E/A oranı diğer güçlü parametredir. E/A'nın 1.5'un altında olması durumunda, %98 olasılıkla pulmoner kapiller basıncın 20 mm Hg'dan az olduğunu tahmin etmek mümkündür.

Anahtar Kelimeler: Pulmoner kapiller basınç, E/A oranı,
Doppler ekokardiyografi

T Klin Kardiyoloji 2001, 14:121-128

Geliş Tarihi: 18.04.2000

Yazışma Adresi: Dr.Melek ULUÇAM
Mahatma Gandhi Cd. 51/26
06700, Gaziosmanpaşa, ANKARA

[¶] Bu çalışmanın bir bölümü, 10-13 Ekim 1998 tarihleri arasında Antalya, Belek'te düzenlenen XIV. Ulusal Kardiyoloji Kongresinde sunulmuştur.

T Klin J Cardiol 2001, 14

Summary

Objective: In this prospective trial, we planned to estimate pulmonary capillary wedge pressure by using various Doppler echocardiographic findings.

Materials and Methods: In a group of 74 patients (21 woman, 53 man, 55.2 ± 10.8) we performed coronary angiography, right and left heart catheterization and Doppler echocardiographic study in same day. We compared invasively measured pulmonary capillary wedge pressure with various Doppler findings.

Findings: E/A ratio and time-velocity integral of E wave were the most powerful indexes related with invasively determined capillary wedge pressure. When E/A ratio was greater than 1.5, it was possible to predict that pulmonary capillary wedge pressure was greater than 20 with a sensitivity of 0.98 and specificity of 42 percent. We have also created a formula which determines pulmonary capillary wedge pressure. This formula was; $\{17+[17* \ln (E/A)]\}$. Calculated and measured pulmonary capillary wedge pressure were strongly correlated ($r=0.64$, $p<0.001$).

Results: These results demonstrate that, pulmonary capillary wedge pressure may be easily and effectively calculated by this formula; $\{17+[17* \ln (E/A)]\}$. E/A ratio seems to be another powerful parameter. If E/A is < 1.5, one may easily predict that pulmonary capillary wedge pressure is < 20 mm Hg with 98% probability.

Key Words: Pulmonary capillary wedge pressure,
E/A ratio,
Doppler echocardiography

T Klin J Cardiol 2001, 14:121-128

Pulmoner kapiller basınç (PKB), sol ventrikülün doluş basıncını gösterir. Sol kalp debisinin düşüklüğü ile seyreden sendromların ayırıcı tanısında ve tedaviye yanıtın izleminde büyük öneme sahiptir. Kullanımı, girişimsel bir teknik gerektirmesi nedeniyle kısıtlıdır. Oysa, transtorasik Doppler ekokardiyografi kullanılarak saptanan sol ventrikül doluş akımları, diyastolik fonksiyonları belirlemek amacıyla yaygın olarak kullanıldığı gibi, PKB'ı kolayca belirlemek amacıyla da kullanılabilir.

Yapılan çalışmalarda bazı Doppler ekokardiyografik parametrelerin, PKB ile ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bunlara örnek olarak sol ventrikülün diyastoldeki erken doluş pik hızının (E) geç doluş pik hızına (A) oranı olan (E/A) (1), A dalgası yavaşlama zamanı (Ayz) (2), E dalgası yavaşlama zamanı (Eyz) (3), pulmoner ven sistolik fraksiyonu (PVsistfrak) (4) verilebilir. Öte yandan, bu parametrelerin kullanıldığı bazı formüllerle (5) pulmoner kapiller basıncın hesaplanabileceği de belirtilmektedir. Biz, heterojen bir hasta grubunda transtorasik eko ile bu ilişkiyi yeniden incelemeyi ve PKB ile kuvvetli korelasyon gösteren yeni bir formül geliştirmeyi amaçladık.

Bu amaçla 74 bireyde ayrıntılı ekokardiyografik inceleme ve sağ-sol kalp kateterizasyonu yaptık. Elde edilen çeşitli ekokardiyografik ölçütlerin ve geliştirdiğimiz $PKB = \{17 + [17 * \ln(E/A)]\}$ formülüyle hesapladığımız PKB'nin, kateter ile ölçülen PKB ile olan ilişkisini inceledik.

Hastalar ve Yöntem

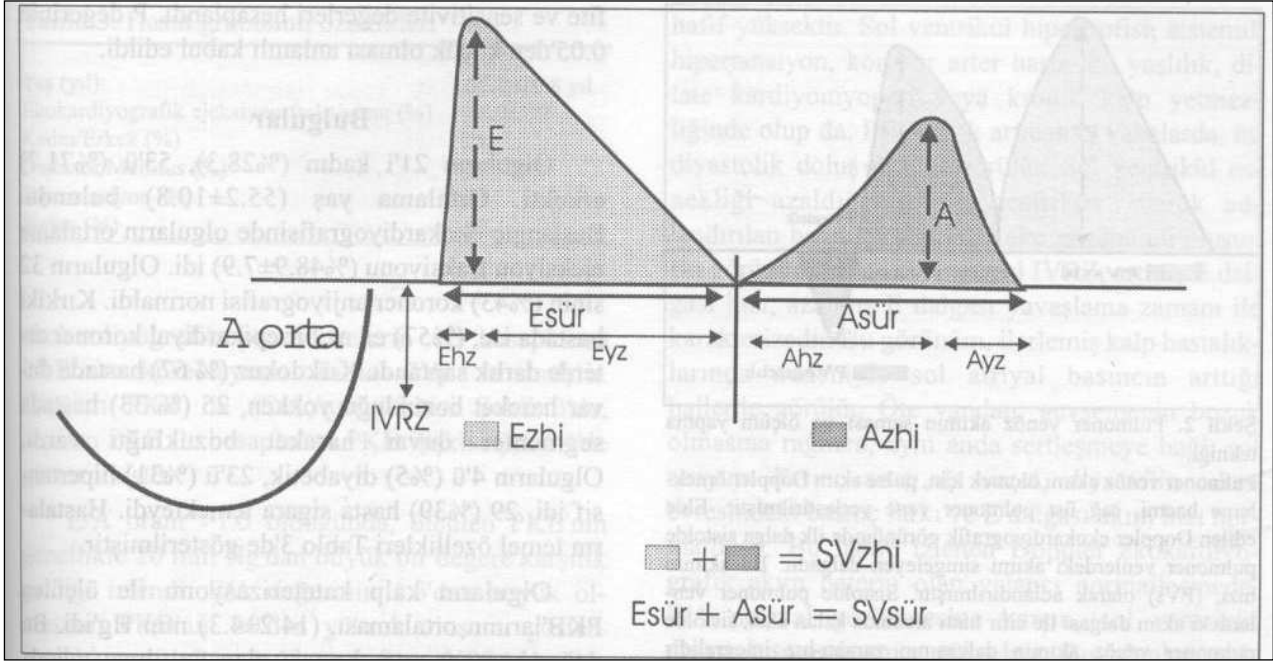
Ekim 97 ve Kasım 98 tarihleri arasında Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Kliniğine başvuran ve klinik nedenlerle sol ventrikülografi, koroner anjiyografi ve sağ kalp kateterizasyonu yapılması gereken 110 olgu incelendi. Mitral veya aort darlık veya yetmezliği, dilate veya hipertrofik kardiyomyopatisi, AV bloğu, kısa PR sendomu, sık ventriküler ekstrasistoller olanlar ve sinüs ritminde olmayanlar çalışma dışı bırakıldı. Geri kalan 86 olguya çalışma amacı anlatılıp, onayları alındı. Kalp kateterizasyonu sonrası ilk 1 saat içinde detaylı transtorasik ekokardiyografileri yapıp, kayıtları alındı. Sekiz olgu kateterizasyon sonrasında yetersiz ekokardiyografik kayıt, 4 olgu ise kateterizasyon sonrasında gelişen atriyal fibri-

lasyon nedeniyle çalışma dışı kaldı. Son değerlendirmeye alınan 74 olgudan (21 kadın, 53 erkek, ortalama yaş 55.2 ± 10.8) 42'sinde koroner arter hastalığı vardı, 32 vakada ise koroner arterler normaldi.

Tüm olgulara aynı araştırmacılar tarafından standart yöntemle sol ve sağ kalp basınç kaydı, sol ventrikülografi ve selektif koroner anjiyografi uygulandı. Sağ kalp kateterizasyonu, femoral vene 7F damar kılıfı yerleştirildikten sonra 7F Courand kateteri ile yapılarak, sağ atriyum, sağ ventrikül, pulmoner arter basınçları ve PKB ölçüldü. Sol kalp kateterizasyonu femoral arter yoluyla sol ventriküle geçirilen 6F pigtail kateter ile yapıldı. Sol ventrikül basınç kaydı alınıp, sol ventrikülografi yapıldı. Sol ventrikül diyastol sonu basıncı (SVDSB), EKG'deki R dalgasının zirvesinde ölçüldü. PKB ve SVDSB için ardışık 5 siklusun ortalaması alınarak kayıtlara geçirildi. Sağ ve sol Judkins kateterler ile koroner anjiyografi yapıldı. Tüm basınçlar hassas bir basınç ölçer sistemle (Witt Electronics®) bilgisayara kaydedildi ve eş zamanlı ölçekli kağıda yazdırıldı.

Transtorasik iki boyutlu (2B) ve Doppler ekokardiyografik incelemeler Acuson 128 XP cihazı ile, 2.5 MHz'lik transducer kullanılarak, EKG eşliğinde yapıldı. Akım örneklerinin incelenmesi için standard apikal 4 boşluk kesitleri elde edildi. Sol ventrikül doluş akımı, ekoda, tam olarak mitral leaflet uçlarına, pulmoner venöz akımlar ise, sağ üst pulmoner venin sol atriyuma açıldığı noktaya yerleştirilen pulse akım Doppler ile kaydedildi. Akım örnekleri 100 mm/s hızla video'ya kaydedildi. Ekokardiyografik kayıtlar, hastaların kateter bulgularından habersiz iki farklı araştırmacı tarafından 5 kalp siklusunun ortalaması alınarak ölçülüp değerlendirildi. Sol ventrikül doluş akımının değerlendirilişi Şekil 1'de, ekokardiyografik parametrelerin kısaltma, açıklama ve birimleri Tablo 1'de, pulmoner venöz akımların değerlendirilişi Şekil 2'de, ekokardiyografik parametrelerin kısaltma, açıklama ve birimleri Tablo 2'de şematize edilmiştir.

İstatistik analiz: Tüm hesaplamalar için ticari bir istatistik programı (SPSS®) kullanıldı. Sonuçlar ortalama ve standard sapma olarak ifade edildi. Ekokardiyografik veriler ile PKB ilişkisi korelasyon ve regresyon tesleri ile incelendi. Ölçülen ve hesaplanan PKB ilişkisi için Pearson ikiyönlü ana-

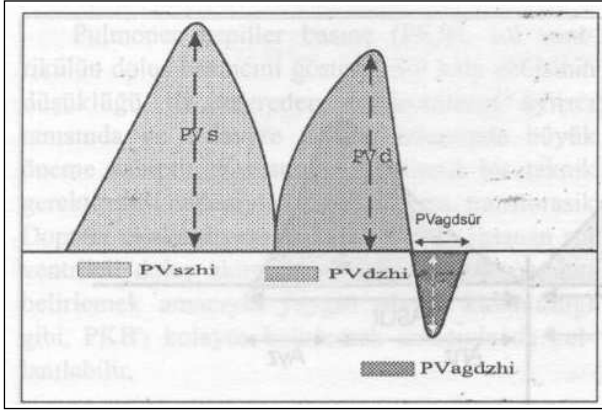


Şekil 1. Sol ventrikül doluş akımı şeması ve ölçüm yapma tekniği.

Aortik akımın bitmesiyle, sol ventrikülün dolmaya başlaması arasında geçen zamana, eş hacimli gevşeme zamanı (IVRZ) denir. Sol ventrikül doluş akımını ölçmek için, diastolde, pulse akım Doppler örnekleme hacmi, mitral valv yaprakçıklarının arasına yerleştirilmiştir. Elde edilen Doppler ekokardiyografik görünümünde ilk dalga erken doluşu simgeleyen E dalgasıdır. Bu dalganın zirveye ulaşması için geçmesi gereken zamana, E'nin hızlanma zamanı (Ehz), zirve hızına E dalgası akım hızı (E) denmiştir. Sıfır hattına geri dönmesi için gereken zaman, E'nin yavaşlama zamanı (Eyz) olarak adlandırılmıştır. Bu iki sürenin toplamı E dalgasının süresidir (Esür). Bu trasede, 2. dalga, atriyum kasılmasıyla oluşan A dalgasıdır. A dalgasının zirvesine ulaşması için geçmesi gereken zamana A'nın hızlanma zamanı (Ahz), zirve hızına A dalgası akım hızı (A), sıfır hattına geri dönmesi için geçen zamana A'nın yavaşlama zamanı (Ayz), son iki sürenin toplamına A dalgası süresi (Asür) denmiştir. E dalgası ile sıfır hattı arasında kalan alana, E dalgasının zaman-hız integrali (Ezhi), A dalgası ile sıfır hattı arasında kalan alan, A dalgasının zaman-hız integrali (Azhi) denmiştir.

Tablo 1. Sol ventrikül doluş akımının ekokardiyografi ile ölçülen parametreleri ve açıklamaları

| SOL VENTRİKÜL DOLUŞ AKIMI DOPPLER ÖLÇÜTÜ | KISALTIMA | BİRİM |
|--|-------------|--------|
| E dalgası akım hızı: | (E) | (cm/s) |
| A dalgası akım hızı: | (A) | (cm/s) |
| E dalgası hızı/A dalgası hızı: | (E/A) | (%) |
| E dalgası zaman-hız integrali: | (Ezhi) | (cm) |
| A dalgası zaman-hız integrali: | (Azhi) | (cm) |
| SV diyastolik doluşu zaman-hız integrali: | (Svzhi) | (cm) |
| E dalgası zaman hız-integrali/ A dalgası zaman hız- integrali: | (Ezhi/Azhi) | (%) |
| Atriyal doldurma oranı (A dalgası zhi/Svzhi) | (ADO) | (%) |
| A dalgası süresi: | (Asür) | (msn) |
| E dalgası süresi: | (E sür) | (msn) |
| SV diyastolik doluş akımı süresi | (Svsür) | (msn) |
| E dalgası süresi/A dalgası süresi: | (Esür/Asür) | (%) |
| A dalgasının hızlanma zamanı: | (Ahz) | (msn) |
| E dalgasının hızlanma zamanı: | (Ehz) | (msn) |
| A dalgasının yavaşlama zamanı: | (Ayz) | (msn) |
| E' dalgasının yavaşlama zamanı: | (Eyz) | (msn) |
| SV eş hacimli gevşeme zamanı: | (IVRZ) | (msn) |



Şekil 2. Pulmoner venöz akımın şeması ve ölçüm yapma tekniği.

Pulmoner venöz akımı ölçmek için, pulse akım Doppler örnekleme hacmi, sağ üst pulmoner vene yerleştirilmiştir. Elde edilen Doppler ekokardiyografik görünümde ilk dalga sistolde pulmoner venlerdeki akımı simgeleyen dalgadır. Bu akımın hızı, (PVs) olarak adlandırılmıştır. Sistolde pulmoner venlerdeki akım dalgası ile sıfır hattı arasında kalan alan, sistolde pulmoner venöz akımın dalgasının zaman-hız integralidir (PVszhi). Bu trasede, 2. dalga, pulmoner venlerin diyastolik akımıdır. Bu akımın hızı, (PVd) olarak adlandırılmıştır. Bu akım dalgası ile sıfır hattı arasında kalan alan, diastolde pulmoner venöz akımın zaman-hız integrali (PVdzhi) dir. Üçüncü dalga atriyum kasılması sırasında pulmoner venlerde izlenen akımdır. Bu akımın hızı (PVagd), süresi (Pvagsür), zaman-hız integrali (Pvagdzhi) olarak adlandırılmıştır.

lizi kullanıldı. Ölçülen PKB ile en güçlü ilişkiyi gösteren eko değişkenleri alındı ve korelasyon-regresyon analizi ile incelendi. Regresyon eğrisi analizinden, ölçülen PKB'ını en yakın gösteren lineer regresyon formülü ampirik olarak elde edildi ve basitleştirilerek belirlendi. Standart formüllerle spesi-

fite ve sensitivite değerleri hesaplandı. P değerinin 0.05'den küçük olması anlamlı kabul edildi.

Bulgular

Olguların 21'i kadın (%28.3), 53'ü (%71.7) erkekti. Ortalama yaş (55.2±10.8) bulundu. Başlangıç ekokardiyografisinde olguların ortalama ejeksiyon fraksiyonu (%48.9±7.9) idi. Olguların 32 sinin (%43) koroner anjiyografisi normaldi. Kırkiki hastada ise, (%57) en az bir epikardiyal koroner arterde darlık saptandı. Kırkdokuz (% 67) hastada duvar hareket bozukluğu yokken, 25 (% 33) hastada segmenter duvar hareket bozukluğu vardı. Olguların 4'ü (%5) diyabetik, 23'ü (%31) hipertansif idi, 29 (%39) hasta sigara içmekteydi. Hastaların temel özellikleri Tablo 3'de gösterilmiştir.

Olguların kalp kateterizasyonu ile ölçülen PKB'larının ortalaması, (14.2±4.3) mm Hg'di. Bu değer koroner arter hastası olan ve olmayanlarda önemli bir değişiklik göstermiyordu (14,2±4,5 mm Hg'ya, 14,2±4,1 mm Hg, p>0.05). Formül ile hesaplanan PKB ortalama (13.9±5.4 mmHg) idi. Ortalama E/A, (0.88±0.33) bulundu. Sol ventrikülün diyastolik doluşunun ekokardiyografik verileri Tablo 4, pulmoner venöz akım verileri Tablo 5, kateter verileri ve hesaplanan değerler Tablo 6'da sunulmuştur.

Ölçülen PKB, önem sırasıyla, hesaplanan PKB (r= 0.64, p<0.0001), (E/A) (r= 0.61, p<0.0001), E dalgası zaman-hız integrali (Ezhi) (r= 0.39, p= 0.01), (E) (r = 0.31, p< p<0.01) ve eş hacimli gevşeme zamanı (IVRZ) (r= -0.31, p<0.01) ile korelasyon göstermekteydi. Ölçülen PKB ile tüm

Tablo 2. Pulmoner venöz akımların ekokardiyografi ile ölçülen parametreleri ve açıklamaları

| PULMONER VENÖZ (PV) AKIMLAR | KISALTIMA | BİRİM |
|---|------------------|---------|
| PV sistolik akım hızı: | (PVs) | (cm/sn) |
| PV diyastolik akım hızı: | (PVd) | (cm/sn) |
| PV atriyal geri dönüş akım hızı: | (PVagd) | (cm/s) |
| PV sistolik akım hızı / diyastolik akım hızı: | (PVs/PVd) | (%) |
| PV sistolik akımı zaman-hız integrali: | (PVszhi) | (cm) |
| PV diastolik akımı zaman-hız integrali: | (PVdzhi) | (cm) |
| PV atriyal geri dönüş akımı zaman-hız integrali: | (PVagdzhi) | (cm) |
| PV sistolik zaman-hız integrali / (sist.+ diast.) zaman-hız integrali: | (PVSFRK) | (%) |
| PV atriyal geri dönüş süresi | (Pvagsür) | (msn) |
| PV atriyal geri dönüş süresi/ SV diyastolik doluş süresi: Pvagsür/ Svsür: | (ARSTMIS) | (%) |
| PVatriyal geri dönüş zaman-hız integrali / A dalgası zaman-hız integrali: | (Pvagdzhi /Azhi) | (%) |
| PVatriyal geri dönüş süresi-A süresi: (Pvagsür- Asür) | (ARSUASU) | (msn) |

Tablo 3. Hasta grubunun özellikleri

| | |
|---|---------------|
| Yaş (yıl) | 55.2±10.8 yıl |
| Ekokardiyografik ejeksiyon fraksiyonu (%) | 48.9±7.9 |
| Kadın/Erkek (%) | 28 |
| Diabetes Mellitus (%) | 5 |
| Hipertansiyon (%) | 31 |
| Sigara (%) | 39 |

ekokardiyografik parametrelerin ve hesaplanan PKB'nin korelasyonu Tablo 7'de verilmiştir. Ölçülen PKB ile (E/A)'nın ilişkisi Şekil 3'de, ölçülen PKB ile hesaplanan PKB ilişkisi Şekil 4'de gösterilmiştir.

E/A oranı >1.5 olduğunda, ölçülen PKB'nin genellikle 20 mm Hg'dan büyük bir değere karşılık geldiği izlendi. E/A değerinin 1.5'dan büyük olmasının PKB'nin 20'den yüksek oluşunu göstermedeki sensitivitesi %42, spesifitesi %98 bulundu.

PKB = {17 + [17*ln(E/A)]} formülüyle hesaplanan PKB'nin invaziv yolla ölçülen PKB ile korelasyonu tüm grupta 0.64 bulundu (P<0.0001). Bu formülle hesaplanan PKB, tüm grupta (± 5.35 mmHg) değişkenlik göstermektedir.

Tartışma

Doppler ekokardiyografi, sol ventrikül diyastolik fonksiyonlarını değerlendirmede yaygın olarak kullanılmaktadır. Mitral kapaktaki diyastolik basınç farkı, sol ventrikül doluş hızını etkileyen en önemli faktördür. Bu farkın, sol ventrikül gevşeyiş ve esnekliğine bağlı olduğu gösterilmiştir (6).

Bozulmuş gevşemede, azalmış erken doluş (E/A<1), normal veya artmış A, uzamış eş hacimli gevşeme zamanı ve E dalgası yavaşlama zamanı uzaması izlenir. Sol atriyum basıncı normal veya

hafif yüksektir. Sol ventrikül hipertrofisi, sistemik hipertansiyon, koroner arter hastalığı, yaşlılık, dilate kardiyomyopati veya kronik kalp yetmezliğinde olup da, PKB'ı çok artmamış vakalarda, bu diyastolik doluş örneği görülür. Sol ventrikül esnekliği azaldığında ise, 'restriktif' olarak adlandırılan bir diğer Doppler eko görünümü oluşur. Bu görünüm, kısa veya normal IVRZ, artmış E dalgası hızı, azalmış E dalgası yavaşlama zamanı ile karakterizedir. Bu görünüm, ilerlemiş kalp hastalıklarında nedeniyle sol atriyal basıncın arttığı hallerde görülür. Öte yandan, gevşemenin bozuk olmasına rağmen, aynı anda sertleşmeye bağlı sol atriyum basınç artışı da varsa, diyastolin erken evresindeki basınç farkı ve E dalgası akım hızı normalleşir. Bu halde izlenen Doppler ekokardiyografik akım paterni olan yalancı normalleşmede, E/A normal görünmesine karşın, sol ventrikül diyastol sonu basıncı yüksektir. Bu olgular, pulmoner venöz akımlarının incelenmesiyle normal olgulardan ayrılır. Bu durumda, sol ventrikül fonksiyonlarının restriksiyona doğru gittiği ve sol atriyum basıncının giderek yükseldiği bilinir.

Son 15 yılda, sol ventrikül diyastol sonu basıncının klinik eşdeğeri sayılan PKB'nin, transtorasik veya transözafajiyel Doppler eko ile tahmin edilebilirliğini saptamak amacıyla birçok çalışma yapılmıştır. Bunlarda, PKB ile ekokardiyografiyle ölçülen bazı öğelerin ilişkisi olduğu gösterilmiştir. Bunlara E/A (2), A dalgası yavaşlama zamanı (2), A dalgası süresi (2), atriyal doldurma oranı (5), (A dalgası zaman-hız integrali/E dalgası zaman-hız integrali) (7), E dalgası yavaşlama zamanı (3), eş hacimli gevşeme zamanı kısalığı (8), sol atrium boyutu (6), sol atrial ejeksiyon fraksiyonu (6) örnek verilebilir. Çalışmalarda, pulmoner venöz sistolik fraksiyon (Tablo 2'ye bakınız) (10),

Tablo 4. Sol ventrikülün diyastolik doluşunun ekokardiyografik verileri

| Sol ventrikülün ekokardiyografik erken doluş verileri | | Sol ventrikülün ekokardiyografik geç doluş verileri | | Sol ventrikülün tüm diyastoldeki akımı | |
|---|-------------------|---|-------------------|--|-------------------|
| | Ortalama ± SS | | Ortalama ± SS | | Ortalama ± SS |
| E | 57.1 ± 18.9 mm/s | A | 65.9 ± 16.9 mm/sn | SVsür | 557.3 ± 149.1 msn |
| Ehz | 88.8 ± 55.0 msn | Ahz | 91.3 ± 56.3 msn | SVzhi | 0.21± 0.1 cm |
| Eyz | 225.5 ± 57.8 msn | Ayz | 160.8 ± 52.2 msn | | |
| Esür | 342.3 ± 240.4 msn | Asür | 248.7 ± 79.7 msn | | |
| Ezhi | 0.11 ± 0.04 cm | Azhi | 0.1 ± 0.0 cm | | |
| IVRZ | 115.3 ± 20.6 msn | | | | |

Tablo 5. Pulmoner venöz akımlara ait veriler

| PULMONER VENÖZ AKIMLAR | ORTALAMA ± SS |
|------------------------|-------------------|
| PVS | 46.5 ± 10.7 mm/sn |
| PVszi | 0.8 ± 5.4 cm |
| PVD | 35.3 ± 8.7 mm/sn |
| PVdzi | 0.1 ± 0.0 cm |
| Pvagd | 24.9 ± 5.0 mm/sn |
| Pvagdzi | 0.05 ± 0.01 cm |
| Pvagsür | 230.32 ± 60.6 msn |

pulmoner venöz atriyal geri dönüş hızı (10), pulmoner venöz atriyal geri dönüş süresinin A dalgası süresinden uzun olması (9) gibi bazı faktörlerin de PKB ile ilişkisi olduğu söylenmiştir. Araştırmalarda, PKB'ı tahmin ettirdiği söylenen bazı formüller de saptanmıştır.

Vanonershelde ve ark. (11), 1995'de 41'inde koroner arter hastalığı olan, 29'u dilate, 4'ü hipertrofik kardiyomyopati, 12'si aorta darlığı olan 91 vakada E/A oranı ile PKB ilişkisini kuvvetli buldular ($r=0.96$). Bu grupta $PKB = \{18.4 + [17.1 \ln(E/A)]\}$ formülüyle PKB, 3 mm Hg hata ile tahmin edilebilmekteydi ve ilişki çok kuvvetli ($r=0.98$) idi. Stork ve ark. (7), 104 koroner yoğun bakım hastasında, E/A oranı ile PKB arasındaki korelasyonu çok kuvvetli ($r=0.98$) buldular. Iwase ve ark (12), koroner arter hastalarında, A/E oranı ile PKB arasında kuvvetli ($r=-0.74$) bir korelasyon bulmuşlardır. Nagueh ve ark'nın (13) 1995'de koroner yoğun bakım ünitesindeki 67 hastada yaptıkları çalışmada, az seçilmiş bir grupta, PKB ile en yüksek korelasyonun E/A oranıyla, orta şiddette olduğunu ($r=0.75$) bildirmektedirler. Ayrıca,

$PKB = \{17.1 + (5.3 E/A) - (0.11 IVRZ)\}$ formülüyle PKB korelasyonunun daha güçlü olduğunu da ($r=0.79$) olarak rapor etmektedirler. Normal vakaların ve değişik kardiyak hastalıkları olan olguların ele alındığı bir çalışmada ise, Appleton ve ark (14), PKB ve E/A ilişkisini orta derecede $r=0.70$ bildirmektedirler. Biz de bu ilişkiyi orta derecede bulduk. Tüm grubumuzda, tanımladığımız formül ile hesaplanan PKB, ölçülen PKB ile kabul edilebilir bir ilişki göstermekteydi ($p=0,6$). Gianuzzi ve ark (3), ejeksiyon fraksiyonu %35'in altında olan 140 hastada yaptıkları bir çalışmada, E/A ile PKB ilişkisini orta derecede ($r=0.65$) bulmuşlardı. Bu sonuç, bizim çalışmamızın sonuçlarına çok yakındır. Aynı çalışmada, $E/A > 2$ iken, pulmoner kapiller basıncın >20 olduğunu belirleme konusundaki spesifite yüksek (%99) iken, sensitivite düşük (%43) idi. Bizim 74 vakadan oluşan grubumuzda ejeksiyon fraksiyonu ortalama (%48.9 ± 7,9) idi ve E/A oranı 1.5 ve üzerinde ise, PKB 20 m Hg'den fazlaydı. Tenenbaum ve ark. (2), kalp kateterizasyonu ile 31'inin (%70) koroner arter hastası olduğu saptanan 44 hastadan oluşan (ortalama yaş 61) bir grupta, PKB ile E/A oranı ilişkisini orta derecede ($r=0.59$) bulmuşlardır. Bizim grubumuzda ise koroner arter hastalığı %57 oranındadır. Kalp kateterizasyonuna alınan vakalarda Mulvagh ve ark (8), sol ventrikül diyastol sonu basıncının (LVEDP) E/A ile olan ilişkisini orta derecede ($r=-0.53$) bulmuşlardır. Onların belirlediği formül olan $LVEDP = 46 - 0.22 IVRT - 0.10 AFF - 0.03 DT - [2/(E/A)] + 0.05 MAR$ ile sol ventrikül diyastol sonu basıncının korelasyonunun güçlü ($r=0.86$) olduğu bildirilmektedir. Ancak hemen belirtmek gerekirse, herhangi bir formülle sağlanan en güçlü değer de

Tablo 6. Kateter verileri ve hesaplanan değerler

| KATETER VERİLERİ | ORTALAMA ± SS | HESAPLANAN VERİLER | ORTALAMA ± SS |
|------------------|------------------|------------------------|-------------------|
| SVDSB | 14.2 ± 7.3 mm Hg | Azhi/Ezhi | 1.41 ± 3.7 (%) |
| PKB | 14.2 ± 4.3 mm Hg | ADO | 0.49 ± 0.1 (%) |
| | | PVS/PVd | 1.36 ± 0.3 (%) |
| | | PVSFRAK | 0.58 ± 0.13 (%) |
| | | Agdzh/Azhi | 0.5 ± 0.2 (%) |
| | | ARSTMIS | 0.44 ± 0.2 (%) |
| | | ARSUASU | -20.9 ± 94.37 msn |
| | | Esür/Asür | 1.26 ± 0.5 (%) |
| | | E/A | 0.88 ± 0.3 (%) |
| | | $17 + (17 * \ln(E/A))$ | 13.9 ± 5.4 mm Hg |

Tablo 7. İnvaziv yolla ölçülen pulmoner kapiller basıncın eko verileri ve hesaplanan pulmoner kapiller basınç ile ilişkisi

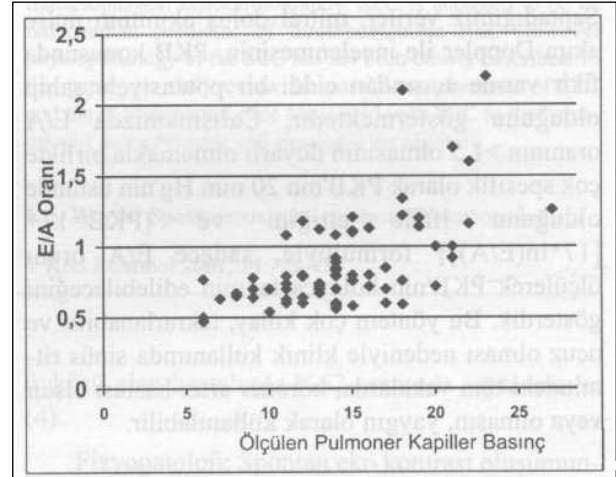
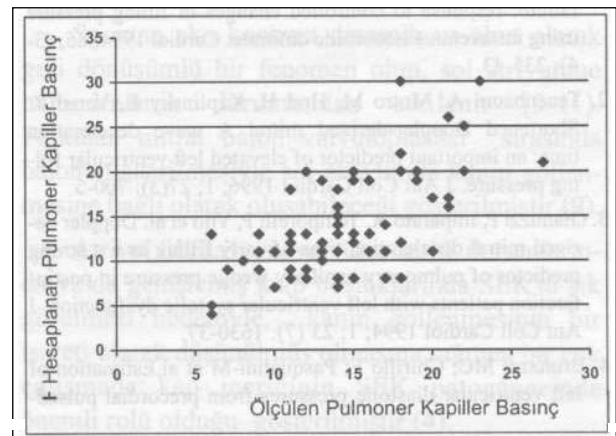
| | REGRESYON KATSAYISI | P DEĞERİ |
|--------------------|------------------------|----------|
| Azhi (cm) | -0.17 | 0.0130 |
| PVD (mm/s) | 0.20 | 0.0200 |
| Azhi/Ezhi (%) | -0.24 | 0.0300 |
| PVS/PVD (%) | -0.26 | 0.0200 |
| PVSİSTFRAK (%) | 0.26 | 0.0300 |
| SVDSB (mm Hg) | 0.26 | 0.0280 |
| Ehz (msn) | 0.27 | 0.0200 |
| IVRZ (msn) | -0.31 | -0.0060 |
| E (mm/s) | 0.31 | 0.0070 |
| Ezhi (cm) | 0.39 | 0.0100 |
| E/A (%) | 0.61 | 0.0000 |
| {17+ (17*ln(E/A))} | 0.64 | <0.0001 |

budur. Literatürdeki diğer formüllere bakılırsa, ilişkinin gücünün genellikle bizim formülümüzün korelasyon gücüne benzer olduğu görülür.

PKB yükseldiğinde, pulmoner venlerde sistolik ileri akım azalır, atriyal geri dönüş akımının hızı ve süresi artar. Bu esnada A dalgası süresi azalır. Transtorasik ve transözafajiyel eko ile yapılan bazı çalışmalarda pulmoner venöz akımlar ile PKB ilişkisi incelenmiştir. Erişkin kardiyak hastalarda Kuercherer ve ark (15), pulmoner venöz sistolik fraksiyonun ve ortalama sol atriyal basıncın PKB ile ilişkisini kuvvetli ($r=-0.88$) bulurken, Nishimura ve ark (10), PKB'nin en çok pulmoner ven atriyal geri dönüş hızı ile ilişkili olduğunu göstermişlerdir. ($r= -0.81$). Pulmoner venöz akımların sistolik fraksiyonu ile PKB ilişkisi, Brunazzi ve ark'nın (4) kalp kateterizasyonuna giden 116 vakada yaptığı çalışmada ($r= -0.88$) kuvvetli bulunmuştur. Yine kalp kateterizasyonuna giden vakalarda Rossvold ve Hatle (9) atriyal geri dönüş süresinin A dalgasından uzun olmasının sol ventrikül diyastol sonu basıncı (SVDSB) ile kuvvetli ($r=0.68$) bir ilişki gösterdiğini saptamış, bu durumun, SVDSB'nin 15'den yüksek oluşunu göstermedeki sensitivitesi, % 85 iken, spesifitesini %79 olarak belirlemişlerdir. Bizde ise pulmoner venöz akımı yansıtan parametrelerin bazıları ile PKB ilişkisi anlamlı olmakla birlikte, önemli bulunmamıştır. Çalışmamızda, pulmoner venöz akım parametreleri ile yapılan çeşitli hesaplamaların, ölçülen PKB'yi belirlemede yeter-

siz oluşunun, hasta grubunun heterojen yapıda olmasından kaynaklandığını düşünüyoruz.

Çalışmanın en önemli kısıtlılığı kalp kateterizasyonu ile aynı anda ekokardiyografinin yapılamamış olmasıdır. Detaylı ekokardiyografik değerlendirme, teknik gerekçeler ve fiziksel koşullar nedeniyle vakalar kalp kateterizasyonundan çıktıktan sonraki ilk saat içinde gerçekleştirilebilmiştir. Bu nedenle ekokardiyografik ölçümlerin yapıldığı anda PKB'nin farklı olacağı iddia edilebilir. Ancak, gerek vakaların kalp hızlarının, gerekse volüm durumlarının, gerekse de hastaların almakta oldukları ilaçların iki değerlendirme arasında değişiklik göstermemesi nedeniyle bu farkın ihmal edilebileceği kabul edilmiştir.

**Şekil 3.** Tüm grupta, ölçülen pulmoner kapiller basınç ile E/A oranının ilişkisi.**Şekil 4.** Tüm grupta, ölçülen pulmoner kapiller basınç ile hesaplanan pulmoner kapiller basınç ilişkisi.

Elde edilen bulgu, A dalgasının yokluğu nedeniyle atrial fibrilasyonlu vakalarda kullanılamaz. Bu da bazı hastaların bu yöntemle değerlendirilememesi demektir.

Çalışmanın diğer bir kısıtlılığı da vaka sayısının az olmasıdır. Daha geniş sayıda vakayla yapılan çalışmalar, konunun daha da iyi aydınlanmasında yardımcı olacaktır.

Sonuç

Bu çalışmada, pulse akım Doppler ile elde edilen sol ventrikül doluş akımı karakteristiklerinin bazılarının PKB ile çok yakın ilişkili olduğunu göstermektedir. E/A oranı ile sağ kalp kateterizasyonu ile elde edilen PKB korelasyonu anlamlı, oldukça kuvvetli ve tüm hasta grubunda geçerlidir. Saptadığımız veriler, mitral doluş akımının pulse akım Doppler ile incelenmesinin, PKB konusunda fikir verme açısından ciddi bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmamızda E/A oranının >1.5 olmasının duyarlı olmamakla birlikte çok spesifik olarak PKB'nin 20 mm Hg'nin üstünde olduğunu ifade ettiğini ve $\{PKB=17+[17*\ln(E/A)]\}$ formülüyle, sadece E/A oranı ölçülerek PKB'nin kolayca tahmin edilebileceğini gösterdik. Bu yöntem çok kolay, tekrarlanabilir ve ucuz olması nedeniyle klinik kullanımda sinüs ritmindeki tüm vakalarda, koroner arter hastası olsun veya olmasın, yaygın olarak kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Makhoul N, Hasanein J, Dagan T, Halon DA, Lewis BS. Doppler diastolic transmitral flow patterns in severe heart failure: response to controlled changes in filling pressure using intravenous isosorbide dinitrate. *Cardiol* 1994; 85; (3-4): 235-43.
- Tenenbaum A, Motro M, Hod H, Kaplinsky E, Vered Z. Shortened Doppler-derived mitral A wave deceleration time: an important predictor of elevated left ventricular filling pressure. *J Am Coll Cardiol* 1996; 1; 27(3): 700-5
- Gianuzzi P, Imparato A, Temporelli P, Vito et al. Doppler derived mitral deceleration time of early filling as a strong predictor of pulmonary capillary wedge pressure in postinfarction patients with left ventricular systolic dysfunction. *J Am Coll Cardiol* 1994; 1; 23 (7): 1630-37.
- Brunazzi MC; Chirillo F; Pasqualini-M et al. Estimation of left ventricular diastolic pressures from precordial pulsed-Doppler analysis of pulmonary venous and mitral flow. *Am Heart J* 1994; 128 (2): 293-300.
- Oh JK, Seward J, Tajik M. Hemodynamic assessment. *The Echo Manual* 1994; 5:51-66.
- Appleton CP, Hatle LK, Popp RL. Relation of transmitral velocity patterns to left ventricular diastolic function: new insights from a combined hemodynamic and Doppler echocardiographic study. *J Am Coll Cardiol* 1988; 12: 426-40.
- Stork T et al. Noninvasive detection of pulmonary artery wedge pressure. Comparative analysis of pulsed Doppler echocardiography and right heart catheterization. *Crit Care Med* 1990 Oct; 18 (10) (1158-63).
- Mulvagh S, Quinones MA, Kleiman NS, Cheirif J, Zoghbi WA. Estimation of left ventricular end-diastolic pressure from Doppler transmitral flow velocity in cardiac patients independent of systolic performance. *J Am Coll Cardiol* 1992 Jul; 20(1): 112-9.
- Rossvoll-O, Hatle-LK. Pulmonary venous flow velocities recorded by transthoracic Doppler ultrasound: relation to left ventricular diastolic pressures. *J Am Coll Cardiol* 1993 Jun; 21(7): 1697-700.
- Nishimura RA, Appleton CP, Redfield MM, Ilstrup DM, Holmes DRjr, Tajik AJ. Noninvasive Doppler echocardiographic evaluation of left ventricular filling pressures in patients with cardiomyopathies: a simultaneous Doppler echocardiographic and cardiac catheterization study. *J Am Coll Cardiol* 1996 Nov 1; 28 (5): 1226-33.
- Vanoverschelde JL et al. Noninvasive estimation of pulmonary arterial wedge pressure with Doppler transmitral flow velocity pattern in patients with known heart disease. *Am J Cardiol* 1995 Feb; 1575 (5): 383-9.
- Iwase M, Yokota M, Maeda M. et al. Noninvasive detection of exercise induced markedly elevated left ventricular filling pressure by pulsed Doppler echocardiography in patients with coronary artery disease *Am Heart J*. 1989 Nov; 118 (5): 947-54.
- Nagueh SF, Kopelen HA, Zoghbi WA. Feasibility and accuracy of Doppler echocardiographic estimation of pulmonary artery occlusive pressure in the intensive care unit. *Am J Cardiol* 1995, 75: 1256-1262.
- Appleton CP, Galloway JM, Gonzalez MS, Gaballa M, Basnight MA. Estimation of left ventricular filling pressures using two-dimensional and Doppler echocardiography in adult patients with cardiac disease. Additional value of analyzing left atrial size, left atrial ejection fraction and the difference in duration of pulmonary venous and mitral flow velocity at atrial contraction. *J Am Coll Cardiol* 1993 Dec; 22 (7): 1972-82.
- Kuecherer HF, Kusumoto IA, Cahalan MK, Schiller NB. Pulmonary venous flow patterns by transesophageal pulsed Doppler echocardiography: relation to parameters of left ventricular systolic and diastolic function. *Am Heart J* 1991 Dec; 122 (6):1683-93.

