

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**KARDİYOPULMONER *BYPASS* İLE AÇIK KALP
CERRAHİSİ UYGULANAN HASTALARDA
RADİYAL ARTER - FEMORAL ARTER - AORT
BASINÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE
ARALARINDAKİ GRADİYENTLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

DR. MURAT GÜLER

UZMANLIK TEZİ

İZMİR-2010

T.C.
DOKUZ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON
ANABİLİM DALI

**KARDİYOPULMONER *BYPASS* İLE AÇIK KALP
CERRAHİSİ UYGULANAN HASTALARDA
RADİYAL ARTER - FEMORAL ARTER - AORT
BASINÇLARININ KARŞILAŞTIRILMASI VE
ARALARINDAKİ GRADİYENTLERİN
DEĞERLENDİRİLMESİ**

UZMANLIK TEZİ

DR. MURAT GÜLER

Danışman Öğretim Üyesi: Doç. Dr. Hasan Hepağuşlar

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖZET	1
SUMMARY	3
GİRİŞ VE AMAÇ	5
GENEL BİLGİLER	7
GEREÇ VE YÖNTEM	20
BULGULAR	24
TARTIŞMA	33
SONUÇ VE ÖNERİLER	40
KAYNAKLAR	41
EK (ETİK KURUL ONAYI)	49

TABLO LİSTESİ**Sayfa No**

Tablo 1	Olguların demografik özellikleri ve klinik karakteristikleri	24
Tablo 2	Olguların preanesteziik değerlendirmeye ait özellikleri	25
Tablo 3	Cerrahi girişime ilişkin özellikler	25
Tablo 4	Kardiyopulmoner <i>bypass</i> öncesi, sırası ve sonrasında vazodilatör, vazopresör ve inotropik ilaç kullanılan olgu sayısı	26
Tablo 5	Radiyal ve femoral arter kanülasyonunun sağlandığı taraf	26
Tablo 6	Aort, femoral, radiyal ve non-invaziv brakial arter sistolik basınçlarına ait veriler	27
Tablo 7	Aort, femoral, radiyal ve non-invaziv brakial arter diyastolik basınçlarına ait veriler	29
Tablo 8	Aort, femoral, radiyal ve non-invaziv brakial arter ortalama basınçlarına ait veriler	30
Tablo 9	Aort ve arter basınçlarının belirlendiği dönemlerde hematokrit düzeyi, SVB, SpO ₂ , arteriyel kan gazları ve idrar debisine ait veriler	32
Tablo 10	Aort ve arter basınçlarının belirlendiği dönemlerde farklı bölgelerden elde edilen ısı değerleri	32

SEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1 Kardiyopulmoner *bypass* öncesi ve sonrası radyal ve femoral
arter basınç traseleri **13**

Şekil 2 Kalp Akciğer makinesi **17**

KISALTMALAR

KPB	Kardiyopulmoner <i>bypass</i>
ASA	Amerikan Anestezi Cemiyeti
EKG	Elektrokardiyografi
AKB	Arteriyel kan basıncı
RAK	Radiyal arter kanülasyonu
FAK	Femoral arter kanülasyonu
APZ	Aktive protrombin zamanı
KABG	Koroner arter <i>bypass</i> greftleme
VKİ	Vicut kitle indeksi
VYA	Vicut yüzey alanı
EF	Ejeksiyon fraksiyonu
SVB	Santral venöz basınç
SpO₂	Periferik oksijen saturasyonu
PaO₂	Parsiyel arteriyel oksijen basıncı
PaCO₂	Parsiyel arteriyel karbondioksit basıncı

TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım, hekimliğin ve anesteziyolojinin ilkelerini öğrendiğim hocalarım Sayın Prof. Dr. Zahide Elar'a, Sayın Prof. Dr. Ali Günerli'ye, Sayın Prof. Dr. Atalay Arkan'a, Sayın Prof. Dr. Erol Gökel'e; Sayın Prof. Dr. Semih Küçükgüçlü'ye, Sayın Prof. Dr. Necati Gökmen'e, Sayın Prof. Dr. Sermin Öztekin'e,

Tezimin her aşamasında yardımcı olan Doç. Dr. Hasan Hepağuşlar'a; tezimin hazırlanmasına yardımcı olan DEÜTF Kalp Damar Cerrahisi A.D. öğretim üyeleri hocalarıma ve asistan arkadaşlarıma,

Asistanlığım süresince birlikte çalıştığım, eğitimime katkıda bulunan bölümümüz öğretim üyelerine, her açıdan desteklerini hep yanımda hissettiğim başta tüm asistan arkadaşlarıma,

Anestezi teknikerleri, ameliyathane, derlenme, yoğun bakım, ağrı ünitesi hemşire ve personeline,

Hayatımın her aşamasında desteklerini hiç esirgemeyen dayım ve anneme,

Hayatımın her aşamasında destek olan hayat arkadaşım, Pelin Güler'e çok teşekkür ederim.

Dünyalar güzeli canım kızım Naz; seni çok seviyorum.

Dr. Murat Güler

ÖZET

Kardiyopulmoner *bypass* ile açık kalp cerrahisi uygulanan hastalarda radyal arter-femoral arter-aort basınçlarının karşılaştırılması ve aralarındaki gradiyentlerin değerlendirilmesi

Murat Güler, Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı, İzmir.

Bu prospektif klinik çalışmada; açık kalp cerrahisi uygulanan erişkin olgularda radyal arter, femoral arter ve aort basınçlarını karşılaştırmayı ve aralarındaki gradiyentleri belirlemeyi amaçladık.

Etik Kurul onayı ve hasta onamı alındıktan sonra 30 olgu (yaş: 54 yıl ve ağırlık: 70 kg) çalışmaya dahil edildi. Radyal arter, femoral arter ve aort basınçları (mm Hg); (i) kardiyopulmoner *bypass* (KPB) uygulamasına başlamadan 5 dk önce, (ii) KPB'nin 5. dk'sında ve (iii) KPB'tan ayrılmadan 5 dk sonra belirlendi. İstatistiksel analizde tek yönlü varyans analizi ve *Bonferroni* testi kullanıldı ve $p<0.05$ anlamlı kabul edildi.

Femoral artere (91, 53, 67, sırasıyla) kıyasla, KPB öncesi; daha yüksek aort sistolik (101, $p=0.00$), diyastolik (60, $p=0.02$) ve ortalama (74, $p=0.00$) basınçları ve daha yüksek radyal arter sistolik (101, $p=0.00$) ve ortalama (73, $p=0.01$) basınçları elde edildi.

Radyal artere (69, 42, 53, sırasıyla) kıyasla, KPB sırasında; daha yüksek aort sistolik (79, $p=0.00$), diyastolik (49, $p=0.03$) ve ortalama (60, $p=0.00$) basınçları ve daha yüksek

femoral arter sistolik (79, p=0.00), diyastolik (48, p=0.04) ve ortalama (60, p=0.00) basıncıları elde edildi.

Radiyal artere (91, 48, 61, sırasıyla) kıyasla, KPB sonrasında; daha yüksek aort sistolik (101, p=0.00), diyastolik (58, p=0.00) ve ortalama (72, p=0.00) basıncıları ve daha yüksek femoral arter sistolik (100, p=0.00) ve ortalama (69, p=0.00) basıncıları elde edildi.

Santral (aort) basınç; KPB öncesi radiyal arter basıncı tarafından, KPB sırasında ve sonrasında ise femoral arter basıncı tarafından daha iyi belirlendi.

Anahtar Kelimeler: Cerrahi, kardiyak: kardiyopulmoner *bypass*, Monitorizasyon, arteriyel basınç: aort, femoral, radiyal.

SUMMARY

Comparison of pressures of radial artery, femoral artery and aorta, and assessment of gradients amongst each other in patients undergoing open heart surgery under cardiopulmonary bypass.

Murat Güler, Dokuz Eylul University Medicine Faculty, Department of Anesthesiology and Reanimation, Izmir

In this prospective clinical study, we aimed to compare the pressures of radial artery, femoral artery and aorta, and to assess the gradients amongst each other in patients undergoing open heart surgery.

After ethics approval and patient informed consent, 30 adult patients (mean age: 54 year, mean weight: 70 kg) were included. Pressures (mm Hg) of radial artery, femoral artery and aorta were determined at the following mentioned times: (i) 5 min before cardiopulmonary bypass (CPB), (ii) at the 5th min of CBP and (iii) 5 min after weaning from CPB. One way analysis of variance and Bonferroni test were used for statistical analysis and $p<0.05$ was considered significant.

Higher aortic systolic (101, $p=0.00$), diastolic (60, $p=0.02$) and mean (74, $p=0.00$) pressures, and higher radial artery systolic (101, $p=0.00$) and mean (73, $p=0.01$) pressures were obtained compared to femoral artery pressures (91, 53, 67, respectively) before starting CPB.

Higher aortic systolic (79, p=0.00), diastolic (49, p=0.03) and mean (60, p= 0.00) pressures, and higher femoral artery systolic (79, p=0.00), diastolic (48, p=0.04) and mean (60, p=0.00) pressures were obtained compared to radial artery pressures (69, 42, 53, respectively) during CPB.

Higher aortic systolic (101, p=0.00), diastolic (58, p=0.00) and mean (72, p= 0.00) pressures, and higher femoral artery systolic (100, p=0.00) and mean (69, p=0.00) pressures were obtained compared to radial artery pressures (91, 48, 61, respectively) after separation from CPB.

Central (aortic) pressure was determined better by radial artery pressure before CPB, whereas by femoral artery pressure during and after CPB.

Key Words: Surgery, cardiac, cardiopulmonary bypass, Monitoring, arterial pressure, aortic, femoral, radial.

GİRİŞ

Kardiyopulmoner *bypass* (KPB) altında kardiyak cerrahi girişim uygulanan hastalarda, santral (aortik) basıncın değerlendirilmesinde çoğunlukla radyal arter basıncı kullanılmaktadır.^{1,2} İdeal olanı ise, santral basıncı veya vital organların perfüzyon basıncını değerlendirmektir.^{1,2}

Normal fizyolojik koşullarda santralden periferik doğru gidildikçe, periferik arterlerde ortalama ve diyastolik basınçlarda santrale kıyasla önemli bir gradiyent saptanmaz iken, sistolik basınçta bir yükselme gözlenir.^{1,3} Kardiyak cerrahi girişim uygulanan hastalarda ise, KPB sonrasında, radyal arter sistolik basıncında, santral sistolik basınca kıyasla bir düşme gözlenir.^{1,2,4-8} Kardiyopulmoner *bypass* ile açık kalp cerrahisi geçiren hastalarda tersine oluşan bu gradiyent; sadece radyal arter monitorizasyonu ile izlenen hastalarda, santral kan basıncının yanlış olarak değerlendirilmesine, gereksiz inotropik ajan uygulamasına ve sonucunda vital organların iskemisine yol açabilir.^{1,5}

Kardiyopulmoner *bypass* altında kardiyak cerrahi girişim uygulanan hastalarda aort ile radyal arter arasında saptanan basınç gradiyenti yanında, kardiyopulmoner *bypass* öncesi, sırası ve sonrasında femoral arter - radyal arter,⁹⁻¹³ aort - femoral arter - brakial arter,¹⁴ aort - brakial arter - radyal arter¹⁵⁻¹⁷ basınçları arasındaki farklılıklar da araştırılmıştır. Buna karşın günümüzde kardiyak cerrahide invaziv arter monitorizasyonunda en sık olarak tercih edilen ve kullanılan radyal ve femoral arter basınçları ile aort basıncı, KPB öncesi, sırası ve sonrasında eşzamanlı olarak saptanmamış ve aralarındaki basınç gradiyentleri üçlü bir kombinasyon şeklinde araştırılmamıştır.

AMAÇ

Bu klinik, prospektif çalışmada; açık kalp cerrahisi uygulanan erişkin olgularda KPB öncesi, sırası ve sonrası dönemlerde, aort basıncı ile femoral ve radyal arterlerin basınçlarının eşzamanlı olarak saptanması ve aralarındaki gradiyentlerin belirlenmesi amaçlandı.

GENEL BİLGİLER

I. ANESTEZİ UYGULAMASI VE MONİTORİZASYON

Monitorizasyon, prognostik eğilimleri zamana bağlı olarak saptayarak, potansiyel fizyolojik sorunların fark edilmesine ve değerlendirilmesine olanak sağlayan işlemler olarak tanımlanır. Etkin bir monitorizasyon, olumsuz değişiklikleri, ciddi ve irreverzibl bir hasarla sonuçlanmadan önce saptayarak, anestezi uygulamasından sonra gelişebilecek kötü sonuç olasılığını azaltır; klinik kararlılığın doğruluğunu ve kesinliğini artırır.³

Cerrahi girişim amacıyla genel anestezi planlanan bir hastada uygulanması gereken monitorizasyon yöntemleri, Amerikan Anestezi Cemiyeti (ASA) tarafından standardize edilmiştir. Bu standartlara göre anestezi uygulaması boyunca; dolaşım, oksijenasyon, ventilasyon ve ısı sürekli olarak değerlendirilmelidir. Dolaşımın değerlendirilmesinde; kalp atım hızının ve arteriyel kan basıncının en az 5 dakika aralarla belirlenmesi yer alır.^{1,18}

A. HEMODİNAMİK MONİTÖRİZASYON

1) Kalp Atım Hızının Değerlendirilmesi

Anestezi alan tüm hastalarda, elektrokardiyografi (EKG)'nin görsel olarak sürekli izlenmesi standart bir monitorizasyondur. Anestezi uygulaması sırasında EKG'nin izlenmesi ile kalp atım hızı, ritim bozuklukları, ileti bozuklukları, (AV blok, prematüre atriyal kontraksiyonlar, prematüre ventrikül kontraksiyonlar), miyokard iskemisi, ventrikül ve atriyum hipertrofisi, *Pace maker* fonksiyonu, pre-eksitasyon ritimleri, ilaçların toksik etkileri (digital, antiaritmikler, trisiklik antiseptanlar), elektrolit bozuklukları (Ca, K) hakkında bilgi edinilir.¹⁹⁻²²

Elektrokardiyografide elektrotlarının takılmasına göre farklı derivasyonlar elde edilir:

1. Standart derivasyonlar (D I , D II , D III)
2. Ünipolar ekstremitte derivasyonları (avR, avL, avF)
3. Prekordiyal derivasyonlar (V1-6).^{21,22}

2) Arteriyel kan basıncı (AKB) monitorizasyonu

Kanın sol ventrikülün ritmik kontraksiyonu ile vasküler sisteme atılması, pulsatil arteriyel basınç ile sonuçlanır. Sistolik kontraksiyon sırasında oluşan tepe basıncı sistolik arteriyel kan basıncını oluşturur ve sol ventrikül ardyükünün belirlenmesinde önemli rol oynar.²³

Arteriyel kan basıncı değerleri ölçüm yapılan bölgeden büyük oranda etkilenir. Yer çekiminin etkisi ile ölçüm bölgesinin kalbe göre konumu kan basıncı ölçümlerini değiştirir. Arteriyel kan basıncı non-invaziv ve invaziv yöntemlerle belirlenebilir.²⁴ Non-invaziv yöntemler içinde *doppler*, *Korotkoff* seslerinin oskültasyonu ve otomatik ossilometre yer alır.^{25,26} İnvaziv kan basıncının monitorizasyonu ise, intra-arteriyel kanülasyon uygulamasını gerektirir ve her kalp atımında sistemik arter basıncı değişikliklerinin saptanmasına olanak sağlar.^{1,3}

a. Non invazif arteriyel kan basıncı monitorizasyonu

Kan basıncı genellikle ya elle palpasyon, *doppler*, oskültasyon metodu kullanılarak, ya da otomatik olarak osilasyon metodu ile ölçülür.

▪**Palpasyon yöntemi;** Kan basıncının en kolay ölçüm yöntemlerinden biridir. Bir nabızı lokalize etmek, manşonu bu nabız kayboluncaya kadar şişirmek ve daha sonra nabız yeniden palpe edilinceye kadar manşonu söndürmektir. Bu yöntemde pulsasyonun bir *doppler* cihazı veya puls-oksimetre ile saptanması şeklinde modifikasyonlar yapılabilir. Bir yaştın altındaki çocuklarda manşon basıncının sistolik basıncın altına düşmesi ile ekstremitelerde kızarma-mororma gözlenebilir. Palpasyon yönteminin dezavantajı sadece sistolik kan basıncının ölçülebilmesidir.¹⁹⁻²²

▪**Doppler yöntemi;** Şişirilmiş bir manşon ile sıkıştırılmış arter duvar hareketlerinin tespitinde kullanılabilir. *Doppler* ölçümünün pediyatrik olgularda intra-arteriyel ölçümler ile yakın bir ilişki gösterdiği ancak biraz düşük kan basıncı değerleri verdiği bildirilmiştir. Bu tekniğin avantajı, çocuklarda ve düşük kan akımı olan erişkinlerde uygun olmasıdır. Dezavantajları ise ortalama ve diyastolik arter basınçlarının kolaylıkla elde edilememesi; hareket, elektrokoter kullanımı veya *doppler* probunun yer değiştirmesi gibi nedenlerden ötürü yanlış sonuçlar verebilmesidir.^{19-22,26}

▪**Oskültasyon metodu:** Ekstremiteye sarılmış bir manşon suprasistolik bir basınca ulaşıncaya kadar hava ile şişirilir ve sonra yavaş yavaş söndürülürken kanın arter içinde meydana getirdiği *Korotkoff* sesleri duyulur. Seslerin duyulduğu an sistolik basınç değeri, seslerin kaybolduğu basınç değeri ise diyastolik kan basıncı olarak kabul edilir.

Doğru bir AKB ölçümü için bazı koşullar yerine getirilmelidir:

- Manşon genişliği, ekstremitenin çapından % 20 daha fazla olmalıdır.
- Kese, kalibre edilmiş bir aneroid veya civalı manometreye bağlanmış olmalıdır.

- Manşonun çok sıkı veya gevşek sarılması da ölçümün doğru yapılmasını engelleyebilir.^{19-22,26}

▪**Osilometrik yöntem:** Bir basınç manşonu arter kan akımını engelleyecek ölçüde şişirilir. Manşon söndürülürken arterin pulsasyonu manşonun içinde basınç değişikliğine neden olur ve bu değişiklikler bir bilgisayar tarafından değerlendirilir. Ölçüm hataları, uygun olmayan manşon büyüklüğü ve hastanın titremesi gibi manşon içi basınç değişikliğine neden olan durumlardan kaynaklanır.^{27,28}

b. İnvaziv arteriyel kan basıncı monitorizasyonu

İnvaziv arteriyel kan basıncı monitorizasyonu; kan kaybı nedeniyle arteriyel kan basıncında belirgin değişikliklerin beklendiği cerrahi girişimler, atım-atım kan basıncının takip edilmesi gereken cerrahi girişimler ve dolaşım depresyonu sonucu uç organ hasarının yüksek olasılıkla öngörüldüğü ve arteriyel kan basıncının hızla restore edilmesi gereken cerrahi girişimler başta olmak üzere farklı cerrahi koşullarda yeğlenir.^{1,2} Bu nedenle KPB altında açık kalp cerrahisi geçirecek hastalarda dolaşım, ileri hemodinamik monitorizasyon yöntemleri ile takip edilir.¹⁹

1. Arteriyel kanülasyon bölgeleri

İnvaziv arteriyel kan basıncının monitorizasyonu amacıyla pek çok arter kullanılabilir. Süperfisyal, temporal, aksiller, brakiyal, ulnar, femoral, posteriyor tibiyal ve dorsalis pedis arterleri bu amaç için seçilebilir olmakla birlikte, radyal arter yüzeysel lokalizasyonu ve kollateral dolaşımı nedeniyle, farklı cerrahi girişimlerde intrarteriyel kanülasyon için öncelikle tercih edilir.^{1-3,18}

▪ Radyal Arter Kanülasyonu (RAK)

Radyal arter kanülasyonu, invaziv monitorizasyonun en önemli komponentlerinden birisidir. Arteriyel monitorizasyonda en sık radyal arter kullanılır.²⁹ Radyal arter kanülasyonu çocuk ve yetişkin hemen her hastada uygulanabilir. Sık görülmemekle birlikte kateterin tromboza bağlı tıkanması sonucu emboli, elde iskemi ve enfeksiyon gibi komplikasyonlar ile karşılaşılabilmektedir. Buna karşılık kanülün çıkarılmasından sonra vazospazma bağlı geçici oklüzyon ihtimali yüksektir.³⁰ Bu komplikasyonların görülme ihtimali kanülasyonun dördüncü gününden sonra artmaktadır. Yukarıda sıralanan komplikasyonlardan el iskemisi riski alınacak önlemler ile azaltılabilir. Bu amaçla eldeki sirkülasyonun durumu *Allen* testi ile değerlendirilebilir.³¹ *Allen* testinde, hastanın kolu yukarıda tutularak venöz kan boşaltılır. Radyal ve ulnar arterler parmakla komprese edilir, el aşağı sarkıtılır, ulnar artere yapılan bası kaldırılır. Altı saniye içinde soluklaşan elin renginin düzelmesi ulnar arterin açık olduğunu ve palmar arkusun yeterli olduğunu gösterir. Kızarıklığın 7-15 saniyeden uzun sürede ortaya çıkması ise ulnar arkusun yetersiz olduğunu gösterir.³²

Öncesinde normal *Allen* testi olmasına rağmen radyal arter kateterizasyonu sonrası iskemik sekelin olduğu,³³ tersine ise anormal *Allen* testi olmasına rağmen komplike olmayan radyal arter kateterizasyonu³⁰ bir çok çalışmada belirtilmiştir. Yakın geçmişte anormal *Allen* testi olan KPB olacak hastalarda radyal arterin güvenli bir şekilde kullanıldığını bildiren çalışmalar mevcuttur.^{34,35}

▪ Femoral Arter Kanülasyonu (FAK)

Femoral arter geniş bir arterdir ve basınç monitorizasyonu için çoğunlukla mükemmel ve güvenli bir yol sağlar.³⁶⁻³⁸ Radyal arter kateterizasyonu ile karşılaştırıldığında distal iskemi riski daha az iken, aterosklerotik embolizasyon riski daha yüksektir. Femoral bölgede enfeksiyöz komplikasyonlar bazı çalışmacılara göre daha fazlayken^{39,40} bazılarına göre enfeksiyon riski artmamıştır.^{37,38,41}

Femoral arter, radyal artere kıyasla daha derinde seyrettiği için radyal arter kanülasyonunda kullanılan kateterlerin boyu femoral arter kateterizasyonu esnasında kısa kalabilir. Bundan dolayı femoral arter kateterizasyonu esnasında daha uzun ve özel kateterler kullanılmalıdır. Ayrıca femoral arter kateterizasyonu esnasında inguinal ligamente, femoral hematoma oluşmamasına, pelvis ve periton yaralanmamasına dikkat edilmelidir.^{42,43}

2. Arteriyel basınç gradiyentleri

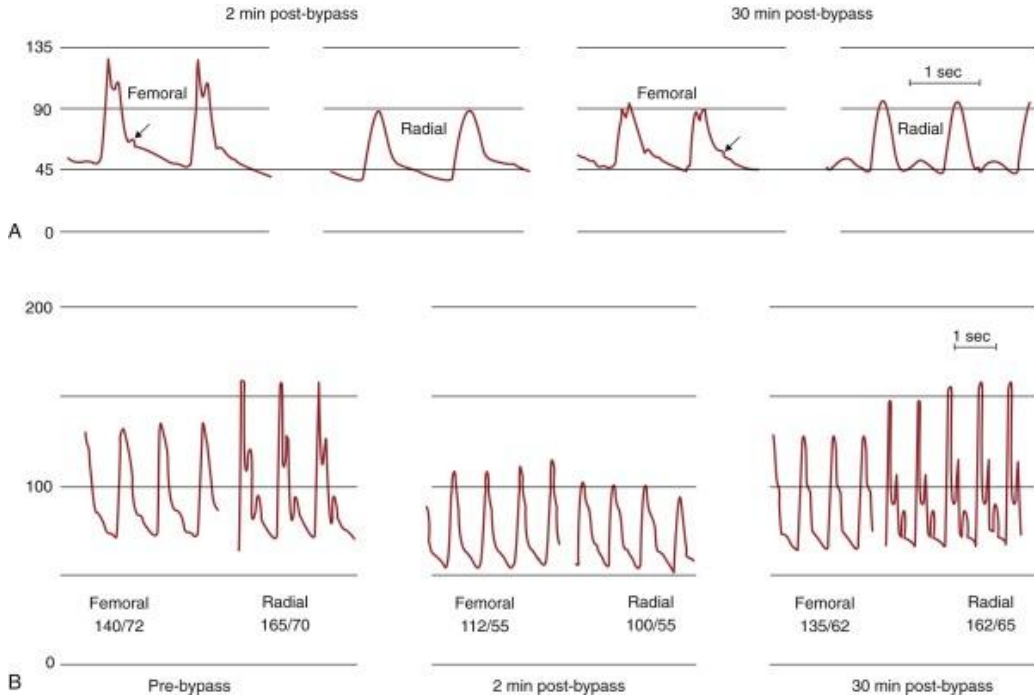
Normal fizyolojik koşullar dışında, bazı hastalıklarda periferik arterler arasında anormal gradiyentler ortaya çıkabilir. Frank ve arkadaşları⁴⁴ yaptıkları bir çalışmada periferik vasküler cerrahi geçirecek hastaların % 21'inde her iki üst ekstremité arasında 20 mmHg gradiyent farkı saptamışlardır.

Şok tablosundaki hastalarda periferik ve santral basınçlar arasında geniş gradiyent görülür. Sepsis gibi vazopresör ihtiyacı duyulan ciddi hastalıklarda femoral arter ile radyal arter basınçları arasında 50 mmHg'ya varan gradiyent farkı saptanabilir.⁴⁵ Vazoaktif ilaçlar, seçilen anestezi yöntemleri ve ısı değişiklikleri gradient farkını arttırabilir.^{46,47}

Açık kalp cerrahisi uygulanan hastalarda KPB'nin değişik evrelerinde periferik arteriyel basınçlar arasında gradiyentler sözkonusudur^{9,48} (Şekil 1). Şekil 1'in A bölümünde, KPB'nin ikinci dakikasında femoral arter basıncı radial arter basıncından daha yüksek iken, otuzuncu dakikada bu arterler arasında basınç eşitlenmektedir. Şekil 1'in B bölümünde ise KPB öncesi, KPB sonrası ikinci ve otuzuncu dakikada radial ve femoral arter basınç traseleri görülmektedir.^{6,50}

II AÇIK KALP CERRAHİSİ VE KARDİYOPULMONER BYPASS

Koroner *bypass* cerrahisi ve kapak ameliyatları tüm dünyada erişkinler arasında en sık uygulanan kardiyak cerrahi girişimlerdir.⁵¹ Açık kalp cerrahisi sırasında cerrahi tekniklerin başarıyla uygulanabilmesi için genellikle sahanın kansız ve kalbin hareketsiz olması gerekir.



Şekil 1: Kardiyopulmoner *bypass* öncesi ve sonrası radial ve femoral arter basınç traseleri.⁴⁹

Kalbin pompalama ve akciğerlerin solunum fonksiyonunu geçici olarak üstlenen cihaza kalp akciğer makinesi denir. Kalp ve akciğerlerin devre dışı bırakıldığı ve dolaşımın kalp akciğer makinesiyle sürdürüldüğü bu duruma ekstrakorporeal dolaşım, yapılan işleme ise KPB denir.⁵²

Kardiyopulmoner *bypass*, özellikle kalp cerrahisi başta olmak üzere, solunum sistemine ait girişimler, miyokardın desteklenmesini gerektiren ya da gaz değişiminin sağlanamadığı ağır akciğer hasarı olan durumlarda kullanılır. Bu yöntemde, kalp akciğer makinesi aracılığı ile gaz değişimi vücut dışında oksijenatörler yardımıyla gerçekleştirilir ve kan, diğer doku ve organların perfüzyonunu sağlamak üzere tekrar vücuda gönderilir.⁵³

Kardiyopulmoner *bypass* ve ekstrakorporeal dolaşım, ayrıca bazı intrakraniyal ameliyatlarda, kan değişimi uygulamalarında (*erythroblastosis foetalis*); pulmoner embolektomide, akciğer, karaciğer, böbrek gibi organ transplantasyonlarında, vena kavanın rezeksiyonu sırasında, donma nedeniyle hastanın ısıtılmasında ve kemoterapötiklerin verilmesi sırasında izole ekstremitte perfüzyonunda da kullanılabilir.⁵²

1900'lü yıllardan önce birçok fizyolog izole bir organın perfüzyonunun sağlanması ve bu perfüzyonun oksijenlenmiş kanla yapılabilmesi üzerine çeşitli çalışmalar yapmışlardır. İlk "kan pompası"nı 1885'de Von Frey ve Gruber geliştirmiş olup, kanın içi boş bir silindir içinde oksijene maruz bırakılmasıyla oksijen baloncukları ile arteriyelize edilmesini sağlamışlardır. Jacobi aynı yılda izole hayvan akciğerini oksijenatör olarak kullanmıştır.⁵⁴

1916 yılında tıp fakültesi öğrencisi Jay McLean tarafından heparin bulunana dek kanın pıhtılaşmasını önlemek amacıyla kan, defibrine olana kadar çalkalanmak zorundaydı. Bu tarihten sonra ise hızlı gelişmeler meydana gelmiş ve birçok bilim adamı ekstrakorporeal sirkülasyon konusunda önemli adımlar atmıştır. 1935 yılında Alexis Carrel ve Charles Lindbergh, 18 gün boyunca bir kedinin tiroid bezini perfüze edebildikleri bir cihaz geliştirip, sonraki yıllarda da birçok organı bu cihazla perfüze etmeyi başarmışlardır.⁵⁴

John Gibbon 1937 yılında üç hayvan üzerinde yeterli kardiy-respiratuar fonksiyonları kısa bir süre için bile olsa sağlayabildiği cihaz ile ilk başarılı demonstrasyonu gerçekleştirmiştir. Mayıs 1953'de ise Gibbon genç bir bayan hastada atriyal septal defekt onarımını KPB ile başarılı bir şekilde gerçekleştirerek KPB'nin klinik kullanımına öncülük etmiştir.⁵⁴

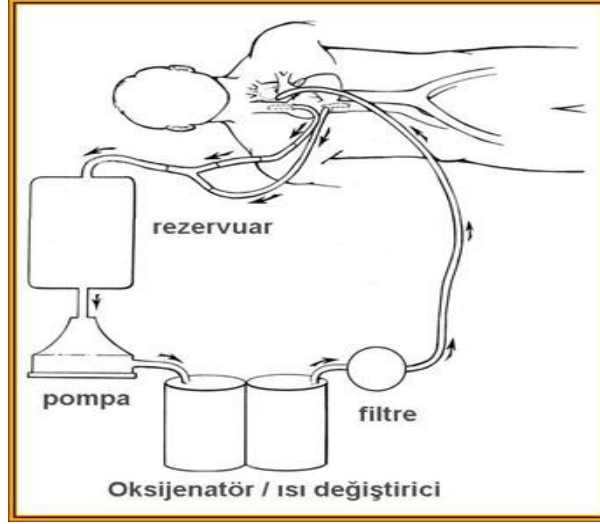
Bu gelişmeler sayesinde konjenital kalp hastalığı cerrahisi ve kapak cerrahisinde önemli gelişmeler kaydedilirken 1962 yılında Cleveland Kliniğinde Dr. Sones ve Dr. Shirey tarafından ilk koroner anjiografinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilmesi ile koroner arter hastalığının tanınmasında ve koroner arter cerrahisinin gelişiminde çok önemli bir adım atılmıştır.⁵⁴

Dünyada bu gelişmeler yaşanırken ülkemizde de 1950'li yıllarda kardiyovasküler cerrahi alanında önemli gelişmeler kaydedilmiş ve 1959 yılında Dr. Mehmet Tekdoğan ülkemizde ilk kez açık kalp cerrahisini uygulamaya başlamıştır. 1962 yılında Dr. Aydın Aytaç konjenital kalp cerrahisi ve 1965 yılında Dr. Yüksel Bozer erişkin kalp cerrahisi alanında ülkemizde ilkleri gerçekleştirmişlerdir.⁵⁵

III. KALP AKCİĞER MAKİNESİ

Kalp akciğer makinesinin temel bileşenleri şunlardır:

- Kalpten veya büyük venlerden kanı toplayan venöz kanüller,
- Cerrahi sahadaki kanın aspire edilmesini ve bu kanın yeniden sisteme kazandırılmasını sağlayan emici bir sistem (*suction*),
- Kalp odalarındaki kanın boşalmasını ve kalbin dekomprese edilmesini sağlayan bir diğer emici sistem (*vent*),
- Venöz kanüllerden ve diğer emici sistemlerden gelen kanın toplandığı bir venöz rezervuar,
- Kanın oksijenlenmesini sağlayacak bir oksijenatör,
- Kanın soğutulup ısınmasını sağlayan bir ısı değiştirici makine,
- Kalbin pompa işlevini üstlenecek bir pompa,
- Sisteme karışma olasılığı olan partiküllerin temizlendiği filtre sistemi,
- Oksijenlenmiş ve filtre edilmiş kanı hastanın arteriyel sistemine ileten arteriyel kanüller ve
- Sistem işleyişinin ve kanül basınçlarının izlenebildiği bir monitor sisteminden oluşur.⁵²



Şekil 11: Kalp akciğer makinesi.⁵⁶

Kalp akciğer makinesi, bu ana yapılar yanında biręok yardımcı sistemleri de kapsar. Sistemde kan rnemleri alınabilmesi ve bazı ilaçların verilebilmesini sağlayan çeşitli hatlar mevcuttur. Ayrıca cerrahi sahadan çekilen dilue kandaki kan elemanlarının yıkanıp konsantre edilmesi ve bir filtreden geçirilerek hastaya geri verilmesini sağlayan bazı sistemler (*cell saver* sistemi) de kalp akciğer makinesi bileşenleri arasında sayılabilir.⁵⁷ Bu sistem ve bileşenleri genellikle polikarbonat, polietilen, paslanmaz elik, titanyum, polivinilklorid, teflon, silikon ve poliüretan gibi toksisite, mutajenite ve immünojenitesi az olan, biyolojik doku ve sıvılarla kısmen uyumlu materyallerden imal edilmektedir ve bu sayede kanın yabancı yüzeylerle teması esnasında meydana gelen türbölans, staz ve kanda oluşturduğu kimyasal etkiler en aza indirilmiştir.

Kapiller sirkölasyonun etkin şekilde devam etmesi, KPB devresine uygun sıvı ilavesi yapılarak viskozitenin azaltılmasıyla sağlanır. Seçilecek bu sıvı kan ile aynı ozmolaritede olmalıdır. Eğer hipoosmolar olursa hemoliz ve interstisyuma sıvı kaçışı; hiperosmolar olursa damar içi volüm yüklenmesine neden olabilir. Komplike olmayan vakalarda en sık kullanılan prime solüsyonu %5 Dextrozlu Ringer Laktattır.⁵⁸

Kardiyopulmoner *bypass* sırasında kanın endotel olmayan yüzeylerle temas etmesi nedeniyle antikoagülan kullanımı zorunludur. Antikoagülasyonda kullanılan rutin ajan 1915 yılında Jay McLean tarafından bulunmuş olan heparindir. Heparin mast hücrelerinde bulunan bir polisakkarittir ve molekül ağırlığı ortalama 15.000 dalton civarındadır. Heparin sığır akciğeri, karaciğeri, barsak mukozası ve domuz barsak mukozasından elde edilir. Heparin, antitrombin III'ün aktivitesini artırarak antikoagülan etki gösterir.⁵² Perfüzyon sırasında pıhtılaşmayı önlemek için APZ(aktive protrombin zamanı)'nin 400-700 saniye civarında tutulması gereklidir.⁵²

IV. KARDİYOPULMONER *BYPASS*' IN KLİNİK ETKİLERİ

Başta nörolojik, renal, hematolojik, gastrointestinal sistem fonksiyonları olmak üzere birçok sistem ve organ KPB uygulaması sırasında etkilenmektedir.⁵⁹

Ekstrakorporeal sirkülasyon sonrası görülen morbidite ve mortalite oranlarına bakıldığında bunu belirleyen en önemli etkenin peroperatif meydana gelen miyokard hasarı olduğu söylenebilir. Kardiyopulmoner *bypass* süresince; anormal perfüzyon kompozisyonu, persistan ventriküler fibrilasyon, yetersiz miyokard perfüzyonu, ventriküler distansiyon, ventriküler kollaps, koroner emboli, katekolaminlerin salınımı, aortik kros-klemp ve reperfüzyonun miyokardta oluşan hasarın başlıca nedenleri olduğu tespit edilmiştir. Yapılan çalışmalar göstermiştir ki KPB sonrası tüm miyokardiyal koruma yöntemlerine rağmen hemen her hastada belli bir derecede miyokard hasarı görülmektedir.⁶⁰⁻⁶²

Kardiyopulmoner *bypass* akciğerlerin fonksiyonlarında da birçok değişikliğe sebep olur. Kompleman aktivasyonu ile aktive olan nötrofillerin pulmoner vasküler yatakta

sekestrasyonu ve pulmoner vasküler permeabilitenin artması ile pulmoner interstisyel ödem meydana gelir. Alveoler surfaktanın kompozisyonundaki değişiklikler ile daha az etkili bir alveoler stabilite sonucu atelektaziler gelişir ve KPB sonrası ilk 48 saat içinde etkisini sürdürür. Sonuç olarak postoperatif pulmoner disfonksiyon tablosu gelişebilir.⁶²

Kardiyopulmoner *bypass* süresince en fazla etkilenen organlardan birisi de beyindir. Kardiyopulmoner *bypass* sonrası görülen, çeşitli nörolojik ve kognitif testlerde başarısızlıklarla kendini gösteren ve nöro-davranışsal disfonksiyon olarak adlandırılan özel bir durum tariflenmiş olup yapılan çalışmalarda erken postoperatif dönemde hastaların % 30-61'inde saptanmıştır. Bu durum felç ve fokal nörolojik bulgulardan ayrı olarak tutulmuştur. Kapak cerrahisi ile yapılan karşılaştırmalı çalışmalarda da nörolojik komplikasyonlar KABG sonrası ortalama %11 oranında saptanırken kapak cerrahisi sonrası %7'nin altında saptanmıştır. Kardiyopulmoner *bypass* sonrası görülen beyin hasarının altında çeşitli nedenler olduğu saptansa da temelde hepsi iki önemli nedene dayanır; serebral hipoperfüzyon ve serebral emboli.^{59,62}

Ekstrakorporeal sirkülasyon renal fizyoloji ve fonksiyonları üzerinde de birçok değişikliğe sebep olmaktadır. Bunların başında renal kan akımında ve glomerüler filtrasyon hızında azalma, renal vasküler rezistansda artma gelir. Bu fenomen özellikle non-pulsatil kan akımı, katekolamin seviyelerinde artma, inflamatuvar mediatörler, makro ve mikroembolilerin böbreğe ulaşması, eritrositlerin travmaya uğraması sonucu ortaya çıkan serbest hemoglobine bağlanmaktadır. Kardiyopulmoner *bypass* sonrası hemodiyaliz gerektiren oligürik renal yetmezlik oranı çeşitli çalışmalarda %1-5 arasında saptanırken bu hastalarda mortalite oranı ise %27-89 arasında yüksek bir oranda saptanmıştır.^{59,62}

GEREÇ ve YÖNTEM

DEÜTF Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu onayı ve hastaların yazılı bilgilendirilmiş onamı alındıktan sonra DEÜTF Merkezi Ameliyathanesinde KPB altında açık kalp cerrahisi uygulanan, 18 yaş üstü 30 olgunun çalışmaya dahil edilmesi planlandı.

Periferik arter hastalığı olanlar (*Ankle brachial indeks* < 0.9, [22]), açık kalp cerrahisi geçirmiş olgular, preoperatif dönemde aortik ark kalsifikasyonu saptananlar, radyal arter kanülasyonu planlanan elden daha önce kanülasyon uygulanmış olgular, preoperatif dönemde başlanıp intraoperatif dönemde de infüzyon şeklinde kullanılacağı planlanan vazodilatör, vazopresör ilaç sağaltımında olanlar veya inotropik destek tedavisi alanlar ile morbid obez olgular çalışmaya dahil edilmedi.

Operasyon salonuna alınan hastalara iv yol açılması sonrası premedikasyon (midazolam) yapıp, eşzamanlı olarak standard non-invaziv monitorizasyon uygulandı.

Her iki üst ekstremitede non-invaziv yöntemle ölçülen brakiyal arter basınçlarının eşit olması halinde non-dominant tarafın, farklı olması durumunda yüksek olan tarafın radyal arterinden anestezi indüksiyonu öncesi, lokal anestezi (lidokain) altında 20 G Branül ile intra-arteriyel kanülasyon uygulandı. Kanülasyon öncesi Allen testi ile o taraf radyal arterin kanülasyona uygunluğu saptandı. İV infüzyon için damar yolu radyal arter kanülasyonu yapılmayan taraftan sağlandı. Radyal arterin kanülasyonunun yapıldığı taraftan non-invaziv brakiyal arter basıncının elde edilmesi için uygun boyutta manşon yerleştirildi.

Preoksijenasyon ve anestezi indüksiyonu (etomidat-fentanil) sonrasında nondepolarizan nöromusküler bloker ajan (rokuronyum) ile endotrakeal entübasyon uygulandı. Endotrakeal entübasyon sonrası, öncelikle sağ internal juguler ven yoluyla, santral venöz kanülasyon yapıldı. Anestezi idamesinde inhalasyon ajanı (sevofluran)/oksijen/hava kullanıldı, ventilasyon normokarbi sağlanacak şekilde uygulandı. Gereğinde opioid ve nondepolarizan nöromusküler bloker ajan tekrarlandı.

Steril saha sağlandıktan sonra, cerrahi girişim başlamadan önce kardiyak kateterizasyon için kullanılmamış olan femoral arterden 20 G arteriyel kateter ile intra-arteriyel kanülasyon uygulandı. Tüm hastalara mediyen sternotomi uygulandı, heparin iv yoldan verilip, aortik ve venöz kanülasyon sonrası KPB başlatıldı. Kardiyopulmoner *bypass* sırasında perfüzyon pulsatil veya non pulsatil olarak sağlandı. Perfüzyon ortalama akımı 2.4 (min 1.8- max 3.0) L/min/m² ve perfüzyon basıncı 50-80 mmHg arasında olacak şekilde sağlandı, bu aşamada cerrahi girişim ılımlı hipotermik (30-32 °C) koşullarda yapıldı. KPB'ın sonlanmasından sonra heparinin etkisi protamin ile nötralize edildi.

Tüm olgularda; cerrahi süre, KPB süresi, aortik kros-klemp süresi, hipotermi düzeyi ve süresi, ısınma süresi, KPB sırasında nitroprussid kullanan hasta sayısı (%), KPB çıkışında vazopressör, vazodilatör, inotropik ajan ve kullanan hasta sayısı (%) kaydedildi.

Aort, femoral ve radyal arter sistolik, diyastolik ve ortalama basınçları (mm Hg), cerrahi girişimin 3 farklı zaman diliminde; yani,

1. Kardiyopulmoner *bypass* uygulamasına başlamadan 5 dk önce,
2. Kardiyopulmoner *bypass*'ın 5. dk.sında

3. Kardiyopulmoner *bypass*'ın sonlanmasından 5 dk sonra saptandı.

Radiyal arter basıncının belirlenmesinde 1.1 mm çapında ve 32 mm uzunluğunda 20 G Branül (Bıçakçılar, İstanbul, Türkiye), femoral arter basıncının belirlenmesinde 0.99mm çapında ve 60-80 mm uzunluğunda 20 G Arteriyel kateter (Vycon, Fransa), aort basıncının belirlenmesinde ise, 0.7 mm çapında 30 mm uzunluğunda 22 G iğne (Medicor, Neomed, Macaristan) kullanıldı.

Basınçlar; radiyal, femoral ve aort sıralaması ile birkaç saniye içinde ardışık olarak belirlendi. Santral ve periferik basınçların invaziv olarak değerlendirilmesi sırasında, eşzamanlı olarak brakial arterden non-invaziv arteriyel kan basıncı ölçümü de yapıldı.

Aort, femoral ve radiyal arter basınçları (mm Hg) , atmosfere açılarak kalibrasyonu yapılmış, tek kullanımlık basınç transdüseri (Bıçakçılar, İstanbul;Türkiye) kullanılarak elde edildi. Transdüserin seviyesi sağ atriyum (orta aksiller hat) hizasına göre belirlendi.

Standart, içi sıvı ile doldurulmuş, hava kabarcığı olmayan non kompliant, 120 cm uzunluğunda üç uzatma hattı (Bıçakçılar, İstanbul, Türkiye) ve iki adet üç yollu *stopcock* kullanılarak transdüser ile aort, femoral arter ve radiyal arter arasındaki bağlantılar sağlandı. Bir uzatma hattı, aort ile transdüser, ikinci uzatma hattı femoral arter ile transdüser, üçüncü uzatma hattı radiyal arter ile transdüser arasındaki bağlantıyı sağladı. Basınçlara ait değerlerin belirlenmesinde 2 basınç trasesini aynı anda gösteren monitör sistemi (Viridia CMS, M1094 B, Hewlett Packard, Saronno, İtalya) kullanıldı.

İntraoperatif monitorizasyon sistemik arter basıncı yanında; EKG, SpO₂, E_tCO₂, santral ven basıncı (SVB), rektal, kan ve nazofaringeal ısı ve idrar debisi takibini de içerdi. Aort ve arter basınçlarının belirlendiği dönemlerde aynı zamanda, hematokrit düzeyi, SVB, SpO₂, arteriyel kan gazlarına ait veriler, idrar debisi ve rektal, kan, nazofaringeal ve aynı elin palmar bölgesinden elde edilen cilt ısısı değerleri kaydedildi. Ameliyatın sonlanması ardından olgular Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Ünitesi'ne yapay solunum uygulanarak transport edildi.

İstatistiksel Analiz

Verilerin istatistiksel analizinde SPSS Windows 11.0 kullanıldı. Olguların demografik özelliklerinin, preanestezi değerlendirilmeye ve cerrahi girişime ait özelliklerinin ortalamaları, sayı ve yüzdeleri belirlendi.

Aort ve arter basınçlarına ait verilerin kıyaslanması amacıyla “tek yönlü varyans analizi” uygulandı, istatistiksel anlamlılık söz konusu olduğunda *Post Hoc Multipl Comparisons* ve *Bonferroni* testleri kullanılarak anlamlılığın nedeni araştırıldı. İstatistiksel olarak $p < 0.05$ anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

DEÜTF Klinik ve Laboratuvar Araştırmaları Etik Kurulu onayı ve hastaların yazılı bilgilendirilmiş onamı alındıktan sonra DEÜTF Merkezi Ameliyathanesinde KPB altında açık kalp cerrahisi uygulanan 18 yaş üstü 36 olgu Ocak-2009 ile Temmuz-2009 tarihleri arasında çalışmaya alındı. İki olguda, femoral arter kateteri yerleştirilememesinden dolayı, üç olguda femoral arter kateterinin intraoperatif dönemde non-fonksiyone olmasından dolayı ve bir olguda, intra aortik balon pompası yerleştirilmesinden dolayı, veriler elde edilemedi. Çalışma; 30 olgunun verilerinin elde edilmesinden sonra sonlandırıldı.

Çalışmaya dahil edilen ve verileri toplanan 30 olgunun demografik özellikleri ve klinik karakteristikleri Tablo 1’de, preanestezik değerlendirmeye ait özellikleri ise Tablo 2’de sunuldu.

Tablo 1. Olguların demografik özellikleri ve klinik karakteristikleri (ort± SD veya sayı (%)).

Cinsiyet (E/K)	19 (% 63,3) / 11 (% 36,7)
Yaş (yıl)	54,5±10,1
Ağırlık (kg)	70,4±13,5
Boy (cm)	165,4±19,8
VKİ (kg/m²)	25,2±3,9
VYA (m²)	1,7±0,1

Tablo 2. Olguların preanesteziik değerlendirmeye ait özellikleri (ort± SD veya sayı %).

ASA Sınıfı	ASA II: 4 (% 13,3), ASA III: 26 (% 86,7)
Euroscore₂₃	2,46±2,3
Preop. Aritmi	6 (% 20)
Yandaş Hastalıkları	17 (% 56)
EF (%)	50,8±10,7
Geçir.Cerrahi Girişim	9 (% 30)
Preop.İlaç Kull.	28 (% 93)

Cerrahi süre, KPB süresi, aortik kros-klemp süresi, hipotermi düzeyi ve süresi, ısınma süresi olmak üzere cerrahi girişime ilişkin zellikler Tablo 3’de verildi.

Tablo 3. Cerrahi girişime ilişkin özellikler (ort±SD).

Cerrahi süre (dk)	227,3±52,1
KPB süresi (dk)	111,5±31,5
Aortik kros-klemp süresi (dk)	71,2±21,3
Hipotermi düzeyi (°C)	30,4±1,8
Hipotermi süresi (dk)	60,7±22,8
Isınma süresi (dk)	31,3±11,2

Tablo 4. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi, sırası ve sonrasında vazodilatör, vazopresör ve inotropik ilaç kullanılan olgu sayısı (Sayı %).

	KPB Öncesinde	KPB Sırasında	KPB Sonrasında
Perlinganit	8 (% 26.6)	2 (% 6)	20 (% 66)
Nitroprussid	-	30 (% 100)	-
Dopamin	-	-	21 (% 70)
Dobutamin	-	-	6 (% 20)
Adrenalin	-	-	1 (% 3)

Kardiyopulmoner *bypass* öncesi, sırası ve sonrasında olgularda kullanılan vazodilatör, vazopresör, inotropik ajanlar Tablo 4’de verildi.

Çalışmaya dahil edilen olgularda KPB sırasında radyal ve femoral arter basınçlarının sağlandığı taraf Tablo 5’te verildi.

Tablo 5. Radyal ve femoral arter kanülasyonunun sağlandığı taraf.

	SAĞ	SOL
Radyal arter	5 (% 16,7)	25 (% 83,3)
Femoral arter	5 (% 16,7)	25 (% 83,3)

Tablo 6. Aort, femoral, radyal ve non-invaziv brakial arter sistolik basınçlarına ait veriler (mm Hg, ort± SD).

	Radyal arter	Femoral arter	Aorta	Non-invaziv Brakial arter
KPB'tan	101,6±7,9*	91,5±7,8	101,6±8,5*	98,1±8,0 [#]
5 dk. Önce				
KPB'in	69,6±9,7	79,2±9,1 [‡]	79,8±8,7 [‡]	70,6±9,4
5. dk.sı				
KPB'tan	91,2±10,0	100,3±9,8 [‡]	101,6±10,1 [‡]	90,2±10,6
5 dk. Sonra				

* p=0.00 femoral artere kıyasla, # p=0.01 femoral artere kıyasla, ‡ p=0.00 radyal ve non-invaziv brakial artere kıyasla

Aort, femoral, radyal ve non-invaziv brakial arter sistolik basınçlarına ait veriler Tablo 6'da verildi. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi beşinci dakikada sistolik basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p=0,00). Bu anlamlı farklılığın radyal arter- femoral arter (p=0,00), femoral arter-aort (p=0,00) ve femoral arter- non-invaziv (p=0,01) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlendi. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi beşinci dakikadaki aortik sistolik basıncını, radyal arter sistolik basıncı daha yakın değerlerde yansıttı.

Kardiyopulmoner *bypass*'ın beşinci dakikasında sistolik basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p=0,00). Bu anlamlı farklılığın radyal arter- femoral arter (p=0,00), radyal arter-aort (p=0,00), femoral arter- non-invaziv (p=0,00), aort- non-invaziv (p=0,00) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlendi.

Kardiyopulmoner *bypass* sonrası beşinci dakikada sistolik basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmıştır ($p=0,00$). Bu anlamlı farklılığın radyal arter-femoral arter ($p=0,00$), radyal arter-aort ($p=0,00$), femoral arter- non-invaziv ($p=0,00$), aort-non-invaziv ($p=0,00$) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Kardiyopulmoner *bypass*'ın beşinci dakikasında ve KPB sonrası beşinci dakikadaki aortik sistolik basıncını, radyal arter sistolik basıncına kıyasla femoral arter sistolik basıncı daha yakın değerlerde yansıttı. Kardiyopulmoner *bypass*'ın her üç döneminde de non-invaziv brakiyal arter sistolik basıncı, radyal arter basıncına yakın değerlerde saptandı.

Aort, femoral, radyal ve non-invaziv brakiyal arter diyastolik basınçlarına ait veriler Tablo 7'de verildi.

Kardiyopulmoner *bypass* öncesi beşinci dakikada diyastolik basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,02$). Bu anlamlı farklılığın femoral arter-aort ($p=0,02$) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlendi. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi beşinci dakikadaki aort diyastolik basıncını, radyal arter diyastolik basıncı femorale, kıyasla daha yakın değerlerde yansıttı.

Tablo 7. Aort, femoral, radyal ve non-invaziv brakial arter diyastolik basınçlarına ait veriler
(mm Hg, ort± SD)

	Radyal arter	Femoral arter	Aorta	Non-invaziv Brakial arter
KPB'tan 5 dk. Önce	59,1±9,6	53,7±9,2	60,3±7,9*	56,9±7,6
KPB'in 5. dk.sı	42,0±9,4	48,8±9,7 ^{#,β}	49,1±11,3 ^{‡,¥}	41,0±7,6
KPB'tan 5 dk. sonra	48,8±9,7	55,2±10,5	58,6±12,7 [€]	49,0±9,7

*p=0.02 femoral artere kıyasla,

p=0.04 radyal artere kıyasla, β p=0.01 non-invaziv brakial artere kıyasla ‡ p=0.03 radyal artere kıyasla, ¥ p=0.00 non-invaziv brakial artere kıyasla

€p=0.00 radyal artere ve non-invaziv brakial artere kıyasla

Kardiyopulmoner *bypass*'ın beşinci dakikasında diyastolik basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p=0,01). Bu anlamlı farklılığın radyal arter-femoral arter (p=0,04), radyal arter-aort (p=0,03), femoral arter- non-invaziv (p=0,01), aort-non-invaziv (p=0,00) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Kardiyopulmoner *bypass* sonrası beşinci dakikada diyastolik basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p=0,01). Bu anlamlı farklılığın radyal arter-aort (p=0,00), aort- non-invaziv (p=0,00) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlenmiştir.

Kardiyopulmoner *bypass*'ın beşinci dakikasında ve KPB sonrası beşinci dakikadaki aortik diyastolik basıncını, femoral arter diyastolik basıncı, radyale kıyasla daha yakın değerlerde yansıttı. KPB'in her üç döneminde de non-invaziv brakiyal arter diyastolik basıncı, radyal arter basıncına yakın değerlerde saptandı.

Aort, femoral, radyal ve non-invaziv brakiyal arter ortalama basınçlarına ait veriler Tablo 8'de verildi. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi beşinci dakikada ortalama arter basınçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı ($p=0,00$). Bu anlamlı farklılığın radyal arter- femoral arter ($p=0,01$) ve femoral arter-aort ($p=0,00$) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlenmiştir. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi beşinci dakikadaki aort ortalama basıncını, femoral artere kıyasla radyal arter ortalama basıncı daha yakın değerlerde yansıttı.

Tablo 8. Aort, femoral, radyal ve non-invaziv brakiyal arter ortalama basınçlarına ait veriler (mm Hg, ort \pm SD)

	Radyal arter	Femoral arter	Aorta	Non-invaziv Brakiyal arter
KPB'tan 5 dk. önce	73,2 \pm 7,3*	67,2 \pm 7,6	74,5 \pm 7,2 [#]	70,2 \pm 7,3
KPB'in 5. dk.sı	53,2 \pm 6,6	60,6 \pm 8,2 [‡]	60,3 \pm 8,1 [‡]	52,1 \pm 6,0
KPB'tan 5 dk. sonra	61,9 \pm 9,1	69,8 \pm 8,8 [‡]	72,5 \pm 10,1 [‡]	61,5 \pm 8,9

* $p=0,01$ femoral artere kıyasla, # $p=0,00$ femoral artere kıyasla,

‡ $p=0,00$ radyal artere ve non-invaziv brakiyal artere kıyasla

Kardiyopulmoner *bypass*'ın beşinci dakikasında ortalama arter basınçları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p=0,00). Bu anlamlı farklılığın radyal arter-femoral arter (p=0,00), radyal arter-aort (p=0,00), femoral arter- non-invaziv (p=0,00), aort-non-invaziv (p=0,00) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlendi.

Kardiyopulmoner *bypass* sonrası beşinci dakikada ortalama arter basınçlar arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptandı (p=0,00). Bu anlamlı farklılığın radyal arter-femoral arter (p=0,00), radyal arter-aort (p=0,00), femoral arter- non-invaziv (p=0,00), aort-non-invaziv (p=0,00) ölçümlerine bağlı basınç farklılıklarından kaynaklandığı belirlendi.

Kardiyopulmoner *bypass*'ın beşinci dakikasında ve KPB sonrası beşinci dakikadaki aortik ortalama basıncını; femoral arter ortalama basıncı, radyal artere göre, daha yakın değerlerde yansıttı. Kardiyopulmoner *bypass*'ın her üç döneminde de non-invaziv brakial arter ortalama basıncı, radyal arter ortalama basıncına yakın seyretti.

Aort ve arter basınçlarının belirlendiği dönemlerde elde edilen hematokrit düzeyi, SVB, SpO₂, arteriyel kan gazlarına ve idrar debisine ait veriler Tablo 9'da ve farklı bölgelerden elde edilen ısı verileri Tablo 10'da verildi. Olguların tümü Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Ünitesi'ne yapay solunum uygulanarak transport edildi ve femoral arter kanülasyonu sonlandırıldı. Postoperatif dönemde femoral arter kanülasyonunun uygulandığı ekstemitenin arteriyel dolaşımı takip edildi ve dolaşımsal bir sorunla karşılaşılmadı.

Tablo 9. Aort ve arter basınçlarının belirlendiği dönemlerde hematokrit düzeyi, santral venöz basınç (SVB), SpO₂, arteriyel kan gazları ve idrar debisine ait veriler (ort± SD).

	KPB'tan 5 dk. Önce	KPB'ın 5. dk.sı	KPB'tan 5 dk. Sonra
Hct (%)	33,6±4,8	22,5±3,6	26,7±2,9
SVB (mm Hg)	4,3±2,4	2,4±2,7	6,3±1,9
SpO₂ (%)	99,2±0,9	99,3±1,0	99,4±0,7
PaO₂ (mm Hg)	248,7±81,9	345,8±112,0	326,4±152,8
PaCO₂ (mm Hg)	34,3±4,3	35,3±6,6	33,2±4,5
Total İdrar Miktarı (mL)	216±184,7	267±192,3	906,6±307,1

Tablo 10. Aort ve arter basınçlarının belirlendiği dönemlerde farklı bölgelerden elde edilen ısı değerleri (ort.±SD).

	KPB'tan 5 dk. Önce	KPB'ın 5. dk.sı	KPB'tan 5 dk. sonra
Rektal (°C)	36,3±0,8	33,1±1,9	37,4±0,4
Kan (°C)	-	28,8±3,1	37,0±1,1
Nazofaringeal(°C)	36,1±1,0	31,6±1,6	37,2±0,7
Cilt (°C)	34,2±2,5	29,7±1,7	35,7±1,1

TARTISMA

Bu klinik, prospektif çalışmada; açık kalp cerrahisi uygulanan erişkin olgularda KPB öncesi, sırası ve sonrası dönemlerde, aort basıncı ile femoral ve radyal arterlerin basınçları eşzamanlı olarak saptandı ve aralarındaki gradiyentler belirlendi. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi femorale kıyasla, radyal arter basıncına ait değerler aort basıncına yakın düzeylerde saptandı. Buna karşın KPB sırasında ve sonrasında femoral arter basıncına ait değerlerin santral (aortik) basıncı daha iyi belirlediği gözlemlendi.

Klinik uygulamada invaziv arteriyel kan basıncının monitorizasyonu amacıyla pek çok arter kullanılabilir. Süperfisyal, temporal, aksiller, brakial, ulnar, femoral, posteriyor tibiyal ve dorsalis pedis arterleri bu amaç için seçilebilir olmakla birlikte, radyal arter yüzeysel lokalizasyonu ve kollateral dolaşımı nedeniyle, farklı cerrahi girişimlerde intrarteriyel kanülasyon için öncelikle tercih edilir.^{1-3,18,30} Slogoff ve ark.³⁰ 1983 yılında kardiyovasküler cerrahi geçiren hastaları radyal arter dekanülasyonunu takiben komplikasyon açısından postoperatif 7 gün boyunca *doppler* ile takip etmişler, hastaların %25'inden daha fazlasında parsiyel veya total oklüzyon saptamışlar, buna karşın iskemi ve güç kaybı gözlememişlerdir. Sonucunda radyal arter kanülasyonunun düşük riskli ve hemodinamik monitorizasyon için uygun bir seçenek olduğunu bildirmişlerdir. Açık kalp cerrahisi geçiren olgularda o yıllardan itibaren hemodinamik monitorizasyon amacıyla radyal arter kanülasyonu ilk akla gelen uygulama olmuştur.

1985 yılında 18 hastayı içeren bir çalışmada; kardiyopulmoner *bypass* sırası ve sonrası dönemde radyal arter sistolik basıncı ile aort sistolik basıncı kıyaslanmış; iki basınç arasında

12-32 mm Hg arasında gradiyent saptanmış ve bu gradiyentin postoperatif altmışıncı dakikaya kadar uzadığı belirlenmiştir.⁸

Pauca ve ark.⁷, 1989 yılında yaptıkları bir çalışmada, KPB sonrası dönemde radyal arter - aort arasındaki basınç gradiyentini araştırmışlar ve radyal arter basıncının, KPB sonrası dönemde aort basıncına oranla, belirgin düzeyde düşük olduğunu saptamışlardır. Pauca ve ark.'nın 1992 yılında yaptığı bir başka çalışmada⁴, KABG cerrahisi sırasında KPB başlamadan önceki dönemde, radyal arter ortalama ve diyastolik basıncının, aortun ortalama ve diyastolik basıncını % 90 ve % 92 doğrulukta yansıttığını, buna karşın radyal arter sistolik basıncının, aort sistolik basıncını ancak % 50 olguda doğru olarak belirlediğini ifade etmişlerdir.

Rich ve ark.⁶, KPB altında kardiyak cerrahi girişim geçiren hastalarda yaptıkları çalışmada, KPB sırası ve sonrası beşinci ve onuncu dakikalarda aort ve radyal arter basınçları arasında belirgin gradiyent oluştuğunu saptamışlardır. Bu gradiyentin oluşumuna i.v Na nitropurissid ve fenilefrin kullanımının da katkıda bulunabileceğini belirtmişlerdir. Bir başka çalışmada ise, aort kökü ile radyal arter arasındaki basınç gradiyenti üzerine pulsatil ve non-pulsatil perfüzyonun etkisi araştırılmış, KPB sırasında perfüzyon tekniğinin basınç gradiyenti üzerine etkisinin olmadığı saptanmıştır.⁵

Bazaraal ve ark.¹⁵, 1990 yılında yaptıkları çalışmada KPB esnası ve sonrasında radyal arter-aort basıncı ile proksimal brakial arter-aort basınçlarını karşılaştırmışlardır. Pre-bypass döneminde brakial arter sistolik basıncı % 90, diyastolik basıncı % 98 ve ortalama basıncı % 98 oranında aort basıncı ile korelasyon gösterirken, radyal arter sistolik basıncı % 78,

diyastolik basıncı % 97 ve ortalama basıncı % 95 oranında aort basıncı ile korelasyon göstermiştir. Post-*bypass* dönemde ise brakial arter sistolik basıncı % 91, diyastolik basıncı % 97 ve ortalama basıncı % 98 oranında aort basıncı ile korelasyon gösterirken, radyal arter sistolik basıncı %50, diyastolik basıncı % 93 ve ortalama basıncı % 83 oranında aort basınçları ile korelasyon göstermiştir. Sonuç olarak, brakial arterin, radyal artere göre pre ve post-*bypass* döneminde aort basıncını daha doğru yansıttığını ifade etmişlerdir. Benzer şekilde, Gravlee ve ark.¹⁶, 1989 yılında aort basıncını, brakial ve radyal arterlerin basıncı ile karşılaştırmışlar, KPB esnasında aort basıncını belirlemede brakial arter basıncının radyal artere göre daha uygun olduğunu saptamışlardır.

Trush ve ark.¹⁷, aort kökü basıncını; invaziv radyal arter, ossilometrik brakial arter ve cerrahın palpasyonu sırasında tahmin ettiği basınç değerleri ile kıyaslamışlar ve çalışmalarının sonucunda KPB'tan çıkış sonrasında kan basıncı değerlerinden emin olunamadığı koşullarda santral (aortik) basıncın ölçümünü önermişlerdir.

Çalışmamızda, KPB öncesi radyal (101.6) ve aortun (101.6) sistolik basınçları benzer saptanmıştır. KPB sırasında ve sonrasında radyale (69.6, 91.2, sırasıyla) kıyasla, aortun (79.8, 101.6) sistolik basınçları yüksek saptanmıştır. Diyastolik basınçlar açısından KPB öncesi radyal (59.1) ve aorttan (60.3) benzer değerler elde edilmiştir. Kardiyopulmoner *bypass* sırasında ve sonrasında radyale (42.0, 48.8) kıyasla, aortun (49.1, 58.6) diyastolik basınçları yüksek bulunmuştur. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi radyal (73.2) ve aortun (74.5) ortalama basınçları benzer iken, KPB sırasında ve sonrasında radyale (53.2, 61.9) kıyasla, aortun (60.3, 72.5) ortalama basınçları yüksek saptanmıştır. Radyal arter ve aort basıncı ile ilişkili elde ettiğimiz değerler ve aralarındaki gradientler bu konuda daha önce

yapılmış çalışmaların (4-8, 15-17) sonuçlarına benzerlik göstermiş, KPB sırasında ve sonrasında radyal arter basıncının, aort basıncını doğru yansıtmadığı saptanmıştır. Kardiyopulmoner *bypass* sırası ve sonrası dönemde radyal arter ile aort arasında sistolik basınçlar yönünden yaklaşık 10 mm Hg'lık, diyastolik ve ortalama basınçlar yönünden yaklaşık 7-10 mm Hg'lık gradiyent saptanmıştır.

Kardiyopulmoner *bypass* uygulanan hastalarda femoral arter - radyal arter,⁹⁻¹³ basınçları arasındaki farklılıklar da araştırılmıştır. Chauhan ve ark.⁹, açık kalp cerrahisi uygulanan 60 hastada femoral ve radyal arter basınçlarını araştırmışlar, KPB'nin başlangıç bölümlerinde femoral arterden belirlenen ortalama perfüzyon basıncını, radyal arterden belirlenene kıyasla daha yüksek bulmuşlardır.

Zhao ve ark.¹², 1997 yılında 14 hastayı kapsayan çalışmalarında normotermik KPB sırasında ve sonrasında femoral - radyal arterlerin basınç gradiyentini incelemişlerdir. Bu çalışmada, KPB'nin 30. dakikasından sonra femoral-radyal arter sistolik basıncında 38, diyastolik basıncında 4 ve ortalama basıncında da 10 mmHg düzeyinde gradiyent saptanmıştır.

Baba ve ark.¹⁰, 1997 yılında elektif KABG cerrahisi uygulanan 75 hastayı içeren çalışmalarında, femoral ve radyal arter arasında basınç gradiyenti oluştuğunu belirlemiş, bu durumun sternum kapanana kadar belirli düzeyde devam ettiğini ve radyal arterin çapının bu gradiyentin oluşumunda önemli rol oynadığını bildirmişlerdir. 1990 yılında yapılan bir diğer çalışmada, KPB sırası ve sonrasında altmışıncı dakikaya kadar uzayan femoral-radyal arter

gradiyentinin, kombine nitrogliserin ve nikardipin infüzyonu sonrası daha fazla arttığı saptanmıştır.¹³

2004 yılında 54 olguyu içeren bir diğer çalışmada; derin hipotermik sirkulatuvar arrest altında koroner arter cerrahisi uygulanan hastalarda femoral ve radyal arter basınç gradiyenti araştırılmış, bu gradiyentin derin hipotermide daha fazla olduğu ve daha uzun sürdüğü saptanmıştır.¹¹

Çalışmamızda, KPB öncesi femorale (91.5) kıyasla, radyal arterin sistolik basıncı (101.6) yüksek saptanmış, KPB sırasında ve sonrasında radyale (69.6, 91.2) kıyasla, femoral arterin sistolik basınçları (79.2, 100.3) yüksek bulunmuştur. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi ve sonrasında femoral (53.7, 55.2) ve radyal arter (59.1, 48.8) arasında diyastolik basınçlar yönünden anlamlı bir fark saptanmazken, KPB sırasında radyale (42.0) kıyasla, femoral arterin diyastolik basıncı (48.8) yüksek bulunmuştur. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi femorale (67.2) kıyasla, radyal arterin ortalama basıncı (73.2) ile KPB sırasında ve sonrasında radyale (53.2, 61.9) kıyasla, femoral arterin ortalama basıncı (60.6, 69.8) yüksek saptanmıştır. Sonuçlarımız kardiyopulmoner *bypass* uygulanan hastalarda femoral arter - radyal arter basınçları arasındaki farklılıkları araştıran çalışmacıların sonuçlarına benzerlik göstermiş (9-13), femoral arter, aort basıncını KPB sırası ve sonrasında daha iyi yansıtmıştır.

Kardiyopulmoner *bypass* ile cerrahi uygulanan hastalarda aort - femoral arter basınçları arasındaki farklılıklar da araştırılmıştır. 1989 yılında 31 olguyu içeren bir çalışmada, aort, femoral ve brakial arter basınçları KPB sırasında belirlenmiş; aort ile femoral arter arasında KPB öncesi, KPB'nin ikinci, beşinci ve onuncu dakikalarında yapılan

ölçümlerde gradiyentler bulunmuştur¹⁴. Bu çalışmada KPB'tan hemen sonra brakial artere kıyasla femoral arterin santral aortik basıncı daha gerçekçi yansıttığı saptanmıştır¹⁴.

Kardiyopulmoner *bypass* öncesi femorale (91.5) kıyasla, aortun sistolik basıncı (101.6) yüksek saptanmıştır. KPB sırasında ve sonrasında ise femoral (79.2, 100.3) ve aortun (79.8, 101.6) sistolik basınçları benzer saptanmıştır. KPB öncesi femorale (53.7) kıyasla, aortun (60.3) diyastolik basıncı yüksek saptanmıştır. KPB sırasında ve sonrasında ise femoral (48.8, 55.2) ve aortun (49.1, 58.6) diyastolik basınçları benzer saptanmıştır. Kardiyopulmoner *bypass* öncesi femorale (67.2) kıyasla, aortun ortalama basıncı (74.5) yüksek saptanmış, KPB sırasında ve sonrasında femoral (60.6, 69.8) ve aortun (60.3, 72.5) ortalama basınçları benzer saptanmıştır. Özetle, KPB sırası ve sonrasında femoral arter basıncı ile aort basıncı arasında iyi bir korelasyon gözlenmiştir.

Kardiyak cerrahi girişim geçiren olgularda KPB öncesi, sırası ve sonrasında radyal, femoral arter ve aort basınçları arasındaki gradiyentler eşzamanlı olarak ve üçlü bir kombinasyon şeklinde ilk kez saptanmış olması çalışmamızın özelliğini oluşturmuştur.

Kardiyopulmoner *bypass* sonrasında ortaya çıkan gradiyentin sebebi kesin olarak bilinmese^{6,10} de, vasküler rezistansta meydana gelen değişiklikler üzerinde durulmaktadır.^{7,8} Gradyent oluşumunda, arterio-venöz santların varlığı⁶³, vücut ısısında meydana gelen değişiklikler^{47,48}, vazodilatör ajan uygulaması¹³ ve radyal arter çapının küçük olması¹⁰ da sorumlu olarak tutulmuştur.

Açık kalp cerrahisi uygulanan 2264 hastada femoral arter kanülasyonuna bağlı komplikasyonun oranını ve oluşturduğu ağrıyı araştıran Haddad ve ark.⁶⁴, 40-96 saat süreyle takip ettikleri kanülasyon sonrasında, bu uygulamanın düşük komplikasyon oranlı olduğunu ve rutin olarak kardiyak cerrahide kullanılabileceğini bildirmişlerdir. Benzer şekilde Chakravarthy ve ark.⁶⁵, 1990 yılından beri pediyatrik ve erişkin kardiyak cerrahi geçiren 13.799 olguda femoral arteriyel kanülasyonunu tercih ettiklerini ve bu uygulamanın güvenli olduğunu bildirmişlerdir.

Pratik uygulamamızda, çoğunlukla KPB'tan çıkış sonrasında geçici bir süre boyunca radyal arter basıncıyla kıyaslanmak amacıyla, santral basınç belirlenmektedir. Düşük radyal arter basıncı varlığında, palpe edilen aort basıncının yüksek olması durumunda, basınç sistemine bağlanan bir iğne aracılığıyla geçici bir süre ile aort basıncı takip edilmektedir.¹⁷

Çalışmamızın verilerine dayanarak, sadece radyal arter ile basınç monitorizasyonu yapılan olgularda KPB çıkışında yetersiz hemodinami varlığında, klinikte çoğunlukla yapıldığı gibi öncelikle inotropik veya vazopressör ajan başlanması düşünülmemeli, femoral arterden basınç belirlenmeli, inotropik veya vazopressör ajan başlatılması Chauhan ve ark.⁹'nın da belirttiği gibi bu arterin basıncına göre düzenlenmelidir. Buna ek olarak, femoral arter kanülasyonunun kontraendike olduğu durumlar dışında ve preoperatif düşük EF'li olgular başta olmak üzere, KPB'ın sonlandırılmasından sonra düşük kardiyak debi sendromlu olgularda olduğu gibi hemodinamik açıdan yetersiz kalacağı öngörülen yüksek riskli olgularda radyal arter yerine, Haddad ve ark.⁶⁴ ile Chakravarthy ve ark.⁶⁵'nin pratikte uyguladıkları gibi, öncelikle femoral arterin invaziv arteriyel basıncın monitorizasyonunda kullanılmasının uygun olacağı düşüncesine varılmıştır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu prospektif, klinik çalışmada santral (aort) basıncı; KPB öncesi radyal arter, KPB sırası ve sonrasında ise femoral arter daha iyi yansıtmıştır.

Sonuçlarımız, KPB altında açık kalp cerrahisi uygulanan özellikli hastalarda santral basıncı belirlemede; invaziv arteriyel basıncın monitorizasyonunda radyal arter yanında femoral arterin de uygun bir alternatif olduğunu telkin etmektedir.

KAYNAKLAR

- 1) Anesthesia for Thoracic Surgery. In: Clinical Anesthesiology. Morgan GE, Mikhail MS, Murray MJ, (eds), Lange Medical Books/McGraw-Hill, New York, 2007, 117-47.
- 2) Reich DL, Moskowitz DM, Kaplan JA. Hemodynamic monitoring. In: Cardiac Anesth Kaplan JA (ed), W.B Saunders Company, Philadelphia, 1999, 321-58.
- 3) Anestezi Uygulanan Hastada Monitorizasyon. Klinik Anestezi El Kitabı'nda. Elar Z (Çeviri editörü), Logos Yayıncılık Tic. A:Ş, İstanbul, 1999, 221-37.
- 4) Pauca AL, Wallenhaupt SL, Kon ND, Tucker WY. Does radial artery pressure accurately reflect aortic pressure? Chest 1992; 102: 1193-8.
- 5) Badner NH, Doyle JA. Comparison of pulsatile versus nonpulsatile perfusion on the postcardiopulmonary bypass: Aortic-radial artery pressure gradient. J Cardiothorac Vasc Anesth 1997; 11: 428-31.
- 6) Rich GF, Lubanski RE, Jr McLoughlin TM. Differences between aortic and radial artery pressure associated with cardiopulmonary bypass. Anesthesiology 1992; 77: 63-6.
- 7) Pauca AL, Hudspeth AS, Wallenhaupt SL, et al. Radial artery-to-aorta pressure difference after discontinuation of cardiopulmonary bypass. Anesthesiology 1989; 70: 935-41.
- 8) Stern DH, Gerso JJ, Allen FB, Parker FB. Can we trust the direct radial artery pressure immediately following cardiopulmonary bypass? Anesthesiology 1985; 62: 557-61.
- 9) Chauhan S, Saxena N, Mehrotra S, Rao BH. Femoral artery pressures are more reliable than radial artery pressures on initiation of cardiopulmonary bypass. J. Cardiothorac Vasc Anesth 2000; 14: 274-6.

- 10)** Baba T, Goto T, Yoshitake A, Shibata Y. Radial artery diameter decreases with increased femoral to radial arterial pressure gradient during cardiopulmonary bypass. *Anesth Analg* 1997;85:252-8.
- 11)** Manecke GR, Jr Parimucha M, Stratmann G, and et al. Deep hypothermic circulatory arrest and the femoral-to-radial arterial pressure gradient. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2004; 18: 175-9.
- 12)** Zhao J, Ishida K, Nandate K, and et al. Femoral to radial artery pressure gradient in the patients undergoing coronary artery bypass graft under normothermic cardiopulmonary bypass. *Masui* 1997;46:1235-41.
- 13)** Maruyoma K, Horiguchi R, Hashimoto H and et al.; Effect of combined infusion of nitroglycerin and nicardipine on femoral-to-radial arterial pressure gradient after cardiopulmonary bypass. *Anesth. Analg* 1990;70:428-32.
- 14)** Gravelle P, Brauer SD, O'Rourke MF, Avolio AP. A comparison of brachial, femoral, and aortic intra-arterial pressures before and after cardiopulmonary bypass. *Anaesth. Intensive Care* 1989;17:305-11.
- 15)** Bazaral MG, Welch M, Golding LA, Badhwar K. Comparison of brachial and radial arterial pressure monitoring in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Anesthesiology* 1990;73:38-45.
- 16)** Gravelle GP, Wong AB, Adkins TG, Case LD, Pauca AL. A comparison of radial, brachial, and aortic pressure after cardiopulmonary bypass. *J. Cardiothorac Anesth* 1989;3:20-6.
- 17)** Thrush DN, Steighner ML, Rasanen J, Vijayanagar R. Blood pressure after cardiopulmonary bypass: wich technique is accurate? *J. Cardiothorac Vasc Anesth* 1994;8:269-72.

- 18)** Dinardo JA, Zaura DA. Monitoring. In: Anesthesia for Cardiac Surgery. Zaura DA (eds), 3rd edition, Blackwell Publishing, Massachusetts, 2008,42-89.
- 19)** Cuhruk H. Hasta Monitörleri: In Morgan GE, Mikhael MS, Murray MJ. Tulunay M (Çeviri ed), Cuhruk H. Klinik Anesteziyoloji. Güneş kitapevleri. Ankara, 2008, p:117-154.
(www.med.gazi.edu.tr adresinden alınmıştır.)
- 20)** Esener Z: Klinik Anestezi. Logos Yayıncılık, 3. baskı, 2004, p:37-64.
- 21)** Hasta monitorizasyonu ve girişimler: Anestezi'nin sınırları. Çev: Yalım Dikmen. İkinci baskı Nobel kitapevi. Ankara, 2006, p:115-148. (www.med.gazi.edu.tr adresinden alınmıştır).
- 22)** Anestezi uygulamalarında monitorizasyon (www.med.gazi.edu.tr adresinden alınmıştır).
- 23)** Alanoğlu Z, Cuhruk H. Kardiyovasküler fizyoloji ve anestezi. Klinik Anestezi. Çeviri Editörleri: Tulunay M, Cuhruk H. Dördüncü Baskı, Güneş Tıp Kitabevleri, Ankara, 2008, s 413-40.
- 24)** Bruner JMR, Krenis LJ, Kunsman JM, Sherman AP. Comparison of direct and indirect methods of measuring arterial blood pressure. Med Instrum.1981 Mar-Apr;15(2):97-101.
(abstract)
- 25)** Korotkoff NS. On the subject of methods of determining blood pressure. Bull Imp Med Acad St Petersburg 1905; 11:365. (Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Young WL, Weiner JP. Cardiovascular monitoring, Miller's Anesthesia, Miller RD (eds), seventh edition Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia. 2009;1267-1329'den alınmıştır).
- 26)** Pickering TG, Hall JE, Appel LJ and et al. Recommendations for blood pressure measurement in humans and experimental animals: Part 1: Blood pressure measurement in humans: A statement for professionals from the Subcommittee of Professional and Public Education of the American Heart Association Council on High Blood Pressure Research. Hypertension 2005; 45:142-161.

- 27)** Posey JA, Geddes LA, Williams H, Moore AG. The meaning of the point of oscillations in cuff pressure in the indirect measurement of blood pressure. Part 1 Cardiovasc Res Center Bull 1969; 8:15-25. (abstract)
- 28)** Yelderman M, Ream AK. Indirect measurement of mean blood pressure in the anesthetized patient. Anesthesiology 1979; 50:253-256.
- 29)** Mandel MA, Dauchot PJ. Radial artery cannulation in 1000 patients. Precautions and complications. J. Hand Surg 1977; 2:482-485.
- 30)** Slogoff S, Keats AS, Arlund C. On the safety of radial artery cannulation. Anesthesiology 1983; 59:42-47.
- 31)** Allen EV. Thromboangiitis obliterans: Methods of diagnosis of chronic obstructive lesions distal to the wrist with illustrative cases. Am J Med Sci 1929; 178:237
- 32)** Özyazıcıoğlu A, Kızılkaya M, Koçoğulları C. İnvaziv monitorizasyon. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi ve Anesteziyoloji ve Reanimasyon A.D. Erzurum. Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi dergisi 2001; 33:1-5.
- 33)** Wilkins RG. Radial artery cannulation and ischaemic damage: A review. Anaesthesia 1985; 40:896-899. (Cardiovascular monitoring, Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Young WL, Weiner JP, Miller's Anesthesia, Miller RD (eds), seventh edition 2009;1267-1329'den alınmıştır.)
- 34)** Abu-Omar Y, Mussa S, Anastasiadis K and et al. Duplex ultrasonography predicts safety of radial artery harvest in the presence of an abnormal Allen test. Ann Thorac Surg 2004; 77:116-119.
- 35)** Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L and et al. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: Comparison with the Allen's test in 1010 patients. Am Heart J 2004; 147:489-493.

- 36)** Ersöz CJ, Hedden M, Lain L. Prolonged femoral arterial catheterization for intensive care
Anesth Analg 1973; 49:160-164.
- 37)** Russell JA, Joel M, Hudson Rj et al: Prospective evaluation of radial and femoral artery
catheterization sites in critically ill adults. Crit. Care Med 1983; 11:936-939.
- 38)** Thomas F, Burke JP, Parker JÇ and et al. The risk of infection related to radial vs femoral
sites for arterial catheterization. Crit. Care Med 1983; 11:807-812
- 39)** Gurman GM, Kriegerman S. Cannulation of big arteries in critically ill patients. Crit.
Care Med 1985; 13:217-220.
- 40)** Singh S, Nelson N, Acosta I and et al. Catheter colonization and bacteremia with
pulmonary and arterial catheters. Crit. Care Med 1982; 10:736-739.
- 41)** Frezza EE, Mezghebe H. Indications and complications of arterial catheter use in surgical
or medical intensive care units: Analysis of 4932 patients. Am Surg 1998; 64:127-131.
- 42)** Muralidhar K. Complication of femoral artery pressure monitoring. J Cardiothorac Vasc
Anesth 1998; 12:128-129.
- 43)** Sim EKW, Beynen FA, Danielson GK. Intraperitoneal hemorrhage following femoral
artery cannulation for intraoperative monitoring: an unusual complication. J Clin Monit 1993;
9:295-296. (abstract)
- 44)** Frank SM, Norris EJ, Christopherson R, Beattie C. Right and left arm blood pressure
discrepancies in vascular surgery patients. Anesthesiology 1991; 75:457-463.
- 45)** Dorman T, Breslow MJ, Lipsett PA and et al. Radial artery pressure monitoring
underestimates central arterial pressure during vasopressor therapy in critically ill surgical
patients. Crit Care Med 1998; 26:1646-1649.
- 46)** Weiss BM, Pasch T. Measurement of systemic arterial pressure. Curr Opin Anaesth 1997;
10:459-466. (abstract)

- 47) Urzua J, Sessler D, Meneses G and et al. Thermoregulatory vasoconstriction increases the difference between femoral and radial arterial pressures. J Clin Monit 1994; 10:229-236.
- 48) Hynson JM, Katz JA, Mangano DT. On the accuracy of intra-arterial pressure measurement: The pressure gradient effect. Crit Care Med 1998; 26:1623-1624.
- 49) Miller RD, Eriksson LI, Fleisher LA, Young WL, Weiner JP. Cardiovascular monitoring, Miller's Anesthesia, Miller RD (eds), seventh edition Churchill Livingstone Elsevier, Philadelphia. 2009;1267-1329.
- 50) Uruza J. Aortic-to-radial arterial pressure gradient after bypass. Anaesthesiology 1990; 73:191.
- 51) Yüksel V, Koroner *bypass* operasyonlarında düşük doz aprotinin kullanımının post operatif drenaja ve renal fonksiyona etkisi. Uzmanlık tezi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı. 2007; 1-73
- 52) Sarıbülbül O. Kalp akciğer makinası-ekstrakorporeal dolaşım. Duran E. (Ed). Kalp ve damar cerrahisi'nde. İstanbul: Çapa Tıp Kitabevi; 2004: S: 1047-74. (Yüksel V, Koroner *bypass* operasyonlarında düşük doz aprotinin kullanımının post operatif drenaja ve renal fonksiyona etkisi. Uzmanlık tezi, Trakya Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı 2007; 1-73'den alınmıştır.)
- 53) Cresswell LL, Schuessler RB, Rosenblom M, Cox JL. Hazards of postoperative atrial arrhythmias. Ann Thorac Surg 1993; 56: 539-59.
- 54) Türkoğlu T, Kardiyopulmoner *bypass*'a girilmeden (*off-pump*) atan kalpte ve kardiyopulmoner *bypass* kullanılarak kardiak arrest ile uygulanan koroner *bypass* cerrahisi sonrası atrial fibrilasyon gelişiminin karşılaştırılması. Uzmanlık tezi. Dr. Siyami Ersek Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Göğüs Kalp Damar Cerrahisi AD. İstanbul 2004; 1-51

- 55) Edmunds LH Jr, Hessel EA, Colman RW and et al. Extracorporeal circulation. In: Edmunds LH Jr, Cohn LH (ed.) Cardiac surgery in the adult. New York, McGraw-Hill Companies, 2003:315-87 (www.istanbulsaglik.gov.tr sayfasından alınmıştır).
- 56) Kalp akciğer makinesi. (www.gata.edu.tr sayfasından alınmıştır).
- 57) Us MH, Pekediz A, Özal E and et al. Influence of cell-saver use on postoperative hematologic parameters. *Koşuyolu Heart J* 2000;4:110-4.
- 58) DeBois WJ, Lee LY, Krieger KH. Safety of low hematocrits during cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2002; 74:296-7. (abstract)
- 59) Dignan RJ, Kadletz M, Dyke CM and et al. Microvascular dysfunction after myocardial ischemia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:892-898.
- 60) Ricci M, Karamanukian HL, Abraham R and et al. Stroke in octogenarians undergoing coronary artery surgery with and without cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg* 2000;69:1471.
- 61) Mangano CM, Hill L, Cartwright CR, Hindman BJ. Cardiopulmonary bypass and the anesthesiologist. In: Kaplan JA, (ed.) Cardiac anesthesia. Philadelphia, WB SaundersCompany, 1999:1061-110.
- 62) Ascione R, Caputo M, Angelini GD. Off-pump coronary artery bypass grafting: Not a flash pan. *Ann Thorac Surg* 2003;75:306-13.
- 63) Pauca AL, Meredith JW. Possibility of A-V shunting upon cardiopulmonary bypass discontinuation. *Anesthesiology* 1987;67:91-4.
- 64) Haddad F, Carine Z, Issam ER and et al. Can femoral artery pressure monitoring be used routinely in cardiac surgery? *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2008; 22: 418-422.
- 65) Chakravarthy M, Tihimannagowda P, Jayaprakash K and et al. Routine femoral artery pressure monitoring in cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009; 23:932-3.

66) Euroscore. www.euroscore.org sayfasından 01.12.2008 tarihinde alınmıştır.