



T. C.  
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**AORT CERRAHİSİNDE DERİN VE İLİMLİ HİPOTERMİK ANTEGRAD  
SEREBRAL PERFÜZYONUN NÖROLOJİK ETKİLERİ**

SİBEL AYDIN

PERFÜZYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN

Yrd. Doç. Dr. EMİR CANTÜRK

İSTANBUL-2015

## **BEYAN**

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün safhalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve etik kurallar içerisinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tez çalışması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını beyan ederim.

SİBEL AYDIN

İMZA

## TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimin ve tez çalışmalarım boyunca desteğini ve bilgisini benden esirgemeyen tez danışmanım Dr.Emir Cantürk'e, Medipol Hastanesindeki görevi sırasında katkıları ve desteğinden dolayı Dr.Tijen Alkan Bozkaya'ya sonsuz saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Yetişmemizde büyük emekleri olan Bölüm Başkanı Prof. Dr. Halil Türkoğlu ve Öğretim Üyesi Prof. Dr. Akif Akçevin'e saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

Ekibimde severek birlikte çalıştığım desteğini esirgemeyen Dr. Fusun Güzelmeriç ile Dr. Alican Hatemi'ye ve gelecekleri için en iyisini hak ettiklerine inandığım birlikte çalışmaktan her zaman mutluluk duyacağım perfüzyonist arkadaşlarıma sonsuz tesekkürler.

Ayrıca en zor anlarımda yanımda olan desteğini hiçbir zaman esirgemeyen eşime teşekkür ediyorum.

## KISALTMALAR

KPB:	Kardiyopulmoner Baypas
ASP:	Antegrad Serebral Perfüzyon
NIRS:	Near Infrerad Spectroskopy
SSS:	Santral Sinir Sistemi
RSP:	Retrograd Serebral Perfüzyon
DHSA:	Derin Hipotermik Sirkulatuar Arrest
ECMO:	Ekstra Corporeal Membran Oksijenatör
ACT:	Activeted Clotting Time
ASD:	Atriyal Septal Defekt
CMR:	Serebral Metabolik Hız
SKA:	Serebral Kan Akımı
ATP:	Adenozin Trifosfatın
OAB:	Ortalama Arter Basıncı
BOS:	Beyin Omurilik Sıvısı
LDH:	Laktat Dehidrogenaz
OSD:	Optimal Yoğunluk Örnekleme
CVP:	Cantral Venöz Basınç

## RESİMLER

Resim 1- NIRS cihazı ile bilateral yerleştirilmiş sensörler.....	36
--	----

## TABLO VE ŞEKİLLER

Tablo 1- Pompa akımı hasta vücut yüzry alanına göre (BSA) atriye ve venöz Kanül çapları.....	20
Tablo 2- Demografik özellikler.....	46
Tablo 3- İntraoperatif perfüzyon verileri.....	46
Tablo 4- Preoperatif tanı.....	47
Tablo 5- Postoperatif erken dönem nöroloji disfonksiyon.....	47
Tablo 6- Venöz kangazı bulguları.....	48
Tablo 7- İntrapoeratif NIRS değerleri.....	50
Şekil 1- Stanford sınıflandırılması.....	27
Şekil 2- De Bakey sınıflandırılması.....	28
Şekil 3- Venöz kangazı PH değerleri.....	52
Şekil 4- Venöz kangazı PO <sub>2</sub> değerleri .....	52
Şekil 5- Venöz kangazı PCO <sub>2</sub> değerleri .....	53
Şekil 6- Venöz kangazı Glukoz değerleri.....	54
Şekil 7- Venöz kangazı Laktat değerleri.....	55
Şekil 8- Venöz kangazı HCO <sub>3</sub> değerleri.....	56
Şekil 9- Venöz kangazı BE değerleri.....	57
Şekil 10- Venöz kangazı SvO <sub>2</sub> değerleri.....	58
Şekil 11- Sağ NIRS.....	58
Şekil 12-Sol NIRS.....	59

## İÇİNDEKİLER

Beyan .....	i
Teşekkür .....	ii
Kısaltmalar .....	iii
Resimler .....	iv
Tablo ve şekiller .....	iv
İçindekiler .....	v
1.ÖZET .....	1
2.ABSTRACT.....	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ.....	5
4. GENEL BİLGİLER.....	8
4.1. Ekstrakorporeal Dolaşım Ve Kardiyopulmoner Baypas.....	8
4.1.1. Kardiyopulmoner Baypasın Ana Komponentleri.....	9
4.1.1.1. Pompa.....	9
4.1.1.2. Oksijenatör.....	10
4.1.1.3. Venöz Rezervuar.....	13
4.1.1.4. Venöz Kanül.....	13
4.1.1.5. Arteriyal Kanül.....	14
4.1.1.6. Isı Değişirici (Heat exchanger) Cihaz.....	14
4.1.2. Kardiyopulmoner Baypasın Yardımcı Komponentleri .....	15
4.1.2.1. Kardiyotomi emme sistemi ( koroner aspiratör).....	15
4.1.2.2. Sol Ventrikül Vent Sistemi .....	15
4.1.2.3. Kardiyopleji.....	15
4.1.2.4. Antikoagülasyon (heparin).....	17
4.1.2.5. Protamin.....	18
4.1.2.6. Başlangıç ( prime) Solüsyonu.....	18
4.1.2.7. Akım ve Basınç.....	19
4.2. Ekstrakorporeal Dolaşım Devresini Hazırlamak.....	20
4.3. Hipotermi.....	21
4.4. Ekstrakorporeal Dolaşım İle Beraber İnternal Soğutma (Direkt Soğutma).....	22
4.5.Hipotermi Sırasında Oksijen Tüketimi.....	22

4.6.Hipotermide Asit-Baz Dengesi.....	23
4.7.Ekstrakorporeal Dolaşımında Isıtma.....	24
4.8.Aort Hastalıkları ve Cerrahi Yaklaşım .....	24
4.9. Serebral Fizyoloji.....	28
4.9.1. Serebral Kan Akımı (SKA).....	30
4.9.2. Serebral Kan Akımının Regülasyon.....	31
4.9.3. Kardiyopulmoner Baypas'ta Serebral Fizyoloji.....	32
4.9.4. Kalp Cerrahisinde Serebral İskemi Belirleyicileri.....	33
4.9.4.1. Laktat Metabolizması.....	33
4.10. Kalp Cerrahisinde Serebral Monitörizasyon.....	34
4.10.1. Near Infrared Spectroscopy (NIRS).....	35
4.11. Aort Cerrahisinde Beyin Koruma Yöntemleri.....	38
4.11.1. Derin Hipotermik Sirkulatuar Arrest (DHSA veya TCA).....	39
4.11.2. Retrograd Serebral Perfüzyon.....	41
4.11.3. Antegrat Serebral Perfüzyon.....	41
5. GEREÇ VE YÖNTEM.....	43
6. BULGULAR.....	45
7. TARTIŞMA VE SONUÇ .....	60
8. KAYNAKLAR.....	66
9.EKLER (Etik Kurul Kararları)	
10.ÖZGEÇMİŞ	

## 1. ÖZET

### **AORT CERRAHİSİNDE DERİN VE ILIMLI HİPOTERMİK ANTEGRAD SEREBRAL PERFÜZYONUN NÖROLOJİK ETKİLERİ**

Açık kalp cerrahisinde kullanılan ekstrakorporeal yada kardiyopulmoner baypas (KPB) vücut için fizyolojik olmayan değişik özellikler taşımakta ve istenmeyen hasarlara neden olmaktadır. Bu çalışmada; aort cerrahisinde uygulanan hipotermi ve ASP tekniğinin postoperatif erken dönemde ortaya çıkan nörolojik komplikasyonlarla ilişkisini araştırmayı amaçladık.

Bu amaçla kurumumuzda torakal aort cerrahisi yapılan ve sistemik hipotermi ile alt vücut dolaşım arresti esnasında tek taraflı (unilateral) selektif serebral perfüzyon uygulanan 30 hasta çalışmaya dahil edildi. Rastgele seçilen hastalar, grup 1 (n:15) ılımlı hipotermi (vücut ısısının 26-30°C düşürülmesi) ve grup 2 (n:15) derin hipotermi (vücut ısısının 18-24°C düşürülmesi) olmak üzere iki grupta incelendi. Serebral monitörizasyon için Near infrared spectroscopy (NIRS) ve jugular venöz kan gazı verileri kaydedildi. Postoperatif dönemde hastalar nörolojik hasar (ajitasyon, konfüzyon, oryantasyon bozukluğu, hafıza kaybı ve hemipleji) yönünden takip edildi.

Grupların demografik özellikleri, intraoperatif pompa süreleri incelendiğinde, gruplar arasında istatistiksel farklılık gözlenmedi ( $p>0,05$ ).

Sonuç olarak; kardiyak cerrahide özellikle aort ameliyatları komplikasyonları yüksek olan bir cerrahidir. Bu nedenle hipotermi konusu aort ameliyatlarında beyin korumada daha çok tercih edilmektedir. Ayrıca ASP tekniği uygulanarak bu ameliyatlar daha güvenilir bir şekilde yapılmaktadır. Yapılan çalışmalarda da aort cerrahisinde uygulanan ASP tekniğinin derin hipotermiye gerek kalmadan güvenli bir şekilde yapılabileceği gösterilmiştir. Çalışmamızda, derin ve ılımlı hipotermide uygulanan ASP tekniğinin nörolojik komplikasyonlarla ilişkisi incelendiğinde;



guplar arasında anlamlı bir fark gözlenmemiştir. Bu nedenle derin hipotermiye gerek kalmadan ılımlı hipotermide ASP tekniğinin yapılabileceği gözlemlenmiştir.

**Anahtarkelimeler:** Aort Cerrahisi, Antegrad Serebral Perfüzyon, Ekstrakorporeal Dolaşım, Hipotermi,

## **2. ABSTRACT**

### **NEUROLOGICAL EFFECTS OF DEEP AND MODERATE HYPOTHERMIC ANTEGRADE CEREBRAL PERFUSION IN AORTIC SURGERY**

Cardiopulmonary bypass or in other words, extracorporeal circulation used during open heart surgery can cause unfavourable consequences due to its non-physiologic properties. The aim of our study is to compare two different hypothermia levels in terms of early neurologic complications. During ACP realized via right axillary cannulation in aortic surgery. Near Infrared Spectroscopy (NIRS) and jugular venous blood gas data, as well as postoperative clinical neurologic findings (confusion, agitation, amnesia, disorientation, were analyzed and hemiplegia) were analyzed.

Thirty patients who underwent thoracic aortic surgery under systemic hypothermia with unilateral selective cerebral perfusion during lower body total circulatory arrest were included in the study. Patients were randomized to group 1 (n=15) moderate hypothermia (core temperature cooled to 26-30°C) and group 2 (n=15) deep hypothermia (core temperature cooled to 18-24°C).

No statistically significant differences were found in the demographic and cardiopulmonary bypass data between groups.

As a result aortic operations are complex and still high-risk operations, although ACP techniques and hypothermia are widely used for neuroprotection. Previous studies have shown that during ACP there is no need for deep hypothermia, a finding which is totally in parallel with our results showing no statistically significant difference between deep and moderate hypothermia combined with ACP during aortic surgery in terms of neurologic complications. We can conclude that moderate

hypothermia can be easily used, in order to eliminate deep hypothermia complications

**Keywords:** Aortic surgery, antegrade cerebral perfusion, extracorporeal circulation, hypothermia.

### 3. GİRİŞ VE AMAÇ

Açık kalp ameliyatlarının yapılabilmesi için ameliyat sahasının kansız ve hareketsiz olması gerekmektedir. Bunu sağlamak için kalp-akciğer fonksiyonlarının durdurulması ve kalbin içindeki kanın tamamen boşaltılması gerekmektedir. İlk kez John Gibbon'un 1953 yılında kalp-akciğer makinasını başarılı bir şekilde kullanmasıyla açık kalp ameliyatları yapılmaya başlanmıştır. Ameliyat sırasında kalbin ve akciğerlerin işlevlerinin durdurulup dolaşımın vücut dışında kalp-akciğer makinası ile sağlanmasına kardiyopulmner baypas (KPB) adı verilmektedir. Ekstrakorporeal dolaşımda denilen bu sistemde süperior ve inferior vena kavalara konulan iki kanül yada sağ atriyumuna konulan tek kanül vasıtasıyla hastadan alınan kan venöz rezervuarda yerçekimi etkisiyle birikir. Venöz kan pompa başlığı sayesinde oksijenatöre yönlendirilir. Soğutulup ısıtılarak ve filtreden geçirilerek oksijenlendirilen kan genellikle ascendan aortaya (çıkan) konulan bir arteriyal kanül ile hastaya geri verilmektedir. KPB'nin sağladığı büyük avantajın yanında intraoperatif yapılan ve fizyolojik olmayan ( kanın yabancı yüzey ile teması, pulsatile olmayan kan akım, vücut ısısındaki değişiklik gibi) yan etkileri mevcuttur ve bu şartlar altında normal serebral fizyolojiyi tanımlamak zordur. KPB sırasında serebral oksijen ihtiyacı vücut sıcaklığına bağımlıdır fakat serebral kan akımı oksijen ihtiyacına, parsiyel karbondioksit basıncına, hemotokrit ve ortalama arter basıncına bağımlıdır. Bu değişkenlerin her biri ayrı ayrı veya birlikte hareket ederek serebral kan akımını azaltabilmekte yada artırabilmektedir.

KPB'da beyin hasarı; emboli, azalmış serebral kan akımı ve sistemik inflamatuvar yanıtı bağlı olabilmektedir. Bu yan etkiler birleşerek intraoperatif ve postoperatif beyin fonksiyonunu olumsuz etkileyebilmektedir (1).

Patofizyolojik yönden incelendiğinde hücresel düzeyde gelişen iskemik hasar azalmış Ph, artmış intrasellüler  $Ca^{++}$  konsantrasyonu, yetersiz enerji sunumu, hücre zarı bütünlüğünün bozulması ve hasarın şiddetini arttıran ikincil olaylar

(eikozanoidler, serbest radikaller, akyuvarlar, apopitozis) ile ayırt edilmektedir (2). Kalp cerrahisinde oluşan beyin hasarı Tip1 ve Tip2 olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Tip1 hasarını inme, bilinç kaybı ve komaya bağlı ölüm oluşturmakta, Tip2 hasarını ise ajitasyon, entelektüel fonksiyonda bozulma, konfüzyon, hafıza kaybı yada fokal hasar olmadan nöbet geçirilmesi oluşturmaktadır. Bu hasarların görülme sıklığı yaş ile beraber artış göstermektedir. Klinik sonuçlar ayrı ayrı incelendiğinde bu oranlar inme için %1-9, deliryum için% 13-30, hafıza ve dikkat bozuklukları, motor yavaşlama gibi kognitif fonksiyonlarda gerileme erken dönemde %60, geç dönemde ise %25-30 olarak karşımıza çıkmaktadır (3,4). Aterosklerotik yapı, geçirilmiş serebrovasküler olaylar, demans gibi patolojilerin görülmesi yaşlı hasta grubunda çoğunluktadır. Bundan dolayı kalp cerrahisi kendi başına bir risk faktörü iken beraberinde hastaya özel risklerin de varlığı bulunmaktadır.

Nörolojik komplikasyonların önlenmesi amacıyla birçok yöntem kullanılmaktadır. Hipotermi (vücut sıcaklığının düşürülmesi), uygun pompa akımının sağlanması, glukoz, PaCO<sub>2</sub>, PO<sub>2</sub> değerlerinin ayarlanması, beyin hasarını minime indirecek ilaçların ve tekniklerin kullanılması ön plana çıkan yöntemlerdendir.

Bu amaçla aort cerrahisinde de farklı cerrahi teknikler ve uygulamalar kullanılmaktadır. Aort cerrahisinde beyin koruması için önerilen teknikler; derin hipotermik sirkulatuar arrest (DHSA veya TCA), retrograd serebral perfüzyon (RSP) ve antegrad serebral perfüzyondur (ASP) (5).

Ancak hangi yöntemin iyi olduğu halen tartışılmaktadır. Hipoterminin kullanılması ile aort cerrahisi daha güvenli yapılar hale gelmiştir. Zaman içerisinde de RSP ve en son olarak da ASP ile ileri bir düzeye ulaşmıştır.

Sabik ve arkadaşları; 1995 yılında kompleks kalp ameliyatlarında sağ subklaviyan/aksiller arteri inflow arteri olarak kullanma tekniğini geliştirip beyin korumasında önemli bir gelişmeye öncülük etmişlerdir (6).

Sağ aksiler arterden yapılan ASP tekniği hem güvenilir hem de oldukça etkili beyin koruması sağlamaktadır. İzleyen dönemlerde de aksiller arter daha geniş alanlarda kullanılmış ve en çok tercih edilen kanülasyon yeri olmuştur. ASP tekniği total aort replasmanında cerrahiyi oldukça kolaylaştırmış ve işlem sonrasında morbidite ve mortaliteyi belirgin derecede azaltmıştır (7).

Kazui ve arkadaşları brakıyosefalik arteri ve sağ ana karotis arteri 22°C'de 10 ml/kg/dk pompa akım ile perfüze ederek beyin perfüzyonu sağlamışlardır (8).

Sonrasında bunun fizyolojik değerlerin %50'sine denk geldiğini ve aynı zamanda serebral perfüzyonun sonuçlarını olumsuz etkilemediğini bildirmişlerdir.

Ergin ve arkadaşları, ASP tekniğini derin hipotermi (20-22 °C) ile uygularken (9), Taşdemir ve arkadaşları, bu tekniği ılımlı hipotermi (26-28 °C) ile uygulamışlardır (10). Diğer beyin koruma yöntemlerinin tatmin edici oranda beyin koruması sağlamaması ve derin hipotermi'nin olumsuz etkilerinin çok iyi bilinmesinden dolayı ASP tekniği son yıllarda beyin korumasında en çok tercih edilen tekniklerden biri olmuştur (11,12).

Son yıllarda aort cerrahisinde uygulanan beyin koruma yöntemleri avantaj ve dezavantajlarıyla ayrıntılı bir şekilde incelenmiş ve bu yöntemler arasında ASP'nun cerrahi sonuçlarının daha iyi olmasından dolayı yaygınlık kazanarak ön plana çıkmıştır. Fakat sıcaklık konusunda fikir birliği sağlanamamıştır.

Çalışmamızdaki amacımız aort cerrahisi yapılan hastalarda, derin ve ılımlı hipotermik ASP tekniğinin postoperatif erken dönem nörolojik sonuçlarını karşılaştırmaktır.

## 4. GENEL BİLGİLER

### 4.1. Ekstrakorporeal Dolaşım Ve Kardiyopulmoner Baypas

Kardiyovasküler cerrahide daha iyi bir cerrahi görüşün sağlanabilmesi ve güvenliğin sağlanabilmesi amacıyla kalp ve akciğer fonksiyonlarının geçici bir süre durdurulması gerekmektedir. Bu amaçla kalbin pompa, akciğerlerin gaz alışverişinin geçici bir süre ile durdurulup fonksiyonlarının kalp-akciğer (pompa) makinası ile gerçekleştirilmesine kardiyopulmoner (KPB) yada ekstrakorporeal dolaşım denir. Günümüzde KPB tekniğine bağlı olarak çeşitli organ ve sistemlerde farklı boyutlarda fonksiyon bozuklukları oluşmasına rağmen halen kardiyovasküler patolojilerin cerrahi tamirine imkan sağlayan ve alternatif olmayan bir yöntem olarak kullanılmaktadır.

Kalp-akciğer makinası ile ilgili ilk çalışmalar 19. yüzyılda başlamıştır. Fakat klinik uygulama ancak 20. Yüzyılın ortalarında gerçekleşmiştir. Dr. John Gibbon 6 Mayıs 1953'te kalp-akciğer makinasını kullanarak ilk başarılı kalp operasyonunu yapmıştır (13).

Fakat sonraki 4 hastada başarısız olması üzerine geliştirmiş olduğu teknik ve sistemler tartışılmıştır. 1954 yılında C.Walton Lillehei ve arkadaşları kalp ameliyatları için hastanın anne ve babasını biyolojik akciğer olarak kullanarak kontrollü kros-sirkülasyon tekniğini geliştirmişlerdir, fakat yüksek mortalite oranları ümit kırıcı olmuştur (14). 1955'te Mayo Klinik'te Dr. John Kirklin ve arkadaşları ilk başarılı seri bildirmişlerdir (15).

Ekstrakorporeal dolaşımın başlayabilmesi için hastanın büyük arter ve venlerinin cerrahi olarak kanüle edilip, pompa ile hasta arasında hatlar aracılığıyla kapalı bir dolaşım sisteminin oluşturulması gerekmektedir. Bunun için de yerçekimine bağlı serbest akımla hastadan pompa rezervuarına gelen venöz kan, oksijenatör kullanarak gaz değişimi sağlandıktan sonra genellikle asendan (çıkan)

aortaya yerleştirilen arteriyal kanül ile hastaya verilip dolaşım sağlanmaktadır. KPB'ta organ korunmasına yönelik yaygın kullanılan hipoterminin sağlanması için hastanın vücut ısısını düşürölüp işlem sonrasında tekrar vücut ısısını yükseltilmesi gerekmektedir. Bu işlemde kalp-akciğer makinasının diğer bir fonksiyonudur ve ısı değiştirici (Heat Exchange) cihaz yardımıyla yapılmaktadır.

KPB'in ana komponentleri; pompa, oksijanatör, venöz rezervuar, venöz kanül, arteriyal kanül ve ısı değiştirici (heat exchanger) cihazıdır. Yardımcı komponentleri ise korener aspiratör, sol ventrikül vent sistemi, kardiyopleji, heparin, protamin ve başlangıç (prime) solüsyonlarıdır.

#### **4.1.1. Kardiyopulmoner Baypasın Ana Komponentleri**

##### **4.1.1.1. Pompa**

Ameliyat sırasında kalbin görevini üstlenen pompa; sağ atriyum yada vena kavalardan gelen venöz kanı venöz rezervuarda toplayıp, belli bir basınç ve akım hızında oksijanatöre sonrasında ise oksijelenen temiz kanı arteriyal sistemden hastaya geri gönderilmesini sağlamaktadır. Ayrıca ameliyat sahasındaki biriken kanların tekrar aspire edilerek dolaşıma verilmesini, sol ventrikülün dekomprese (aşırı basıncı giderilmesi) edilmesini, kardiyoplejinin gönderilmesini ve koroner arterlerin perfüze edilmesini sağlamaktadır. Pulsatil (kesintili akım) ve non-pusatil (devamlı akım) olarak kullanılabilir.

*Pulsatil akım:* Pusatil akımda mikrodolaşıma ek enerji vardır. Bu enerji eritrositlerin taşınmasına yardımcı olur, hücre sel metabolizmaya olumlu etkisi vardır, kapiller perfüzyonu artırır, lenfatik fonksiyona yardımcı olur ve nöro-endokrin yanıtın azalmasını sağlamaktadır. Roller ve santrifugal pompa olmak üzere iki tip pompa kullanılmaktadır

##### *Roller Pompa*

Döner çift başlığı vardır. De Bakey kan pompaları olarak da adlandırılmaktadır. Geniş kalın bir tüpün, ana pompa odacığında sıkıştırılması ile kan



ileri doğru atılmasını sağlanmaktadır. Roller pompalar güvenli, ucuz ve kullanımı kolaydır. Fakat pompanın túbaja karşı tıkanıklık derecesi önemlidir (oklüzyon ayarı). Çok fazla sıkışma hemolizi arttırabilir, çok az sıkışma ise etkili ileri akış oranını düşürebilmektedir. İdeal sıkışma derecesi, roller'larda hiç tıkanıklık göstermeyecek şekilde ayarlanmaktadır. Roller pompanın dezavantajları ise; başlık bölgesinde hava oluşumu, tam belirlenemeyen akım kalibrasyonu yetersiz oklüzyon ayarında kanın geri kaçıışı, hatların patlama ve yırtılma riski şeklinde sıralayabiliriz. Çıkış hattında direnç olmadıkça ileri doğru akım etkilenmez.

#### *Santrifugal Pompa*

Hızlı dönen konsentrik (ortak merkezli halkasal yapı) koni veya bıçaklar yardımıyla çalışan kinetik bir pompadır. Bu çark kanı yüksek hızla çevirir. Koni elektromanyetik alanda döner. Yapay girdap prensibi ile çalışmaktadır. Bunun dönmesi ile oluşan merkezkaç kuvvet kanı sirküler olarak dönmeye zorlayıp ve itmektir. Santrifugal pompa tek kullanımlık, güvenilir ve devamlı non-pulsatil akım sağlayan pompalardır. Sisteme fazla miktarda hava girdiğinde pompa durmaktadır. Çalışması kolaydır, ancak akım çıkan hattaki basınçla doğru orantılı olduğundan elektromanyetik alan sürekli akım ölçer ile izlenmelidir. Pompa durdurulduğunda geriye doğru akımı önlemek için, arteriyal hat klempelenmelidir. Santrifugal pompa; sol kalp baypası ve geçici ekstrakorporeal dolaşımda (ECMO) daha çok tercih edilmektedir. Roller pompaya göre iki temel üstünlüğü vardır.

- 1) Geçici obstrüksiyon (tıkanma) olsa bile yüksek geri basınç oluşturmaz.
- 2) Tüp kompresyonu olsa bile geniş gaz embolileri oluşturmaz.

#### **4.1.1.2. Oksijenatör**

Ekstrakorporeal dolaşım sistemi parçaları içinde kanın temas ettiği en geniş yabancı yüzeyi oksijenatörler oluşturmaktadır. Bundan dolayıda kan elemanlarının en fazla hasara uğradığı bölümdür. Yapay akciğer olarak adlandırılan oksijenatör, akciğerin bütün fonksiyonlarını KPB sırasında üstlenir ve gaz değişiminden sorumludur.

Oksijenatör; karbondioksit ve anesteziik diğer gazları sirkülasyonunu içine veya dışına nakledebilir. Böylelikle oksijenatör kısa bir süreliğine devre dışına bırakılan doğal akciğerlerin tüm temel işlevlerini yerine getirir. Oksijenatör tasarımcıları, perfüzyonistin gaz naklini ayarlamasını kolaylaştırmak, ısı transfer etkinliğini maksimum seviyeye çıkarmak, kan travmasını azaltmak, başlangıç volümünü (ameliyat öncesinde oksijenatörü doldurup sistemin havasını çıkarmak için eklenmesi gereken sıvı miktarı) minimize etmek için belirli kan akış oranında oksijen, karbondioksit ve diğer gazların miktarını maksimum seviyeye çıkarmak için uğraşmaktadırlar. Fakat bugünkü teknolojiyle hiçbir oksijenatör akciğerlerle boy ölçüşecek düzeyde değildir. Örneğin oksijenatörlerde gaz alışverişinin gerçekleştiği yüzeyin alanı biyolojik akciğerlerin %10'undan daha azdır. Akciğerlerin yüzey alanı 70 m<sup>2</sup> iken membran oksijenatörlerde bu alan 0,5-4 m<sup>2</sup> civarındadır. Bugün kullanılmakta olan membran oksijenatörlerin gelişimi süresince biyolojik akciğerler dahil pek çok oksijenatör türü geliştirilmiş ve kullanılmıştır.

Klinik olarak ilk kez kullanılan oksijenatör, Gibbon'ın 1930'lu yılların sonunda üzerinde çalıştığı sabit film oksijenatölerdir (16).

Oksijenatörler üç ana dizaynla günümüze gelmiştir;

1- Film oksijenatörler

- a) Kay-Cross (disk)
- b) Melrose (silindir)
- c) Screen oksijenatörler

2- Buble oksijenatörler

3- Membran oksijenatörler

- a) MPMO (Microporus Membran), Hollow-fiber
- b) TMO (True Membran)

1) *Film Oksijenatörler*

Kanın sabit veya hareketli yüzeyler üzerinde ince bir film tabakası oluşturmasını sağlayarak kanın oksijen ile daha geniş bir yüzeyde temasını sağlamaktadırlar. Von Frey ve Gruber tarafından 1885'te geliştirilen ilk film oksijenatörde kan yavaş dönen bir silindir üzerinde yayılmaktaydı. Kalp cerrahisinde kullanılan ilk film oksijenatörlerdir ve 70 yıl boyunca kullanılmıştır.

## 2) *Buble (kabarcık) Oksijenatörler*

Von Schröder, 1882'de kanın oksijen kabarcıkları ile devamlı olarak oksijenebileceğini kanıtlamıştır (17,18).

1950'de Clark, Gollan ve Gupta arteriyal kandaki fazla gaz kabarcıklarını elimine eden silikon kaplı yüzeyleri geliştirmelerinin ardından gaz transfer sorunu çözerek ilk kabarcık oksijenatörlerin temelini atmışlardır.

Buble oksijenatörlerde oluşturulan küçük hava kabarcıkları, kan içindeki küçük hollerden geçer. Böylece oksijen direkt sistemik venöz kan ile diffüzyon sahasında karşılaşır. Kabarcıklar ne kadar küçük, kanla temas yüzeyi ne kadar büyük olursa kan/gaz arasındaki dengelenme o kadar fazla olmaktadır. Kandaki bu kabarcıklar daha sonra köpüklenmeyi önleyen bir ajan (yükü bür silikon polimer) tarafından temizlenmektedir. Gaz değişimi her bir buble etrafında oluşan ince film tabakasında olmaktadır. Karbondioksit buble içinde diffüze olmakta oksijen ise kana geçmektedir. Dezavantajı ise uzun süren KP'B'larda kanın şekilli elemanlarının travmaya maruz kalması ve bu travmanın devamlı olmasıdır. Ayrıca her kabarcık yeni bir yabancı cisim olarak algılandığı için inflamatuvar yanıtın artmasına sebep olmaktadır.

## 3) *Membran Oksijenatör*

Membran oksijenatörlerin geliştirilmesi de buble oksijenatörlerle aynı zamana denk gelmektedir. 1944'de Kolff ve Berk yapay böbreğe giren koyu renkli venöz kanın selofan diyaliz tüpünden çıktığında renginin açıldığını gözlemlemişlerdir (18). Membran oksijenatör; direkt bir kan-gaz teması olmadan ince bir membran boyunca oksijen sunumunu ve karbondioksit uzaklaştırılmasını sağlamaktadır. Membran boyunca oksijen ve karbondioksit değişiminin esas belirleyicileri oksijen ve karbondioksitin kandaki eriyikliği, diffüze olabilirliliği ve membrandaki parsiyel basınç farklarıdır. Membran oksijenatörde, kan daha az travmaya uğramaktadır. Oksijen plazma içinde zor diffüze olduğu için kanın çok geniş bir alana yayılması gerekmektedir. Membran oksijenatörde, silikon veya poliprolen mikropor membran aracılığıyla kan ile gaz kompartmanlara ayrılmaktadır. Oksijen ve karbondioksit değişimi birbirinden bağımsızdır. Bu nedenle gaz akımı arttırılarak oksijenizasyon

etkilenmeden karbondioksit eliminasyonu arttırılabilmektedir. Yüzey sabit olduğundan yüzey ile kan temas ettiğinde plazma proteinleri yüzeyi kaplamaktadır. Bu da kan proteinlerinin aktivasyonunu azaltmaktadır. Membran yüzey alanı 2,0-5,4 m<sup>2</sup> arasında değişmektedir (19). Modern oksijenatörler ile dakikada 1-7 litre kan akımıyla 470 ml oksijen verip 350 ml kadar karbondioksit geçişi sağlanabilmektedir. Membran oksijenatör kan elemanlarına daha az zarar verip, daha az partikül ve hava embolisine neden olduğundan daha uzun süre kullanılmaktadır (20).

#### **4.1.1.3. Venöz Rezervuar**

Ekstrakorporeal dolaşımda venöz kanın kanın boşaldığı yerdir. Perfüzyon süresince çeşitli ilaçların kan ürünlerinin ve gerekli prime volümünün güvenli bir şekilde verilmesine olanak sağlamaktadır. Açık (dard-shell) ve kapalı (soft-shell) olmak üzere iki tip venöz rezervuar vardır. Kapalı tip venöz rezervuarın kollaps olma özelliği vardır. Bu nedenle masif hava emboli riski azdır. Açık tip rezervuarda ise; sistemden gelen havaları kontrol etmek daha kolaydır, fakat masif hava emboli riski fazladır. Ayrıca vakum yardımıyla venöz dönüşün arttırılması mümkündür (vacum-assited venos return). Açık tip rezervuar içindeki makro ve mikro filtrelerden dolayı kardiyotomi rezervuarı olarak da kullanılmaktadır.

#### **4.1.1.4. Venöz Kanül**

Hastanın kanını venöz damar sisteminden bir veya daha fazla kanül aracılığıyla ekstrakorporeal sisteme yerçekimi kuvvetiye boşaltmaktadır. Venöz kanül sayısı cerrahi prosedürün tipine ve cerrahın tercihine göre belirlenmektedir. Tek kanül kullanılacak ise sağ atriyal apendajdan sağ atriyauma yerleştirilmektedir. İki kanül kullanılacak ise, superior ve inferior kavalara yerleştirilmektedir. Venöz kanüller femoral, iliak yada juguler vene yerleştirilmektedir. Tek kanül (two-stage canula) genellikle aort kapağı, asendan aorta ve koroner baypas ameliyatlarında kullanılmakta, iki kanül ise; atriyum ve ventrikül içinde cerrahi işlem yapılacaksa kullanılmaktadır.

#### **4.1.1.5. Arteriyal Kanül**

Arteriyal kanül hastanın oksijenlenmiş kanını sistemik dolaşıma geri göndermek amacıyla kullanılmaktadır. Türü, boyutu, cerrahi prosedüre ve ihtiyaç duyulan anatomik duruma göre belirlenmektedir. Arteriyal kanülün düz, eğik uçlu ve farklı ölçüleri mevcuttur. Genellikle asendan aortaya sağ brakiosefalik trunkusun hemen proksimaline yerleştirilmektedir. Alternatif kanülasyon sahaları; femoral arter, iliak arter, aksillar arter, desendan (inen) torasik yada abdominal aortadır. Femoral ve aksillar arter kanülasyonu, aort diseksiyonlarında, reoperasyonlarda ve acil durumlarda mediasten açılmadan önce tercih edilmektedir

#### **4.1.1.6. Isı Değişirici (Heat exchanger) Cihaz**

KPB'ta hasta kanının aktif olarak soğutulması ve tekrar ısıtılması yoluyla sistemik hipotermi elde etmek için kullanılan cihazdır. Vücut ısısının kontrolü için önemlidir. Vücut ısısının kontrolü nazofarangingial, rektal ve mesane ısısı şeklinde monitörize edilmektedir. Cihaz içinde 1 ile 42 derece arasında su dolaşmakta ve istenilen sıcaklığa ayarlanabilmektedir. Kan 40<sup>0</sup>C üzerinde ısıtılırsa plazma proteinleri zarar görebilir. Kanın hastadan ayrıldığı ve girdiği yerdeki ısı farkından dolayı soğuma genellikle ısınmadan hızlı olmaktadır ve hızlı soğuma daha tehlikelidir (mikro kabarcıklar oluşarak hava embolisine neden olmaktadır). Hızlı ısınmada da mikro kabarcıklar görülebilir fakat soğuk vücuda girince bu kabarcıklar kaybolmaktadır. Yetişkinde soğuma sırasında ısı dakikada 0.7-1.5<sup>0</sup>C azaltılmalı, ısınmada ise dakikada 0.2-0.5<sup>0</sup>C arttırılmalıdır. Dalton ve Boyle yasalarına göre gazlar soğuk plazmada daha fazla çözünürler. Bundan dolayı çok soğuk kanın perfüze edilmesi mikro kabarcıkların oluşmasına neden olmaktadır. Bu nedenle hasta ve ısı değitirici cihaz arasındaki ısı farkı 10-12 °C'den fazla olmamalıdır.

## **4.1.2. Kardiyopulmoner Baypasın Yardımcı Komponentleri**

### **4.1.2.1. Kardiyotomi Emme Sistemi ( Koroner Aspiratör)**

Ameliyat sahasındaki kanın perfüzyon sistemine geri dönmesini sağlamaktadır. Kanı perfüzyon sistemine geri göndermemek önemli kan kaybına yol açabilir fakat aspire edilen kanın dezavantajıda vardır. Ameliyat sahasından aspire edilen kan açık yara ile temas etmiş ve proteinleri aktive olmuş olduğundan postoperatif kanama miktarını arttırmaktadır (21).

### **4.1.2.2. Sol Ventrikül Vent Sistemi**

KPB sırasında myokardın gerilip iskemiye maruz kalmaması için sol kalbin drene edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Aynı zamanda dolaşan kanla kalbin ısınması ve elektriksel aktivitenin başlaması da engellenmiş olur. Cerrahi sahanın vent sistemi ile aspire edilmesi, özellikle kollateral akımı artmış konjenital olgularda sağladığı diğer bir avantajıdır. Sol kalpten havanın tahliyeside bu sistem ile sağlanmaktadır. Vent sistemi; genellikle KPB başlamadan önce asendan aort, sol atriyum, pulmoner arter veya direkt ventriküle yerleştirilen bir kanül ile yapılmaktadır. Kanın travmatize olmasının en büyük sorumlusu olarak da görülmektedir. Kanın perikard yüzeyi ile teması, trombosit ve lökosit agregasyonunda rol oynamakla beraber travmatize olmasının esas nedeni hava ile eş zamanlı aspirasyonudur.

### **4.1.2.3. Kardiyopleji**

Kalp cerrahisinde çoğu ameliyatların yapılabilmesi için kalbin durdurulup ve aortaya klemp konulması gerekmektedir. Aortaya klemp konduğu süre içinde ise kalp iskemik kalmaktadır. İskemik hasarı azaltmak için kalbin elektromekanik aktivitesini tamamen durdurmak kavramı ilk 1950'li yıllarda ortaya çıkmıştır. Kalp fonksiyonlarını olumsuz etkilenmemesi için de myokardiyal koruma adı altında bir çok yöntem geliştirilmiştir. En çok kullanılan myokardiyal koruma yöntemlerinden

biri kalbi soğutmak ve diastolik arrest halinde tutmaktır. Bu şekilde bazal metabolizma yavaşlamakta ve kalbin oksijen tüketimi azalmaktadır. Sonuçta ise iskemiye tolerans artmaktadır. Kalbi diastolde durdurmak için kullanılan solüsyonların genel adına kardiyopleji denir. İçeriği farklı olan birçok kardiyopleji vardır. Kardiyopleji solüsyonlarıyla ilgili henüz bir standart oluşmamıştır. KPB' ta iken kalbin perfüze edilmesi ilk olarak 1956'da Lillehei ve arkadaşları tarafından yayınlanmıştır. Lillehei ve arkadaşları aortanın klempe olduğu sürede perfüze edilebilmesi için koroner sinüsü kanüle ederek oksijenatörden gelen kanın bir kısmını koroner sinüsten retrograd olarak koroner sisteme vermişlerdir (22).

1961'de Hufnagel ve arkadaşları myokardı korumak için derin kardiyak soğutma yöntemini tanımlamışlardır. Bu yöntemde; kalbi korumak için aort klemp süresince slaş haline getirilmiş buz kalbin etrafında tutarak soğuk kalmasını sağlamışlardır (23).

1967'de Bretschneider solüsyonunu, 1972'de Kirsch solüsyonunu Kirsch ve Rodewald klinikte kullanmışlardır (24).

1973'te Gay ve Ebert yüksek potasyum içerikli kardiyopleji ile ilgili ilk çalışmalarını yayınlamışlardır (25).

Sonuçta 1980'li yıllara geldiğimizde kalp cerrahisinde kardiyopleji kullanımının gerekliliğiyle ilgili bir tartışma kalmamıştır. Bunun yerine kullanılacak olan kardiyopleji solüsyonun içeriği ile ilgili tartışmalar başlamıştır. Bu tartışmalar güncelliğini korumaktadır.

Kardiyopleji solüsyonu genellikle antegrad verilmektedir. Fakat proksimal koroner arter darlıklarında ve tıkanıklarında kardiyopleji dağılımı yetersiz kalabilmektedir. Ayrıca kapak operasyonlarında da bazı sınırlamalar vardır (aort yetersizliğinde). Bundan dolayı retrograd kardiyoplejiye ilgi artmıştır. Fakat sağ ventrikül venöz yapısının, koroner sinüs sistemi ile ayrı oluşunun getirdiği uygunsuz sağ ventrikül perfüzyonu ve sol ventrikülde antegrad kardiyoplejideki kadar uygun kapiller perfüzyon sağlamadığı için tek başına kullanımı yetersiz kalmıştır (26).

Sol ventrikül kapillerinde retrograd akım %70 iken antegrad akımda bu oran %90'dır. Retrograd kardiyopleji kullanımında optimal dağılım için minimum akım hızı 200 ml/dk olmalıdır. Kardiyopleji solüsyonunun 300 ml/dk'nın üzerinde akım ile vermenin ekstra bir yararı yoktur (27).

Antegrad ve retrograd kardiyopleji tekniklerinin arka arkaya yada aynı anda kullanımı hem myokardiyal dağılımı daha uygun hale getirmiş hem de operasyondaki duraksamaları engellemiştir. Günümüzde ise kross klemp konduktan sonra myokard hücrelerinin canlılığını ve fonksiyonlarının devamı etmesi için uygulanan yöntemleri 3 ana başlıkta toplayabiliriz. Bunlar;

- a) *Hipotermik Fibrilasyon:* KPB yardımıyla sağlanan sistemik hipotermi sonrası, kros klemp konarak özel bir fibrilatörle kalp ventriküler fibrilasyona sokulmaktadır.
- b) *Kristalloid Kardiyopleji:* 20 mEq/L K<sup>+</sup> içeren özel kristalloid solüsyonlarla kalp diyastolde durdurulmaktadır.
- c) *Kan Kardiyoplejisi:* Hastadan alınan oksijenlenmiş kana 20 mEq/L K<sup>+</sup> ve çeşitli elektrolitlerin (Mg, HCO<sub>3</sub>, Ca v.b.) eklenmesi ile kullanılan ve kalbi diyastolde duduran solüsyondur.

#### **4.1.2.4. Antikoagülasyon (Heparin)**

Heparin, doğal negatif yüklü bir glikozaminoglikandır. KPB'nin temel gereksinimlerinden biri olan antikoagülasyondur ve 1915'te tıp öğrencisi Jay McLean'ın keşfiyle tıp dünyasına girmiştir. İlk sonuçları 1916'da bildirilmiştir (28). Karaciğerde belirlendiğinden "hepar" sözcüğü ile ilişkilendirilerek Howel tarafından heparin adı verilmiştir. Heparin KPB için olmazsa olmazlarından biridir. Fakat ideal antikoagülan değildir. Etkisinin antitrombin üzerinde olduğu Lam, Rozenberg, Bauer ve Lindahl tarafından farklı çalışmalarda açıklanmıştır. 1970'li yıllarda ise fraksiyone heparinin in-vitro aktivitesi tanımlanmış ve düşük molekül ağırlıklı heparin (DMAH) için ilk patent alınmıştır (29).

Plazma antitrombin III düzeyi düşük olan hastalarda heparin rezistansı gelişmektedir. Bu hastalarda KPB'ye başlamadan önce taze donmuş plazma



replasmanı yapılmalıdır. Çünkü taze donmuş plazma kandaki antitrombin III düzeyini yükseltmektedir. Heparin trombositlerin duyarlılığını artırır ayrıca kanama zamanında uzamasına neden olur. Heparin, nötrofil aktivasyonunu artırır özellikle protamin ile kompleks oluşturduğunda kompleman sistemini aktive etmektedir. KPB sırasında trombüs oluşmasını engellemek için heparinin etkisinin devamlı takip edilmesi gerekmektedir. Heparin yada trombin konsantrasyonlarının direkt takibi mümkün değildir. Bu nedenle indirekt takip yöntemi olan aktive pıhtılaşma zamanı ACT (activated clotting time) ile ölçülmektedir. ACT ekstrakorporeal dolaşım öncesi 400-480 sn üzerinde olmalıdır. ACT 45 dakika aralıklarla kontrol edilmeli ve ACT değeri düşük ise heparin ilavesi yapılmalıdır.

#### **4.1.2.4. Protamine**

KPB sonlandırıldıktan sonra, hastanın hemodinamisinin stabil, yapılan cerrahi operasyonun yeterli ve kanama probleminin olmadığından emin olunduktan sonra hastaya IV yolla heparin etkisini nötralize etmek için protamin verilmektedir (her 100 ünite heparin için 1mg protamin). Pozitif yüklü protamin molekülleri negatif yüklü heparin moleküllerine bağlanarak heparini inaktif hale getirir. Protamin çok hızlı verilmemelidir. Çünkü hastaların yaklaşık yarısında hipotansiyon atağına neden olabilmektedir. Kompleman aktivasyonu sonucu gelişen bu durum geçicidir ve kalsiyuma iyi cevap verir. Protamin özellikle balık alerjisi olan hastalarda anafilaktik reaksiyonlara yol açabilir. Alerjisi olup olmadığı önceden tespit edilmelidir. Ayrıca protaminin aşırı dozu zayıf antikoagülan etkiye sahiptir.

#### **4.1.2.5. Başlangıç (Prime) Solüsyonu**

KPB başlamadan önce arteriyal ve venöz hatlar dodurularak sistemden havanın çıkarılması ve hemodilüsyon başlangıç (prime) solüsyonu ile yapılmaktadır. Erişkinler için sisteme yaklaşık 1-1,5 litre prime solüsyon eklenmektedir. Genellikle normale yakın pH içeriğine sahip ve iyon içeriği plazmaya benzeyen ayrıca hastada hemodilüsyona neden olan dengeli elektrolit solüsyonlar tercih edilmektedir. Prime solüsyon olarak kristalloid ve kolloid solüsyonlar kullanılmaktadır. (Dextroz, isolyte,

ringer başlıca kristalloid solüsyonlar, albümin, plazma, mannitol ve hidroksil etil starc ise başlıca kolloid sıvılardır). Hemodilüsyon ile seyreltilen kan dokular içinde daha az visköz şekilde dolaşmakta, ayrıca idrar miktarını, sodyum, potasyum, ve kreatinin atılımını da arttırmaktadır. Ancak hemodilüsyon intravasküler ozmotik basıncı azaltarak interstiyel ödeme neden olmaktadır. KPB başladığında genellikle hastanın hematokriti %20-25 arasında tutulmaktadır. Sıvı seçimi hala tartışma konusu olsada solüsyonların plazma elektrolit içeriğine osmolaritesine dikkat edilmelidir.

#### **4.1.2.6. Akım ve Basınc**

Akım miktarını belirleyicileri, oksijen sunumu (Hgb/Hct değerinin hemodilüsyon ile düşürülmesi), hastanın oksijen tüketimi (vücut ısısı ve anestezi derinliğine göre), basınçlar ve kritik organların perfüzyonudur. Normal şartlarda bazal kardiyak out-put oksijen tüketimi ile belirlenir ve yaklaşık 250 ml/dk'dır. Ameliyet sırasında oksijen tüketimini ölçmek zordur bu nedenle derin anestezi ve kas gevşetici yapılmış bir hastada 35-37<sup>0</sup>C ısı ve % 25 hematokrit değeri ile kabul edilen akım miktarı yaklaşık 2,4 L/dk/m<sup>2</sup>dir. Ortalama arter basıncı 50-60 mmHg değerine düşünceye kadar sistemik kan akımı normalin altında olsa bile serebral kan akımı korunmaktadır. Ayrıca dokular arasında hiyerarşik bir düzene göre kan akımı azalmaktadır. İlk önce iskelet kası, sonra abdominal viscera, bağırsaklar ve en sonunda böbreklerin kan akımı azalmaktadır.

Hipotermi oksijen tüketimini her 10<sup>0</sup>C de 0,5 azaltmaktadır.

Normotermik şartlarda oksijen tüketimi 80-120 ml/dk/m<sup>2</sup> dir.

BSA (m2)	DEBİ (2,4 lt/dk/m2)	AORTA mm	FEM AR (fr)	FEM VEN (fr)	SVC (fr)	İVC (fr)	TEK VENÖZ (fr)
0,25-0,30	600-720	3,0	6	12	12	16	18
0,31-0,38	744-912	3,0	6-8	12	12	16	18
0,39-0,46	936-1104	3,0	8	12-14	16	16	18
0,47-0,52	1128-1248	3,8	8-10	14	16	18	20
0,53-0,58	1272-1392	3,8	10	14	18	18	20
0,59-0,67	1416-1608	3,8	10-12	16	18	20	22
0,68-0,71	1632-1704	4,5	12	16	20	20	24
0,72-0,75	1728-1800	4,5	12-14	18	20	22	24
0,76-0,84	1824-2016	4,5	14	18	22	22	24
0,85-0,92	2040-2208	4,5	14	20	22	24	24
0,93-0,96	2232-2304	5,2	14	20	22	24	28
0,97-1,19	2328-2856	5,2	16	22	24	24	28
1,29-1,30	2880-3120	5,2	16	24	24	24	32
1,31-1,34	3144-3216	6,5	16-20	28	24	24	32
1,35-1,55	3240-3720	6,5	16-20	28	24	28	40/32
1,56-1,67	3744-4008	6,5	20	28	28	28	40/32
1,68-1,70	4032-4080	6,5	20	30	28	32	40/32
1,71-1,96	4104-4704	8	22	30	30	32	50/36
1,97-2,15	4728-5160	8	24	30	30	32	50/36

**Tablo 1:** Pompa akımı hasta vücut yüzey alanına göre (BSA) arteriyal ve venöz kanül çapları.

#### 4.2. Ekstrakorporeal Dolaşım Devresini Hazırlamak

Ekstrakorporeal dolaşım için gerekli malzeme seçimi yapıldıktan sonra kurulum, hazırlanma ve kalp-akciğer makinasının (pompa) işlev testi yapılmaktadır. Perfüzyonist tek kullanımlık steril malzemeyi birleştirip sistemin parçalarını roller pompa başlıklarının içine yerleştirir. Isı problemleri, basınç ve seviye sensörleri uygun yerlerdeki alıcılara yerleştirilip bütün bağlantılar kontrol edildikten sonra sabitlenir. Hazırlanan steril sisteme prime, heparin ve gerekli ilaçlar eklendikten sonra sistemin havası tamamen çıkartılır. Kontrol listesi kullanılarak tüm ayarlar, bağlantılar, fonksiyonlar ve alarmlar kontrol edilip belgelendirilir. Arter ve venöz kanüller hastanın kilosuna ve cerrahi prosedürün tipine göre önceden hazırlanır. Arter ve venöz kanüller ile kanülasyon yapıldıktan sonra önceden hesaplanan pompa akımı ile ekstrakorporeal dolaşıma başlanır. Kan akımına bağlı olarak oksijenatör için gerekli CO<sub>2</sub> ile O<sub>2</sub> hava karışımı ilave edilir. Karışım mekanik veya elektronik gaz

karıştırıcıları tarafından denetlenir. Kalp- akciğer makinası organlar için gerekli olan kan akımını sağlamaktadır. Bu kan akımını; akım indeksi ile vücut yüzey alanı (BSA) çarpımı ile hesaplanmaktadır. Bu kan akım indeksi 2,4-1,6 m<sup>2</sup>/dk aralığındadır ve sıcaklıkla beraber akım indeksi de düşmektedir. Perfüzyon sırasında oksijenatör öncesi ve sonrasındaki kan basınç farkı ve aort kanülünden önceki basınç değerleri anlık kontrol edilmesi gereken değerlerden biridir. Toplam perfüzyon zamanı, kros-klemp zamanı ve reperfüzyon zamanı hasta için kritik değerlerdir mutlaka kaydedilmelidir.

### **4.3. Hipotermi**

Vücut ısısının 35<sup>0</sup>C 'nin altına düşmesine hipotermi denir. Yunancada hipo düşük, termi sıcaklık anlamına gelmektedir. Yüzyıllar önce hekimler hipotermi değerini anlamışlar ve uygulamaya çalışmışlardır.

1950'li yıllarda hipotermi, ekstrakorporeal dolaşım ile beraber kullanılarak ilk denemeler yapılmıştır. Feys ve Smit'in yöntemleri, Mak Kuisto'nun suni soğutmayla 1954'te V.Shamov'un gerçekleştirdiği başarılı ameliyatları, E.V.Gubler 1955'te 25-28<sup>0</sup>C'de eksternal hipotermi ile köpeklerde yaptığı deneylerde düşük ısıda normal ısıya göre 3 kat daha az O<sub>2</sub> ihtiyacı duyduklarını kanıtlamışlardır (30). Hipotermide Bigelow ve Golen'in katkıları yararlı olmuştur. Bigelow kalbin 18-22<sup>0</sup>C arasında durduğunu fakat fonksiyonun devam ettiği takdirde çok yavaş çalıştığını ve buna rağmen dokuların O<sub>2</sub> ihtiyacını karşıladığını saptamıştır. 20<sup>0</sup>C'de 15 dakika kalbi dolaşımdan çıkarmanın mümkün olduğunu görmüştür.

Lewis ve Taufic 18 yaşındaki bir hastayı, buzlu su dolu bir banyoda rektal ısısını 28<sup>0</sup>C'ye düşürüp atriyal septal defekt (ASD) ameliyatı yapmışlar ve hipotermi uyguladıkları ilk hasta olarak göstermişlerdir.

Brown-Harrison 1958 'de farklı sıcaklıklardaki suyun karşılıklı akım prensibiyle suyun soğutulup yada ısıtılmasını sağlayan ısı değiştirici (Heat-Exchanger) cihazını yayınlamıştır.

1959 'da ise ekstrakorporeal dolaşım ile beraber hipotermi kullanımı, önce 9 hasta, sonrasında ise 27 hastada uygulanmıştır. Böylece ekstrakorporeal dolaşım ile internal hipotermi metodu anlaşılmıştır.

Vücudun iç ısısı hipotalamus tarafından düzenlenir. Vücutta ısı kaybı birçok otonom, somatik ve endokrin mekanizmalarla regüle edilmektedir. İstenmeyen ısı değişiklikleri hayati önem taşır. Bundan dolayı vücut ısısının çok iyi bir yöntemle takip edilmesi gerekmektedir. Vücut ısısı vücudun farklı bölgelerinden ölçülür, ve birbirinden farklıdır. Merkez (iç) ısı; vital organları perfüze eden kanın ısısıdır. Nazofarenks, rektum, özafagus, timpanik membran, pulmoner arter ve mesanaden ölçülmektedir. Çevre (kabuk) ısı; cilt ısısıdır, aksiller ölçülmektedir.

Hipotermi; eksternal ve internal soğutma olmak üzere iki çeşittir KPB'da genellikle internal soğutma tercih edilmektedir.

#### **4.4. Ekstrakorporeal Dolaşım İle Beraber İnternal Soğutma (Direkt Soğutma)**

Ekstrakorporeal dolaşım sırasında sistemik hipotermi sağlanması ısı değiştirici cihazlarına sağlanmaktadır. Hipotermi gereken hastaya ekstrakorporeal dolaşım ile vücudu soğutulur, ameliyat bittikten sonra tekrar ısıtılarak normotermi sağlanmaktadır. Hipotermi derinliğine göre 4 gruba ayrılır;

Hafif hipotermi: 35-32° C,

Orta dereceli hipotermi: 32-26° C,

Derin hipotermi: 26-18°C,

Çok derin hipotermi: 18-14°C, şeklinde sınıflandırılmaktadır (31).

#### **4.5. Hipotermi Sırasında Oksijen Tüketimi**

Oksijen tüketimi metabolik aktivitenin ölçümüdür. Hipotermi ile O<sub>2</sub> tüketimi azaltılması metabolik aktivitenin azalmasının dereceli göstergesidir. O<sub>2</sub> tüketimi gösterge olarak kullanılır çünkü hücre ve dokularda O<sub>2</sub> depoları mevcut değildir. Oksijen tüketimi 37<sup>0</sup>C'de %100'dür. Vücut ısısı 28<sup>0</sup>C'ye düştüğünde %50' ye

düşmektedir. Fakat bir dereceden sonra sabit kalır, azalmaz ve hiçbir zaman sıfır olmaz.

Normotermide O<sub>2</sub> ihtiyacı 2,4- 2,2 L/dk/m<sup>2</sup>dir.

28<sup>0</sup>C üstü vücut ısısında 2,0-1,8 L/dk/ m<sup>2</sup>

28<sup>0</sup>C altı vücut ısısında 1,8-1,6 L/dk/ m<sup>2</sup>

18<sup>0</sup>C'nin altındaki derin hipotermide ise 1,0 L/dk/ m<sup>2</sup> ye kadar güvenli perfüzyon sağlanmaktadır.

#### **4.6. Hipotermide Asit-Baz Dengesi**

Normal şartlarda 37<sup>0</sup>C kan ısısında PH 7,40 ve CO<sub>2</sub> 40 mmHg değerindedir. Kan sıcaklığının azalması ile beraber O<sub>2</sub> ve CO<sub>2</sub>'nin çözünürlüğü artmaktadır. Ayrıca PCO<sub>2</sub> basıncı azalır, PH değeri artmaktadır. Hipotermide iki farklı asit-baz dengesi yaklaşımı vardır. Bunlar Alfa-Stat ve Ph-Stat'tır.

*Alfa-Stat:* Arteriyal kangazı analiz sonuçları değerlendirildiğinde; ısı düşük iken CO<sub>2</sub>'nin çözünürlüğü artar, kısmi basıncı azalır ve PH alkali olur. Bu durumda PH ile CO<sub>2</sub>'nin çözünürlük değişikliklerinin değişimine müsaade edilir ve dışarıdan müdahale edilmez.

*PH-Stat:* Sıcaklık değiştikçe PH sabit tutulur. Hipotermide PH artıp PCO<sub>2</sub> düşeceğinden PH 7,40 ve CO<sub>2</sub> değerini 40mmHg'de tutmak için kana CO<sub>2</sub> ilavesi yapılmaktadır. Bundan dolayı kandaki toplam CO<sub>2</sub> artmaktadır. Kandaki CO<sub>2</sub> içeriğinin artışı vazodilatör etki yaparak beynin kan akımının artmasına yol açarak iskemi riskini azaltmaktadır.

Hipotermide vital organların soğuğa dayanıklılığı değişkendir.

*Kalp:* Vücut ısısını düşmesiyle beraber kalp atımları yavaşlar, kalp basıncı azalır ve atım volumü düşmektedir. Soğutma derinleştiğinde kalbin önce fibrilasyona girdiği sonra da durduğu gözlenmektedir. Hipotermi uygulanan KPB'ta myokardın iyi korunmaması mortaliteyi arttırmaktadır. Hipotermide myokard korunması ve iskemik hasarın minimumda tutulması kardiyopleji ile sağlanmaktadır.

*Beyin:* Beyin oksijene en duyarlı organdır. Hipotermi serebral değişikliklere neden olmaktadır. Hipotermi; beyin metabolizmasında O<sup>2</sup> tüketimini azaltmaktadır. Hipotermide hiperglisemi veya hipoglisemi görülmektedir. Hiperglisemi insülin sekresyonunda ve insülin duyarlılığındaki azalmaya bağlı oluşur ve nörolojik hasarı arttırmaktadır. Glukoz seviyesi 80-100 mg/dl arasında tutulduğunda hipoglisemi ataklarının ve buna bağlı nörolojik hasarın arttığı fark edilmiştir. Mortalitenin azaldığı glukoz seviyesi 145-180 mg/dl arasında belirlenmiştir ve bu seviyelerde tutulmaya çalışılmıştır (32).

*Böbrek:* Hipotermi, böbreklerin kan akımını azaltarak böbrek vasküler direncini artırmaktadır. İdrar hacmi, Na<sup>+</sup> çıkışı azalır, K<sup>+</sup> çıkışı artar. Hipotermi böbrek tübüllerine direkt etkili ve inhibe edicidir. Na<sup>+</sup> reabsorpsiyonu tamamen inhibe olmaktadır. Glomerül filtrasyonu ve idrar akımı durmaz. Hemodülasyon ve diüretikler idrar miktarını artırır. Fakat vazokonstriksiyon ve mikroemboli idrar miktarını azaltmaktadır.

#### **4.7. Ekstrakorporeal Dolaşımda Isıtma**

Vücut ısısını tekrar normotermiye getirmenin zamanlaması önemlidir. Bu işleme geç karar verilirse pompada kalış süresi uzamakta, erken karar verilir ve çok hızlı ısıtılırsa hipotermimin koruyucu etkisi azalmaktadır. Mikroembolinin oluşmaması için hızlı ısıtmadan kaçınmak gerekmektedir. Isı artışı yavaş 3 dakikada 1<sup>0</sup>C olmalıdır. Isınma en geç kaslarda ve deride olmaktadır. Ayrıca ameliyat öncesi hastanın altına serilen blanket ile ısının devam etmesi ve düşmesi engellenmektedir.

#### **4.8. Aort Hastalıkları ve Cerrahi Yaklaşım**

Aort damarı kalpten çıkan ve oksijenlenmiş kanı tüm vücuda taşıyan en büyük atar (arter) damardır. Fakat organlar arasında kanın taşınmasına aracılık eden basit geniş bir boru şeklinde değerlendirildiğinden aort hastalıkları yıllarca az sayıda araştırmacının ilgi alanı içinde kalmıştır (33).

18.yüzyılda aort hastalıkları ile ilgili daha detaylı araştırmalar yapılmıştır. Fakat aort cerrahisinde ilk girişimler 20. yüzyılda gerçekleşmiştir. De Bakey 1965'te kendi

adıyl aort diseksiyonlarının sınıflandırılmasını tanımlamıştır. Benthall ve de Bono 1968 yılında assendan aortanın kapaklı kompozit gerft ile total replasmanını yapmışlardır. Daily ve arkadaşları aort diseksiyonları için Stanford sınıflandırılmasını tanımlamışlardır. Cooley ile Livesay, assendan aorta ve transvers aort arkı için açık distal anastomuz tekniğini kullanarak, akut aort diseksiyonu bulunan hastalarda sirkülatuar arrest'in (TCA) rutin kullanımını bildirmişlerdir (34).

Borst 1983 'te elephant trunk tekniğini kullanmıştır. Ueda ve arkadaşları 1989 yılında 8 aort diseksiyonu olan hastada derin hipotermi, total sirkülatuar arrest ve retrograt serebral perfüzyon yöntemini kullanmışlardır. Ülkemizde ise 1996 yılında 39 hastada total sirkülatuar arrest, hipotermi ve retrograt serebral perfüzyon tekniği kullanılarak aort ameliyatları yapılmıştır (35).

Kazui ve Bachet, vücut ısısını düşürmeden soğuk kan ile antegrad selektif serebral perfüzyon tekniğini kullanarak başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (36,37).

Anevrizma; damar duvarının çeşitli nedenlerle zayıflayıp bozulması sonucunda genişlemesi ve balonlaşmasıdır. Damar çapının %50 artması sonucunda anevrizma oluşmaktadır. Anevrizma vücuttaki tüm damar sisteminde olabilir. Fakat anevrizmanın en sık görüldüğü aort damarı anevrizmalarıdır. Aort damarı kalpten çıktıktan sonra, göğüs boşluğu (toraks) sonra karın boşluğundan (abdominal) devam ederek her iki kasıktan ayak uçlarına kadar uzanan tüm damar sistemini oluşturmaktadır. Bir damarda anevrizma olması, damar çapının dolayısıyla basıncın artması sonucu rüptüre olma riskidir. Göğüs boşluğunda olanlara torakal aort anevrizması, karın boşluğu içine olanlara ise; abdominal aort anevriması denir.

Anevrizmanın nedenleri; damar duvarının yapısının bozularak zarar görmesi, hipertansiyon, sigara kullanımı, kolesterol yüksekliği, enfeksiyonlar, travma ve genetik yatkınlıklardır. Tanı konduktan sonra anevrizmanın bulunduğu bölgeye göre değerlendirilip medikal veya cerrahi tedavi uygulanmaktadır.

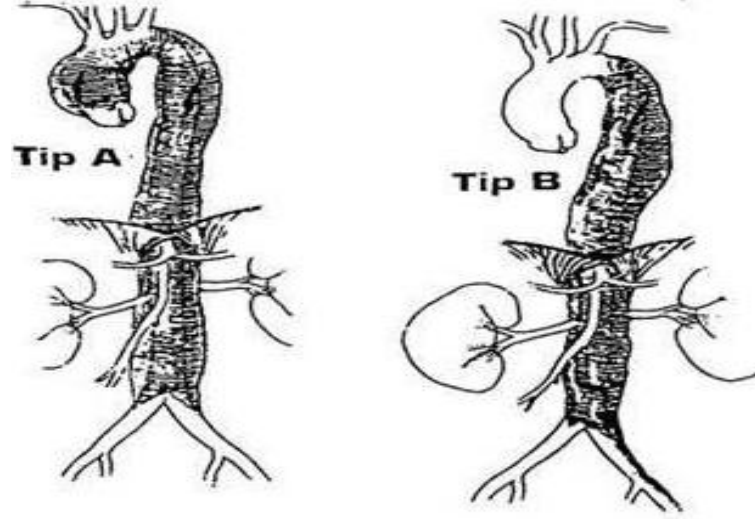
Torasik aort anevrizmaları en sık görüldüğü bölge desendan ve assendan aortadır. Assendan aorta anevrizmaları aort yetmezliği şikayet ve bulguları olan



hastanın değerlendirilmesi ile teŖhis edilmektedir. İlerleyici aort kapak yetmezliği ameliyat için endikasyondur. Aort yetmezliği Ŗikayetinin yokluğunda ise; anevrizmanın ilerleyici geniŖlemesi sınır kabul edilmektedir (marfan sendromu olan hastalarda genellikle 5-6 cm sınırdır) (38). Valsalva sinüslerinin geniŖlemesi ve koroner ostiyumların sefalik yönde yer deęiŖtirdięi durumlarda aort kapağı, sinüsler ve assendan aorta kompzit gerft ile deęiŖtirilmektedir (benthall prosedürü). Arkus ve desendan yada torakoabdominal aortayı tutan anevrizmalarda elephant trunk (fil hortumu) tekniği kullanılmaktadır.

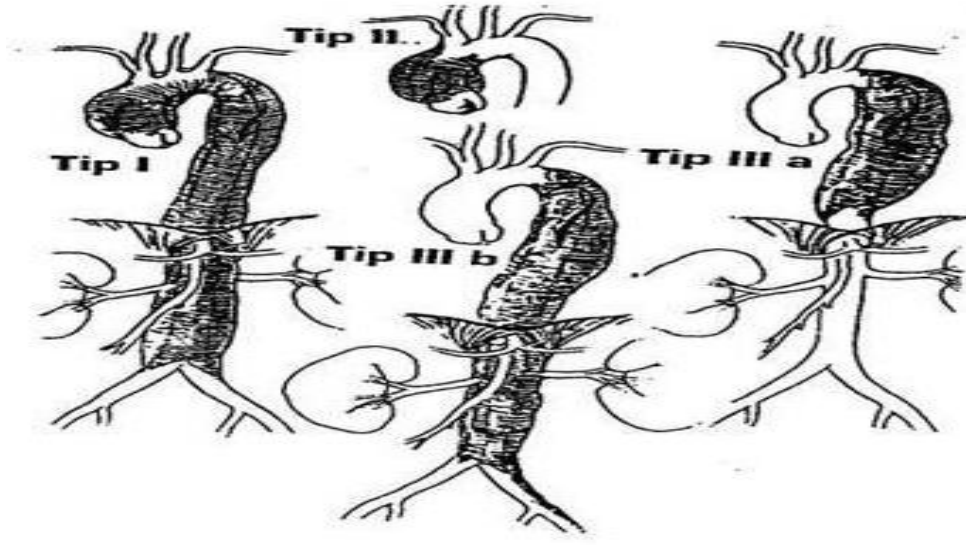
Aort diseksiyonu; aortik intimada meydana gelen yırtılma ve yırtılmayı takiben devam eden kan akımının aorta boyunca media tabakasını ayırması ile oluŖan bir patolojidir. Aort diseksiyonunda hastada anevrizma olması Ŗart değildir. Tedavi edilmemiŖ hipertansiyon, hastalıklı aorta, ateroskleroz inflamatuvar aort hastalıkları ilaç bağımlılığı, hamilelik ve yaŖlanma diseksiyonun en sık görölme sebepleri arasındadır. Marfan sendromundaki fibrilinanomalilerine bağlı hastalıklı media ve beraberindeki hipertansiyon aorta duvarında artmiŖ stres ile daha genç yaŖlarda geliŖme insidansını artırabilmektedir. Aort diseksiyonlarında en fazla intimal yırtıkların göröldeğü bölge assendan aortadır. İkinci bölge ise subklavyen arterin distalinde ve orjininden 5 cm'ye kadar olan bölgededir.

Aort diseksiyonları iki Ŗekilde sınıflandırılır, bunlardan biri olan Stanford sınıflandırılması daha çok fonksiyonel bir sınıflamadır. Buna göre assendan aortayı tutan Tip A ve desendan aortayı tutan Tip B olarak ikiye ayırmıŖtır (39).



**Şekil 1:** Stanford sınıflandırılması (39).

Diğeri ise 1965'te De Bekay'ın yaptığı sınıflamadır. De Bekay diseksiyonları üç gruba ayırmıştır. Tip I'de, assendan aortadan başlar ve transvers ark içinden geçerek desendan aortaya kadar uzanır. Tip II, assendan aortadan başlar ve innominat arterden önce sonlanır. Tip III'de ise subklavian arter bölgesinden başlar, sadece desendan aortayı tutar, tip IIIa (torasik bölge ile sınırlı) ve tip IIIb (abdominal aortayı tutar bazen distale uzanır) olarak ikiye ayrılır (40).



**Şekil 2:** De Bekay sınıflandırılması (40).

Aort hastalıklarında; bulunduğu bölge ve tipi değerlendirilerek medikal yada cerrahi tedavi uygulanmaktadır. Cerrahi tedavi uygulanan hastalarda beyin korunması en iyi teknik ile yapılmaktadır. Aksi durumda nörolojik hasar riski yükselmektedir.

#### **4.9. Serebral Fizyoloji**

Beyin, birçok fonksiyonu yerine getiren organlardan biridir. Yaşadığımız ortamdaki olayları değerlendirip anlamlandırmayı sağlamaktadır. Beyin hafızayı, konuşmayı, düşünmeyi, hareketleri ve birçok organı kontrol etmekte, ayrıca stres, korku ve heyecan anında solunum ve kalp hızını belirlemektedir. Beynin her bir bölümü farklı fonksiyonlara ayrılmıştır.

Yetişkin bir insanın beyin dokusunda normal kan akımı 100 gr'da dakikada ortalama 50-60 ml'dir. Bütün beyin içinde bu miktar 750-900 ml/dk'dır. Metabolik ihtiyacı en yüksek olan organ beyin olduğu için kan kapillerinden de zengindir. Beyin total vücut oksijen tüketiminin %20'sinden sorumludur. Serebral oksijen tüketiminin %60'ı nöronal elektriksel aktiviteyi devam ettirmek için ATP üretiminde

kullanılmaktadır. Serebral metabolik hız (CMR) genellikle oksijen tüketimi anlamında (CMRO2) kullanılmaktadır. Ortalama değeri yetişkinlerde 3-3,5 ml/100/g/dakika'dır (50 ml/dk). CMRO2 serebral korteksin gri maddesinde en büyüktür ve genellikle kortikal elektriksel aktiviteyle paraleldir.

Gri madde; zihin hesaplamalarının yapıldığı ve hafızanın depolandığı yerdir. Gri maddenin bulunduğu kabuk beynin en üst tabakasındadır ve sıkıca paketlenmiş nöron gövdelerinden oluşmaktadır. Bu kısımlar sinir hücrelerinin karar verme kısımlarıdır.

Serebral kan akımının (SKA) gri maddedeki işlevini normal olarak devam ettirebildiği en düşük değeri 15-23 ml/100gr/dk'dır. SKA'nın geçici olarak bu seviyeye düşmesi halinde hücreler canlılığını korumakta fakat elektriksel aktivite bozulmaktadır. Bu da CMRO2 değerinin 1,3 ml/100gr/ dk olması demektir. Bu akım değeri nöronal fonksiyon yetersizliği için nöronal yetersizlik eşiği şeklinde ifade edilmektedir. Membran yetersizlik eşiği, akut ağır iskemide  $Na^+$ ,  $K^+$  ve diğer ilgili pompaların bozulduğu ekstrasellüler sıvının iyonik terkinin değiştiği metabolizma yeterliliğinin bozulmasıdır ( $K^+$  artar, Ca azalır ve PH düşer). Membran yetersizlik eşiğinin daha geniş sınırları bildirilmiş fakat ortalama 6 ml/100 gr/dk'dır. SKA'nın nöronal ve membran yetersizlik eşiklerine düştüğü durum uzun süre devam ederse nöronal ölüme yol açmaktadır (41).

Beyaz madde; beyinin alt kısmıdır. Yeteneklerimizi belirleyen maddedir. İnsan beyninin neredeyse yarısını oluşturmaktadır. Miyelin bu maddeye beyaz rengini vermektedir. Miyelin tabaka şeklinde yalıtkan bir maddedir. İmpulsların (uyarıların) hızlı iletilmesini sağlamaktadır. Miyelin kılıf, merkezi ve çevresel sinir sistemlerindeki sinir hücrelerinde uyarıların hızını arttırıp uyarı eşiğini düşürmektedir. Bunları sinir hücresinin çapıyla doğru orantıyla yapmaktadır. Miyelin lipid ve proteinden oluşan bir dokudur.

Beyin metabolik ihtiyacını karşılayacak olan enerjiyi diğer organlardan farklı olarak sadece glukozdan temin etmektedir. Glukoz kullanımı 100 gr beyin için dakikada 4,5 ile 7 mg arasındadır. Beyinin günlük glukoz ihtiyacı 125 gramdır.

Glukoz beyinde glikolitik (anaerob) ve trikarboksilik siklüs (aerobik) yolu ile metabolize olmaktadır.

#### **4.9.1. Serebral Kan Akımı (SKA)**

Beyinde kan akımı %90'ı karotid, %10'u ise vertebral arterler ile sağlanmaktadır. Arkus aort'dan brakiosefallik arter (innominat arter), sol karotis arter ve sol subklavian arter olmak üzere üç dal çıkmaktadır. Brakiosefallik arter, arkus aortanın ilk dalıdır. Sağ subklavian ve sağ karotis arter olmak üzere iki dala ayrılmaktadır. Sol karotis arter, arkus aortanın ikinci büyük dalıdır ve brakiosefallik arterin hemen sol arkasındadır. Sol subklavian arter ise, sol karotis arterin yaklaşık 2,5 cm distalinden arkus aortadan çıkmaktadır. Sağ ve sol subklavian arterler üst ekstremitenin asıl arterleridir ve boyun bölgesinden dallanırlar. Her iki boyun kökünün derininde subklavian arterin arka üst tarafından vertebral artere ayrılırlar. Vertebral arter yukarı doğru uzandıktan sonra ilk altı boyun omurunun foramen transversarium'lardan geçip foramen magnumdan kafa boşluğunu girmektedir. Daha sonra karşı vertebral arter ile orta hatta birleşip bazileris arteri oluşturmaktadır. Baziler arter karotis internal arterlerle birlikte "circulus arteriosus cerebreyi" şekillendirip beyininin beslenmesini sağlamaktadır (42).

Eksternal karotis arter; baş ile yüzün kas kemik ve dura materini beslemektedir. İnternal karotis arter; korteks ve beyin ön kısmını öncelikli olmak üzere iç kısmını beslemektedir. Vertebral arterler; spinal kordun ön kısmı, beyin sapı ve beyin arka kısmını beslemektedir.

Beyin venleri ince duvarlı valfsiz elastik bir yapıya sahiptir. Büyük venöz sinüse dökülmektedir. Venöz sinüs iki dura kılıfı arasındadır. Venöz kanın büyük bir kısmı kafatasını internal juguler venler ile terk etmektedir. Geri kalan kısmı ise vertebral venler ve spinal yollar ile geri dönmektedir.

SKA'nı azaltan faktörler; hipotermi, uyku, PaCO<sub>2</sub> azalması, PaO<sub>2</sub> artması, OAB 'ın düşmesi, Mg<sup>++</sup> azalması, Ca<sup>++</sup> yükselmesi, polisitemi ve intrakranial basınç artışıdır. SKA'nı arttıran faktörler ise; korku, ağrı, anemi, hipertermi, PaCO<sub>2</sub>

artması, PaO<sub>2</sub> düşmesi, K<sup>+</sup> yükselmesi, H<sup>+</sup> yükselmesi, OAB'ın artması, CVP yükselmesi, intratorasik basıncın yükselmesi, intraabdominal basıncın yükselmesi ve kanın vizkositesinin düşmesidir.

SKA metabolik aktiviteyle değişmektedir. Günümüzde SKA'nı ve CMRO<sub>2</sub>'ni rutin ölçme imkanımız yoktur. Bu amaçla kullanılan yöntemlerin çoğu deneysel amaçlıdır ve invaziv kullanılmaktadır.

#### **4.9.2. Serebral Kan Akımının Regülasyonu**

Beyin, fonksiyonel ve metabolik aktivitedeki, perfüzyon basıncındaki yada arteriyel oksijen ve karbondioksit içeriğindeki değişikliklere (oksijen veya karbondioksit reaktivitesi) karşı kan akımını ayarlama kapasitesine sahiptir. Ayrıca, serebral kan akımı beyin özel merkezleriyle kan damarları arasındaki bağlantıların doğrudan etkisiyle değişmektedir (nörojenik regülasyon).

Normal koşullarda, serebral kan akımı beyin oksijen ve glukoz ihtiyacını "başa baş" karşılamaktadır. Bu şekildeki ihtiyaç karşılama durumu "akım-metabolizma bağıllığı" yada metabolik regülasyon şeklinde ifade edilmektedir. Serebral aktivite ile metabolizma hızlanır. Nöbet aktivitesi durumunda, glukoz kullanımı ve kan akımı %200-300 artmaktadır. Anestezide ve komada serebral metabolizma ve serebral kan akımı azalmaktadır. Vücut ısısı da serebral kan akımında önemlidir. Vücut ısısının her bir derecesindeki düşüşü merkezi sinir sisteminin çoğu bölgesinde glukoz tüketimini yaklaşık %5-10 değiştirmektedir. Metabolizmanın arttığı bölgelerde hidrojen iyonları ve laktat birikimi sonucu ortaya çıkan ekstrasellüler pH değişikliği de kan akımını etkilemektedir. PH'daki düşme, vazodilatasyona neden olmaktadır. Sellüler aktivite azaldığında, bu metabolik yan ürünler temizlenir ve damarlar önceki çapına dönmektedir. Bazı koşullarda ekstrasellüler pH ve kan akımı birbirinden bağımsız hareket etmektedir. Ekstrasellüler pH'da değişiklik olmamasına rağmen akım artar, ekstrasellüler pH, serebral kan akımı'nın metabolik regülasyonunda rol oynamaktadır.

Serebral otoregölasyon; serebral perfüzyon basıncındaki değişikliklere rağmen sabit bir serebral kan akımı'nın sürdürülmesidir. Bu fizyolojik tepki, beyni perfüzyon basıncındaki büyük dalgalanmaların iskemi veya hiperemi gibi zararlı etkilerinden korumaktadır. Diğer anlamıyla, otoregölasyon serebral perfüzyon basıncındaki değişikliklere karşı olan serebrovasküler tepkidir.

#### **4.9.3. Kardiyopulmoner Baypas'ta Serebral Fizyoloji**

KPB'ta sıcaklık hemodilüsyon, sıcaklık değişimi non-pulsatile akım gibi farklı fizyolojik olmayan olaylar meydana gelmektedir. Bu şartlar altında normal serebral fizyoloji tanımlamak zordur.

KPB' ta iken serebral oksijen ihtiyacı vücut ısısına bağımlı iken serebral kan akımı oksijen ihtiyacını, parsiyel karbondioksit basıncı, hemotokrit ve ortalama arter basıncından sağlamaktadır. Dolayısıyla bu değişkenlerin her biri beraber yada bağımsız hareket ederek serebral kan akımını artırabilir yada azaltabilmektedir.

Serebral oksijen sunumunun metabolik ihtiyacı karşılayabilecek düzeyde olması oldukça önemlidir. Serebral oksijen sunumunun optimal olması için gerekli olan pompa akımı, ısı, hematokrit, ortalama arter basıncı değerlerinin belirlenmesi için kullanılacak yöntem ve değişkenlerin vücut ısısında oksijen sunumuna etkileri araştırılmaktadır (43). KPB'ta basınç ve akıma ilave olarak serebral kan akımını; asit-baz tedavi stratejisi, anestezinin derinliği ve oksijen saturasyonunda etkilemektedir.

Ayrıca serebral koruma için barbitüratlar metabolik baskılamada kullanılmaktadır (44). Juguler vendeki oksijen saturasyon ( $SvO_2$ ) değeri serebral kan akımı ve oksijen kullanım arasındaki dengenin göstergesidir (45).

KPB esnasında  $SvO_2$  düşüklüğü serebral iskemi ve bilişsel fonksiyonlarda bozulmaya neden olabilmektedir (46). Fakat serebral perfüzyon sorunsuz devam ettiğinde soğuma ile beraber  $SvO_2$ 'nin yükselmesi ise serebral metabolik aktivitenin supresyonu ile açıklanmaktadır (47,48).

Başka bir deyişle hipotermi ile normotermideki sınırın üstüne çıkan SvO<sub>2</sub> değeri doku düzeyinde azalmış oksijen gereksinimi sonunda venöz kandaki oksijen içeriğinin yükselişi olarak değerlendirilmektedir.

#### **4.9.4. Kalp Cerrahisinde Serebral İskemi Belirleyicileri**

Karaciğer, böbrek, pankreas ve kalbin fonksiyon bozukluğu yada organ hasarı biyokimyasal belirleyiciler tarafından belirlenebilmektedir. Organa özgü olmaları ile bilinen kinetikleri onların yorumlanmasını kolaylaştırmıştır. Salıverildikleri organların homojenitesi ve fonksiyonlarının iyi tanımlanmış olması bu belirleyicilerin özgüllüklerini belirlemede önemli olan faktörlerdir. Bu sebeplerle, biyokimyasal belirleyicilerin normal yada patolojik düzeylerde olmaları anlamlıdır. Fakat beyinde, fonksiyonların karmaşıklığı (kan-beyin bariyerinin çözümlenmemiş etkileri, nöronal ölümün tam anlaşılmanmış olması ve değişik hücre tiplerinin kompartmantal dağılımı) beyin omurilik sıvısındaki (BOS) yada serumdaki biyokimyasal belirleyicilerin yorumlanmasını oldukça zorlaştırmıştır (49).

KPB' in uygun örnekleme ve yorumlamadak zorluklarına rağmen travmatik yada iskemik beyin hasarında kullanılan biyokimyasal belirleyiciler kalp cerrahisinde kullanılmaya başlanmıştır. Laktat ise bu amaçla kullanılan belirleyicilerden biridir.

##### **4.9.4.1. Laktat Metabolizması**

Laktat (Laktik asit); 1780'de Carl Wilhem Scheele keşfetmiştir. Kimyasal adı alfa hidroksipropanoyik asittir, ayrıca süt asiti olarak da bilinmektedir.

Glukoz, anaerobik ve aerobik aktivitelerde kullanılmaktadır. Sitoplazmada ise glukoliz yoluyla glukoz metabolizmasının son ürünü olan pirüvata dönüştürülmektedir. Pirüvat karbonhidrat ve yağ metabolizmasında merkezi konumdadır. Daha sonra mitokondride Krebs döngüsüne katılır ve glukojenez için değerlendirilir ya da sitoplazmada laktat dehidrogenaz (LDH) tarafından laktik asite dönüştürülmektedir. Bu oluşan laktik asit dolaşımında sodyum bikarbonatla tamponlanarak laktat haline gelmektedir. Laktat sentezinde tek yol LDH ile pirüvatın kullanımı olduğu için laktat oluşumunda ortamdaki pirüvatın miktarı önemlidir. Mitokondriyal fonksiyonlar normal iken laktat/pirüvat oranı 10-20 arasındadır.



Hipoksida sitoplazmada pirüvattan çevrimin artışı sunucunda laktat üretimi hızla artmaktadır (50). İskelet kası, cilt, beyin, eritrositler ve renal medulla başta olmak üzere tüm hücreler laktat üretilip dolaşıma salmaktadır. Kas dokusu normalde çok az miktarda laktat üretmektedir. Fakat egzersiz ve şok gibi durumlarda laktat üretimi artmaktadır.

Eritrositler hariç tüm hücreler laktatı kullanabilmektedir. Ancak tüketiminde karaciğer, böbrekler ve kalpen yüksek payı almaktadır. Özellikle karaciğer ve böbreklerin laktatı LDH ile pirüvata çevirmesi sonucunda oluşan pirüvatın glukoneojezde veya Krebs döngüsünde tekrar kullanımı (Cori döngüsü) sayesinde laktat üretimi ve tüketimi dengede tutulmaktadır.

Hiperlaktatemi; laktatın artan üretim yada azalmış tüketiminin sonucunda oluşmaktadır. Laktatın kandaki normal konsantrasyon değeri kesin tanımlı değildir. Fakat arteriyal kanda 1,5 mmol/L, venöz kanda ise 2 mmol/L (Laktat için 1 mmol=1 Me q/L) olarak değerlendirilebilmektedir.

Hiperlaktateminin kendine özgü semptom veya bulgusu yoktur. Genellikle metabolik asidoz olarak belirti vermektedir. Laktik asidoz oluşturan hiperlaktateminin değeri ile ilgili fikir birliği oluşmamıştır. Ama 4-5 mmol/L değeri genel kabul görmektedir.

Kalp cerrahisi sonrası hiperlaktateminin postoperatif morbidite ve mortalite ile ilgisi bilinmektedir. Hiperlaktateminin nedeni ise doku hipoksisine bağlanmaktadır (51,52).

#### **4.10. Kalp Cerrahisinde Serebral Monitörizasyon**

Serebral monitörizasyon, nörolojik komplikasyonları azaltmak amacıyla kullanılan non-invaziv, sürekli ve güvenilir bir monitörizasyondur. Ayrıca uygulanması ve yorumlanması kolaydır. Klinik uygulamada kullanılan bazı serebral monitörizasyon yöntemleri mevcuttur. Bunlar;

Elektroensefalografi (EEG)

Bispektral İndeks (BİS)

Transkraniyel doppler (TCD)

Near Infrared Spectroscopy (NIRS)

Miks venöz oksimetre

Biyokimyasal parametrelerdir (S100B, nöron spesifik enolaz, v.b).

Fakat bu monitörizasyon yöntemlerinden bazıları rutin kullanımda değildir ama bazı klinikler tercihinine göre rutin kullanılmaktadır. Kliniğimizde aort cerrahisinde Near İnfrared Spectroscopy (NIRS) rutin kullanılmaktadır.

#### **4.10.1. Near Infrared Spectroscopy (NIRS)**

NIRS bölgesel serebral oksijenasyonu ( $rSO_2$ ) ölçen non-invaziv bir monitörizasyondur. Oksi deoksihemoglobin sinyallerini yorumlamaktadır. ( $rSO_2$  oksihemoglobin/total hemoglobin). Hemoglobin sinyali %75 venöz ile %20 arteriyal ağırlıklıdır. Bu nedenle normal  $rSO_2$  değeri % 60'ın üzerindedir. Cihaz tarafından Optimal Sampling Density (OSD) veya bir ışık hüzmesinin hemoglobin molekülü ile karşılaşma olasılığının derinliğine göre fonksiyonu hesaplanmaktadır. Fronto-temporal bölgeye yerleştirilen prop üzerinde, bir ışık kaynağı ve iki farklı ışık sensörü mevcuttur. 3 cm uzaklıktaki sensör ile ekstrakraniyal (cilt ve kemik) dokulardan, 4 cm uzaklıktaki sensör ile hem ekstrakraniyal hem de beyin dokusundan veriler alınarak iki kaynak arasındaki fark hesaplanıp monitöre yansıtılmaktadır.

Normal  $rSO_2$  değeri beyinde %60'dan yüksektir. Başlangıç değeri (bazal değer) önemlidir ve mutlaka kaydedilmelidir. Anestezi indüksiyonundan önce hasta uyanırken probun yerleştirilmelidir. Aşağıda probun yerleştirilmiş şeklini ve monitöre yansıyan değeri gösterilmektedir.



**Resim 1:** NIRS cihazı ve bilateral yerleştirilmiş sensörler

Günümüzde somatik değerleri ve bu organların oksijenasyonunu takip etmek amacıyla da aynı cihaz kullanılmaktadır. Somatik değerlerin normali serebral rSO<sub>2</sub> değerinden %15 veya daha fazladır. Serebral değerden %10 veya daha az gözlenen durumlarda şok durumu kabul edilmektedir. Serebral rSO<sub>2</sub>'yi arttırmak için beyne oksijen sunumunun artırılması gerekmektedir. Bu nedenle PaCO<sub>2</sub>'nin, hemoglobin değerinin ve kalp debisinin (sıvı, inotropolar vazodilatörler) artırılması gerekebilir. Ayrıca FiO<sub>2</sub>'yi arttırarak oksihemoglobin saturasyonun yükselmesi sağlanmaktadır. Tüm bu girişimler serebral kan akımını arttırmaktadır. rSO<sub>2</sub> yükseltmek için diğer bir olasılık da oksijen tüketiminin azaltılmasıdır. Bu nedenle vücut sıcaklığının düşürülerek serebral metabolik hızın düşmesi ( her 1°C için %7-10) sağlanmaktadır. Ayrıca sedasyon ve analjezinin sağlanması da serebral metabolik hızı düşürmektedir. Bu girişimler yapılırken NIRS değerlerindeki değişim gözlenerek yapılmalıdır.

Erişkin kardiyak cerrahide NIRS ile yapılan çalışma verileri incelendiğinde, genç sağlıklı bireylerde başlangıç rSO<sub>2</sub> değerleri 76 kişide 58-82 arasında iken, kardiyak hastalarda 74 kişide 47-83 arasında bulunmuştur (53). NIRS kullanımının araştırıldığı farklı bir çalışmada; KABG uygulanan 200 hastaya cerrahi sırasında NIRS monitörizasyonu yapılarak veriler incelenmiştir. Bir gruba NIRS monitörizasyonu uygulanmamış diğer gruba ise aktif olarak NIRS monitörizasyonu

uygulanmıştır. Değerlerin başlangıcın %75 altına düştüğü durumlarda  $\text{PaCO}_2 \geq 40$  mmHg, ortalama arter basıncı  $>60$  mmHg, serebral perfüzyon basıncı  $> 50$  mmHg, kardiyak indeks  $\geq 2,5$  L/dk/m<sup>2</sup>, yüksek  $\text{FiO}_2$  veya hematokrit  $> \%20$  olacak şekilde girişimsel protokoller uygulanmıştır. Girişimsel protokollerin uygulandığı hastaların %56'sında serebral desatürasyon gözlenmiştir ve bu hastaların %80'inde yapılan girişimler başarı sağlamıştır.

Kontrol grubunda ise uzamış serebral desatürasyonlar daha fazla ( $p=0,014$ ), yoğun bakımda kalış süresi daha uzun ( $p=0,029$ ), ciddi morbidite ve mortalitesi daha fazla ( $p=0,048$ ) bulunmuştur (54).

Sakamoto ve arkadaşları da 36 domuzda uygulanan Total Cirkulatuar Arrest (TCA) sırasında farklı sıcaklık ve hematokrit değerlerindeki NIRS takibini yapmışlardır. TCA'da en düşük  $r\text{SO}_2$  ile geçen sürenin histolojik skorlar, nörolojik defisit skoru ve genel performans skoru ile ilişkili olduğu ayrıca 25 dakikanın altında TCA uygulaması ile hiçbir histolojik ve davranışsal beyin hasarı oluşmadığını savunmuşlardır (55).

Diğer bir çalışma da aortik rekonstrüksiyon ve Norwood yapılan 12 hastanın NIRS takibi ile TCA ve antegrad serebral perfüzyon sonuçları karşılaştırılmıştır. Antegrad serebral perfüzyon'da 20 ml/kg/dk pompa akımı ile başlangıç  $r\text{SO}_2$  değerlerinin korunduğunu göstermişlerdir (56).

Günümüzde yetişkinlerde de kalp cerrahisinden sonra nörolojik morbidite hala ciddi bir problemdir. Nörolojik hasarı önlemek için beyin etkili bir şekilde monitörize edilmelidir. NIRS kardiyak cerrahide ideal olmasa da ideale yakın bir serebral monitörizasyondur. Başlangıç değerine göre %20 azalma sonuçlar üzerinde etki göstermektedir. Kullanımı kolaydır, farklı vücut ısı aralıklarında kullanılabilir.

#### **4.11. Aort Cerrahisinde Beyin Koruma Yöntemleri**

Aort'un brakiosefalik arterlerin çıktığı bölümüne arkus denir. Bu alanda anevrizma gelişmesi aortun diğer kısımlarına göre daha azdır. Fakat assendan aort anevrizması arkusa uzanabildiği gibi, desendan ve torakoabdominal aort anevrizması arkustan da başlayabilir. Arkus aortada cerrahi bir girişim uygulanabilmesi için beyin dolaşımının geçici olarak durdurulması veya beyin perfüzyonunun farklı yöntemlerle devam ettirilmesi gerekmektedir. Arkus aortayı ilgilendiren girişimler uzun yıllar yüksek risk grubunda yer almıştır. Fakat son 20 yılda güvenli, etkili ve herkes tarafından uygulanabilen yöntemlerin gelişmesiyle arkus aort cerrahisinde başarılı sonuçlar alınmaktadır.

1990 yılında Ueda ve arkadaşları beyinin daha etkili korunabilmesi amacıyla retrograd serebral perfüzyon (hipotermik dolaşım durdurulması esnasında superior vena kava kanülünden oksijenize kan verilmesi) tekniğini kullanmışlardır (57).

Kazui ve Bachet vücut ısısını çok düşürmeden soğuk kan ile antegrad serebral perfüzyon yöntemini kullanmışlar ve başarılı sonuçlar elde etmişlerdir (58,59).

Beyinin istirahat halindeki metabolik hızı vücudun diğer organlarından 7 kat daha fazladır. Sinir dokusunun ana enerji kaynağı adenosin trifosfattır. Sadece aerobik glukoliz ile üretilmektedir. Glukoz beyinin esas enerji kaynağıdır ve beyinde depolanamaz. Bu sebeple beyin, oksijen ve glukozu yeterli bir kan akımı sayesinde sürekli almaya muhtaçtır. Beyinde metabolik ihtiyaca göre kan akımı sürekli değişmektedir. Ayrıca farklı perfüzyon basınçlarında sabit akım sağlayan otoregülasyon sistemi de bulunmaktadır. Beyin hücrelerini anoksik hasardan ve asidozdan korumak diğer organları korumaktan daha zordur. Bu da ancak hipotermi ile mümkün olmaktadır ve beyin korumada temel prensiplerden biridir. Kardiyak cerrahi de hipotermi kullanılarak beyin koruma yöntemleri geliştirilmiştir. Bu yöntemler;

1) Derin Hipotermik Sirkulatuar Arrest ( DHSA ya da TCA)

2) Retrograde Serebral Perfüzyon (RSP)

3) Antegrade Serebral Perfüzyon (ASP)'dur.

### **2.11.1. Derin Hipotermik Sirkulatuar Arrest (DHSA veya TCA)**

Vücut ısısının 20°C'nin altına indirildiği ve dolaşımın geçici olarak durdurulduğu tekniktir. Arkus aortayı kapsayan torasik aort lezyonları, kompleks konjenital patolojiler, pulmoner tromboembektomi ve intraserebral anevrizma operasyonlarında kullanılmaktadır. Derin hipotermik sirkulatuar arrestte amaç;

- 1) Hipotermi ile beyin metabolizmasının azaltılması,
- 2) Sitotoksik aminoasitlerin ile oksijen radikallerinin salınımının önlenmesi ve juguler bulbus oksijen konsantrasyonunun %95'in üzerinde tutulmasıdır.

Ergin ve arkadaşları DHSA sonrası gelişen nörolojik bozukluğu, kalıcı ve geçici nörolojik hasar olarak ikiye ayırmıştır (9).

Geçici nörolojik hasar, yetersiz akım yada koruma sonucu global iskeminin neden olduğu bariz olmayan beyin hasarına neden olmaktadır. Klinik olarak konfüzyon, ajitasyon, uzamış küntlük, geçici algı bozuklukları gibi belirtilerle karakterizedir. Kalıcı nörolojik hasar ise, genellikle emboli sonucu gelişen lokalize iskemik enfarktlar sonucu oluşmaktadır. Klinik olarak hemipleji buna örnektir.

DHSA süresinin 40 dakika'nın üzerinde olması strok, 65 dakika'nın üzerinde olması ise mortalite nedeni olarak belirtilmiştir. İnsan beyninde yapılan çalışmalarda, vücut ısısı ve beyinin oksijeni için, metabolik hızı arasındaki ilişki ortaya konmuş ve güvenli DHSA süresinin 15°C'de 30 dakika, 10°C'de 40 dakika olduğu hesaplanmıştır (60).

Soğutmanın 10°C'den daha düşük bir gradiyentle yapılması homojen bir koruma sağlamaktadır. Isıtıcı-soğutucu cihazın ısısı ile rektal ısı arasındaki fark 10-12°C'yi geçmemelidir. Isıtma 0,2-0,5°C /dk, soğutma ise 0,7-1,5°C /dk arasında olmalıdır.

Özafagus ısısı kalbe yakınlığı nedeni ile çabuk ısınıp soğumaktadır. Bu nedenle sadece özafagus ısısının monitörizasyonu ile yetinmek beyin korumasında yetersiz

olabilmektedir. KPB'da vücut ısısı mutlaka rektal, nazofarangingial, özafageal veya timpanik bölgeden en az biriyle monitörize edilmelidir.

Gaz embolisi, daha çok soğuk olan ısı değıştirici cihazın aniden ısıtılmasıyla oluşmaktadır. Biriken metabolitlerin ve serbest radikallerin uzaklaştırılması için yavaş ısınma önemlidir.

Ayrıca DHSA sırasında beyin ısısı oda ısısına dönme eğilimi gösterdiği için buz dolu torbalarla hastanın baş çevresi sarılmalıdır (Eksternal soğutma). Ameliyat odası da DHSA eşliğinde soğutulmalıdır. DHSA yöntemi kansız bir operasyon sağlamak ve teknik olarak daha az komplikasyona neden olmaktadır.

*Yöntemin avantajı;*

- Arteriyal hasar ve buna bağı emboli komplikasyon riski yoktur.
- Operasyon alanında ek kanül ve klemlere ihtiyaç yoktur.

*Dezavantajı;*

- Hastanın soğutulması ve ısıtılmasının KPB süresini uzatması nedeni ile pulmoner, renal ve kardiyak endotelyal disfonksiyona neden olabilmektedir.
- Güvenli dolaşım arrest süresinin sınırlı olması (>30 dk)
- Koagülasyon problemleri

*DHSA nın bazı organlar üzerine etkisi;*

- Endokrin sisteminde hipotermi sırasında bütün hormonlarda azalma olmaktadır (Epinefrin ve nor-epinefrin). Isıtma ile bu hormonların fonksiyonları normale dönmektedir.
- Karaciğer hücrelerine zararı yoktur.
- Böbrek tübüllerini direkt etkiler ve inhibe eder.
- DHSA yönteminin uzun zaman gerektiren total arkus yada total aort replasmanı gibi ameliyatlarda tek başına koruma sağlamadığı bilinmektedir. DHSA süresini uzatmak amacıyla daha güvenli serebral perfüzyon yöntemleri kullanılmaya başlanmıştır.

### 2.11.2. Retrograd Serebral Perfüzyon

Retrograd serebral perfüzyon tekniği; arkus aorta cerrahisinde güvenli dolaşım ve arrest süresini arttırmak amacıyla klinik uygulamaya girmiştir. Yaklaşımın geniş kullanım alanı bulması sadece beyin beslenmesinin uzamış DHSA sırasında süperior vena kava yolu ile retrograd olarak beslenmesi değil aynı zamanda serebral embolilerin geriye doğru akım ile temizlenmesidir (61).

Süperior vena kava yoluyla 400-500 ml/dk akım ile santral ven basıncı (CVP) 15-25 mmHg olacak şekilde soğuk kan perfüzyonunu sağlamaktadır.

*RSP'nin avantajlar:* Hava ve partikül embolisini engellemek, beyine oksijen sağlamak, oluşan asit ürünlerini ortamdaki uzaklaştırmak ve beyindeki düşük ısının devamını sağlamaktır. Tartışmalı olarak teorik avantajları arasında sayılabilir.

RSP beyinin sirkülatuar arrest sırasında ısınmasını önlemekte, arrest sırasında biriken toksik maddeleri ortamdaki uzaklaştırmaktadır. Arkus aorta açıldığında karotis yolu ile serebral damarları ters yönde yıkayarak oluşacak hava ve partikül embolilerini önlemektedir. Fakat yapılan son deneysel çalışmalarda retrograd serebral perfüzyon ile beyin kan akımında anlamlı bir artış sağlamadığı, özellikle inferior vena kava yolu oklüzyonu kullanıldığında yüksek retrograd perfüzyon basınçlarında beyinde sıvı sekestrasyonuna ve serebral ödeme neden olduğu gösterilmiştir (62,63).

Başka bir çalışmada ise RSP ile verilen kan miktarının ancak %5'nin arkusa geri döndüğü belirtilmiştir (64).

### 2.11.3. Antegrat Serebral Perfüzyon

Brakiosefalik arter kanülasyonu ile çift taraflı, sağ aksillar, subklavian veya brakial arter kanülasyonu tekniği kullanılarak tek taraflı perfüzyon yapılabilmektedir. Bu teknik sağlam bir Wils poligonu varlığına ve beyin kan akımının otoregülasyonuna bağlıdır.



*Wils Poligonu:* Sağ ve sol karotis arterlerin hem birbirleri ile hemde vertebrobaziller sistemle anastomoz yapmasıyla oluşan, hipotalamus ve mezensefalonu çevreleyen bir poligondur. Burada anterior kommunikan arter, her iki anterior serebral arterleri bağlar. Posterior kommunikan arterler ise internal karotid arterleri posterior serebral arterlere bağlamaktadır.

ASP tekniği basit ve güvenilir bir tekniktir. Derin ve ılımlı hipotermiyle birlikte kullanılabilir. Derin hipotermi basınç ve akım ihtiyacını azaltacağından daha güvenlidir ama şart değildir. Bu yöntem uzun süreli tamirlerin acelesiz bir şekilde yapılmasına imkan sağlamaktadır. Hangi ısıda ne kadar basınç ve akım uygulanması gerektiği ile ilgili çalışmalar yapılmaktadır fakat tam bir görüş birliği sağlanamamıştır (65,66).

Dikkat edilmesi gereken noktalardan biri yüksek basınç ve akım sonucu beyin aşırı perfüzyonundan kaçınmaktır (hiperperfüzyon). Beyinde hiperperfüzyon, hipoperfüzyon kadar kötü tablolara neden olmaktadır. Genellikle hedeflenen akım pompa akım hızı 10 ml/kg/dk, basınç ise 50 mmHg'dir. Fakat akım hızı 20 ml/kg/ dk'ya da çıkılabilmektedir. İlımlı hipotermide beyin perfüze edilirken desendan aortun uzun süre perfüze edilmemesi medulla spinalis iskemisine neden olabilmektedir (67).

Aksiller arter kanülasyonu ilk olarak 1976 yılında Villard ve arkadaşları tanımlanmıştır (68). Fakat kullanımı 1990'larda Sabik ve arkadaşlarının çalışmaları ile yaygınlaşmıştır. Aksiller arter kanülasyonunun femoral arter kanülasyonuna tercih edilmesinin nedeni femoral yolla sağlanan retrograd akımın beyine, ateroembolizasyon riskini arttırmasıdır. Ayrıca akımın retrograd olması diseksiyonlu hastalarda malperfüzyona bağlı organ iskemi olasılığını arttırmaktadır (69,70).

## 5. GEREÇ VE YÖNTEM

Kurumumuzda 2014 yılında aort operasyonu olan 30 hasta randomize edilerek çalışmaya dahil edildi. Çalışmaya dahil edilme kriterleri;

- 1) Patolojisi aort hastalıkları (Assendan aort ve dalları),
- 2) Öncesinde herhangi bir kardiyak girişim uygulanmamış olan hastalar,
- 3) Nörolojik problemi olmayan hastalar,
- 4) 18-80 yaş arası hastalar,
- 5) Elektif va acil şartlarda operasyona alınan hastalar dahil edildi.

Hastalar randomize olarak 2 gruba ayrıldı.

Grup 1(n:15) Derin hipotermi ( vücut ısısının 18-24<sup>0</sup>C' ye düşürülmesi)

Grup 2 (n:15) ılımlı hipotermi ( vücut ısısının 26-30<sup>0</sup>C'ye düşürülmesi)

Tüm hastalara, anestezi indüksiyonundan önce bölgesel serebral oksijen değerini takip etmek amacıyla Near infrared spectroscopy( NIRS) probu frontal bölüyege bilateral yerleştirilerek bazal değer kaydedildi. Hemodinamik monitorizasyon (Arteriyal basınç, pulse oksimetre, rektal ve nazofarangingial ısı probu, EKG, CVP) yapıldı. İndüksiyondan sonra sağ internal juguler ven kateteri (sıvı idemesi, santral venöz basınç ve kangazı takibi) takıldı. Arteryal kanül her iki radial artere yerleştirildi.

Tüm hastalarda NIRS takibi ve santral venöz kangazı takibi yapıldı.

Santral venöz kangazındaki; PH, PO<sub>2</sub>, PCO<sub>2</sub>, SvO<sub>2</sub>, glukoz, laktat, ve Be parametreleri 4 ayrı zamanda;

t<sub>0</sub> İndüksiyon öncesi

t<sub>1</sub> Antegrad serebral perfüzyon'un 10. Dk

t<sub>2</sub> Antegrad serebral perfüzyon' dan sonra (32-34 °C)

t<sub>3</sub> CPB' tan sonra (15. dk)

takip edildi. Ayrıca intraoperatif dönemde;

- 1) Kardiyopulmoner baypas, kros- klemp ve ASP süreleri (dk),
- 2) Uygulanan hipotermi derecesi de takip edilerek kaydedildi.

Medyan sternotomi öncesinde, arteriyal kanülasyon için sağ aksiller arter kanüle edildi. Sternotomi sonrasında hastaya heparin (ACT 400-480 sn) yapılarak sağ atriumdan venöz kanülasyon yapıldı. Daha öncesinde tüm hazırlıkları yapılmış, kalp-akciğer makinasıyla ekstrakorporeal dolaşıma başlandı. Roller pompa akım hızı 2.0-2.4 L/dk/m<sup>2</sup> olacak şekilde ayarlandı. Soğutma işlemi 10<sup>0</sup>C gradient gözlenerek yapıldı. Vücut ısısı rektal ısı ile takip edildi. Aortaya kros klemp konarak antegrad soğuk kan kardiyoplejisi ile diyastolde kardiyak arrest gerçekleştirildi. Cerrahın tercihinine ve operasyonun tekniğine göre myokard koruması aralıklı antegrad yada devamlı retrograd kan kardiyoplejisi ile yapıldı. İstenilen hipotermi sağlandıktan sonra soğutma işlemi durduruldu. Hipotermi sırasında asit- baz dengesinin takibi Ph-stat yaklaşımı ile takip edildi.

Operasyonun gidişatına göre antegrad serebral perfüzyondan önce beyin koruyucu ilaçlar (pentotal 1gr, perdnol 1 gr) KPB sistemine ilave edilip 10 -15 dk perfüzyon yapıldıktan sonra sağ aksiler arterden 10ml/kg/dk ile ASP tekniği ile beyin perfüzyonuna başlandı. ASP tekniği sırasında tüm hemodinamik parametreler ve serebral oksijen saturasyonu takibi yapılarak kaydedildi. NIRS bazal değeri % 20'nin altına düştüğünde perfüzyon kan akımı 20 ml/kg/dk kadar artırılarak beyin perfüzyonuna devam edildi. Serebral dolaşımı ilgilendiren cerrahi işlem sonuçlandığında ASP tekniği ve alt vücut dolaşım arrestin'den çıkılarak normal pompa akımı (hastanın ısısına ve BSA'na göre olması gereken akım) ile perfüzyona devam edildi. Hastalar, gradiyent gözlenerek tekrar ısıtılmaya başlandı. Pompanın kan akımı ve basınç parametreleri de ısıya göre ayarlanarak ısınma işlemine devam edildi. Hastaların sistemikvücut ısısı ısınma tamamlanıp kan basıncı ve diğer hemodinamik parametreler uygun olduğunda kalp-akciğer makinasının akım hızı kademeli olarak azaltılarak KPB sonlandırıldı. Venöz kanül sağ atriumdan çıkarıldı. Hemodinamik parametreler uygun olduğunda heparin antogonisti olan protamin yapılarak arteriyal kanül de çıkarıldı. Kalp- akciğer makinası, hasta yoğun bakım ünitesine alınıncaya kadar steril bir şekilde bekletildi. Tüm hastaların postoperatif dönemde yoğun bakım ünitesinde aşağıdaki parametreleri;

- 1) Extübasyon zamanı (8. ve 8. saatten sonra),
- 2) Ajitasyon

- 3) Hemipleji
- 4) Geçici algı bozukluğu
- 5) Konfüzyon
- 6) Nöbet
- 7) Oryantasyon bozukluğu takip edilerek kaydedildi.

### **Verilerin İstatistiksel Analizi**

Çalışmada elde edilen bulgular değerlendirilirken, istatistiksel analizler için SPSS 21.0 İstatistik paket programı kullanıldı. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında ise Pearson Ki-Kare testi ve FisherExact test kullanıldı.

Niceliksel verilerin karşılaştırılmasında iki grup durumunda, parametrelerin gruplar arası karşılaştırmalarında Mann Whitney U testi kullanıldı. Grup içi karşılaştırmalarda Wilcoxon işaret testi kullanıldı.

Sonuçlar % 95 güven aralığında,  $p < 0,05$  anlamlılık düzeyinde ve  $p < 0,01$   $p < 0,001$  ileri anlamlılık düzeyinde değerlendirildi.

## **6. BULGULAR**

Hastanemiz kardiyovasküler cerrahi kliniğinde antegrad serebral perfüzyon tekniği ile serebral perfüzyon uygulanan 30 hasta çalışmamıza dahil edildi. Hastalar uygulanan hipotermi derecesine göre iki gruba ayrıldı.

Grup 1 (n:15) Derin hipotermi

Grup 2 (n:15) ılımlı hipotermi

İki grup demografik özellikler açısından incelendiğinde gruplar arasında farklılık gözlenmedi ( $p > 0,05$ )

**Tablo 2.** Hastaların demografik özellikleri

	İlmlı hipotermi	Derin hipotermi	p
	Ort±Ss	Ort±Ss	
Yaş	56,20 ± 14,52	54,26 ± 12,65	0,418
Kilo	76,66 ± 19,30	83,93 ± 14,04	0,212
BSA (m2)	1,84 ± 0,23	1,98 ± 0,20	0,114
Isı	27,06 ± 1,03	21,33 ± 0,97	<b>0,000</b>

Grup 1’de ısı ortalaması 21,33± 0,97, grup 2’de ısı ortalaması 27,06 ± 1,03olarak bulundu.

**Tablo 3.** İntraoperatif Perfüzyon Verileri

	İlmlı hipotermi	Derin hipotermi	p
	Ort±Ss	Ort±Ss	
Pompa süresi (dk)	148,06 ± 62,22	154,13 ± 37,90	0,309
Kross-klemp (dk)	65,26 ± 55,55	64,533± 32,45	0,443
ASP süresi (dk)	41,33 ± 26,95	47,20 ± 22,42	0,372

Pompa Süresi, kross-klemp ve ASP süresi açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi (p>0,05).

**Tablo 4. Preoperatif Tanı**

	İlmlı hipotermi		Derin hipotermi		p
	n	%	n	%	
Ass Aort Anev	12	%80,0	9	%60,0	0,180
Tip1 Diseksiyon	0	%0,0	3	%20,0	
Tip3 Diseksiyon	3	%20,0	3	%20,0	

Tanı açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0.05$ ). Grup 1’de 9’u (%60,0) assendan aort anevrizması, 3’ü (%20,0) tip1 diseksiyon, 3’ü (%20,0) tip3 diseksiyon idi.

Grup 2’de uygulanan olguların 12’si (%80) assendan aort anevrizması,3’ü (%20) tip3 diseksiyon idi. Ameliyat açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0.05$ ).

Grup 1’de 10’u (%66,7) benthall, 1’i (%6,7) frozen elephant, 3’ü (%20,0) open tevar, 1’i (%6,7) sephore greft ameliyatı yapıldı.

Grup 2’de10’u (%66,7) benthall, 3’ü (%20,0) open tevar, 2’si (%13,3) sephore greft ameliyatı yapıldı.

**Tablo 5. Postoperatif Erken Dönem Nörolojik Disfonksiyon**

	İlmlı hipotermi		Derin hipotermi		p
	n	%	n	%	
Ajitasyon	1	7%	3	20%	0,299
Konfüzyon	1	7%	0	0%	0,500
Oryantasyon Bozukluğu	2	13%	2	13%	0,701
Hafıza Kaybı	1	7%	0	0%	0,500
Hemipleji	0	0%	0	0%	-

Extübasyon 8.saat ve 8.saat sonrası, ajitasyon, konfüzyon, oryantasyon bozukluğu, hafıza kaybı, hemipleji açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

**Tablo 6.** Venöz kangazı bulguları

		<b>İlmlı hipotermi</b>	<b>Derin hipotermi</b>	<b>p</b>
		<b>Ort±Ss</b>	<b>Ort±Ss</b>	
PH	İndüksiyon sonrası	7,39 ±0,05	7,39 ±0,03	0,505
	Antegrad serebral perfüzyon (10. dk)	7,37 ±0,06	7,35 ±0,06	0,492
	Antegrad seebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	7,33 ±0,11	7,28 ±0,11	0,339
	Pompa sonrası (15.dk )	7,31 ±0,06	7,29 ±0,07	0,227
PCO2	İndüksiyon sonrası	40,06 ±4,81	41,60 ±4,80	0,382
	Antegrad serebral perfüzyon (10.dk)	35,20 ±7,43	39,96 ±7,20	0,074
	Antegrad serebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	39,53 ±6,09	46,40 ±11,74	0,051
	Pompa sonrası (15.dk )	41,36 ±6,79	45,90 ±6,73	0,077
PO2	İndüksiyon sonrası	43,26 ±12,53	42,46 ±7,22	0,604
	Antegrad serebral perfüzyon (10. dk)	47,33 ±16,88	52,73 ±16,18	0,254
	Antegrad serebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	52,36 ±18,56	49,66 ±10,10	0,999
	Pompa sonrası (15.dk )	42,20 ±8,85	46,73 ±8,50	0,158
GLUKOZ	İndüksiyon sonrası	101,13 ±16,82	102,33 ±11,51	0,967
	Antegrad serebral perfüzyon (10. dk)	130,86 ±35,14	173,53 ±50,52	<b>0,017</b>
	Antegrad serebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	230,26 ±37,49	261,40 ±43,99	0,089
	Pompa sonrası (15.dk )	214,20 ±24,42	235,13 ±50,17	0,507

LAKTAT	İndüksiyon sonrası	1,44 ±0,69	1,54 ±0,74	0,677
	Antegrad serebral perfüzyon (10. dk)	2,00 ±0,85	2,86 ±0,95	<b>0,009</b>
	Antegrad serebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	5,05 ±2,26	6,16 ±1,72	0,062
	Pompa sonrası (15.dk )	4,72 ±2,65	5,17 ±2,02	0,221
HCO3	İndüksiyon sonrası	24,20 ±2,00	24,20 ±2,73	0,736
	Antegrad serebral perfüzyon (10. dk)	20,50 ±2,64	21,93 ±2,43	0,181
	Antegrad serebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	20,72 ±6,41	19,60 ±3,33	0,770
	Pompa sonrası (15.dk )	20,46 ±3,66	19,93 ±2,54	0,531
BE	İndüksiyon sonrası	0,40 ±2,32	0,86 ±2,61	0,898
	Antegrad serebral perfüzyon (10. dk)	-4,46 ±3,58	-2,73 ±2,89	0,202
	Antegrad serebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	-4,00 ±7,33	-5,13 ±3,88	0,819
	Pompa sonrası (15.dk )	-4,26 ±4,62	-4,28 ±4,29	0,588
SvO2	İndüksiyon sonrası	73,20 ±10,81	75,06 ±9,09	0,547
	Antegrad serebral perfüzyon (10. dk)	75,73 ±16,91	82,86 ±9,87	0,319
	Antegrad serebral perfüzyon sonrası (32-34 °C)	78,23 ±11,50	77,73 ±12,51	0,787
	Pompa sonrası (15.dk )	71,66 ±10,50	74,80 ±8,52	0,533



**Tablo 7.** İntraoperatif NIRS değerleri

Sağ NIRS	Bazal NIRS değeri	68,13 ±12,24	66,33 ±11,93	0,678
	İndüksiyon sonrası	61,26 ±11,24	64,00 ±11,74	0,467
	ASP Perfüzyonda	52,73 ±10,00	54,80 ±11,36	0,467
	ASP Sonrası	62,53 ±8,56	62,20 ±8,36	0,917
	Pompa sonrası	65,20 ±6,78	65,46 ±9,17	0,917
Sol NIRS	Bazal NIRS değeri	67,46 ±8,79	63,06 ±10,96	0,245
	İndüksiyon sonrası	63,00 ±9,94	62,33 ±11,31	0,917
	ASP Perfüzyonda	55,80 ±9,48	53,60 ±9,80	0,520
	ASP Sonrası	63,00 ±9,28	61,33 ±6,60	0,418
	Pompa sonrası	63,13 ±8,07	62,20 ±6,93	0,771

İndüksiyon sonrası, antegrad serebral perfüzyon (10. dk), antegrad serebral perfüzyon sonrası (15.dk), pompa sonrası PH ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

İndüksiyon sonrası, antegrad serebral perfüzyon (10. dk), antegrad serebral perfüzyon sonrası (15.dk), pompa sonrası PO<sub>2</sub> ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

İndüksiyon sonrası, antegrad serebral perfüzyon (10.dk), antegrad serabral perfüzyon sonrası (15.dk), pompa sonrası PCO<sub>2</sub> ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

Grup 1'de; antegrad serebral perfüzyon (10. dk) glukoz değeri, grup 2'deki olgulara göre anlamlı olarak yüksekti ( $p<0,05$ ). İndüksiyon sonrası, antegrad serebral

perfüzyon sonrası (15. dk), pompa sonrası glukoz ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

Grup 1'de antegrad serebral perfüzyon (10.dk) laktat değeri, grup 2'ye göre anlamlı olarak yüksekti ( $p<0,05$ ). İndüksiyon sonrası, antegrad serebral perfüzyon sonrası (15.dk), pompa sonrası laktat ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

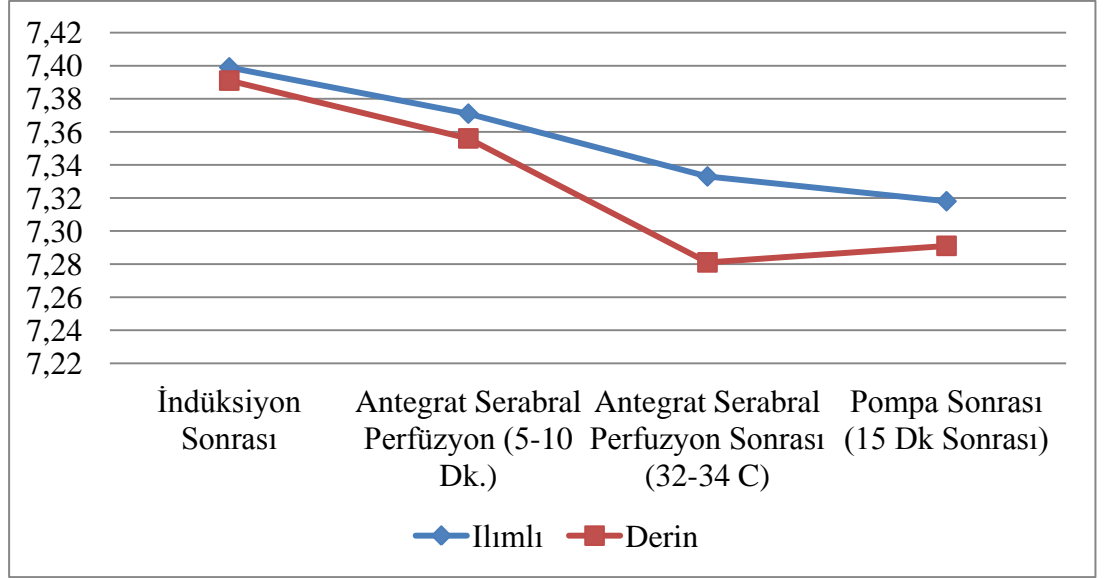
İndüksiyon sonrası, antegrad serebral perfüzyon (10.dk), antegrad serebral perfüzyon sonrası (15. dk), pompa sonrası  $\text{HCO}_3$  ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

İndüksiyon sonrası, antegrad serebral perfüzyon (10. dk), antegrad serebral perfüzyon sonrası (15.dk), pompa sonrası BE ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

İndüksiyon sonrası, antegrad serebral perfüzyon (10. dk), antegrad serebral perfüzyon sonrası (15.dk), pompa sonrası  $\text{SvO}_2$  ölçümleri açısından gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

Sağ NIRS değeri ölçümlerinde, gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).

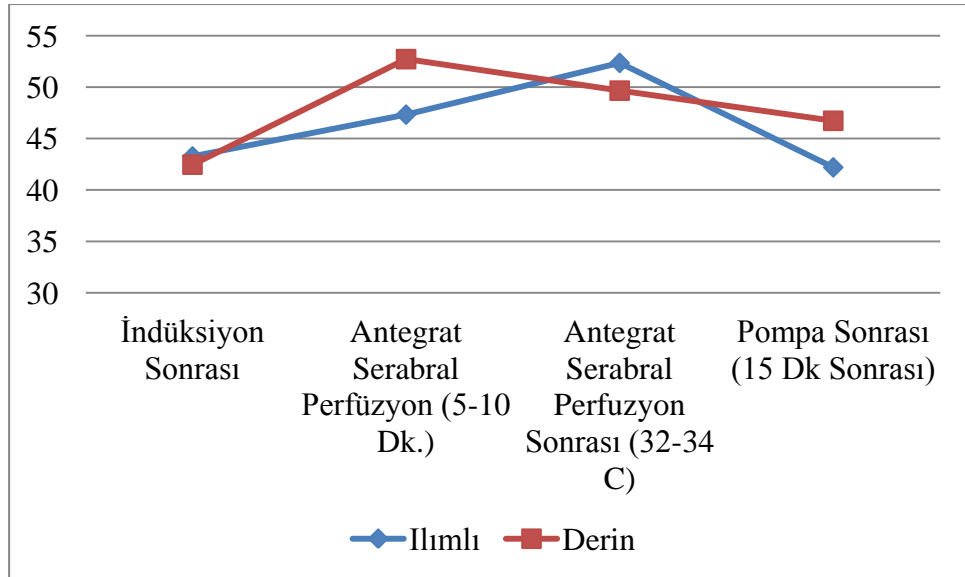
Sol NIRS ölçümlerinde gruplar arasında anlamlı fark görülmedi ( $p>0,05$ ).



**Şekil 3.** Venöz kangazı PH değerleri

Grup1’de; antegrad serebral perfüzyon PH değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası PH değerindeki düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer zamanlarda PH değerlerinde meydana gelen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

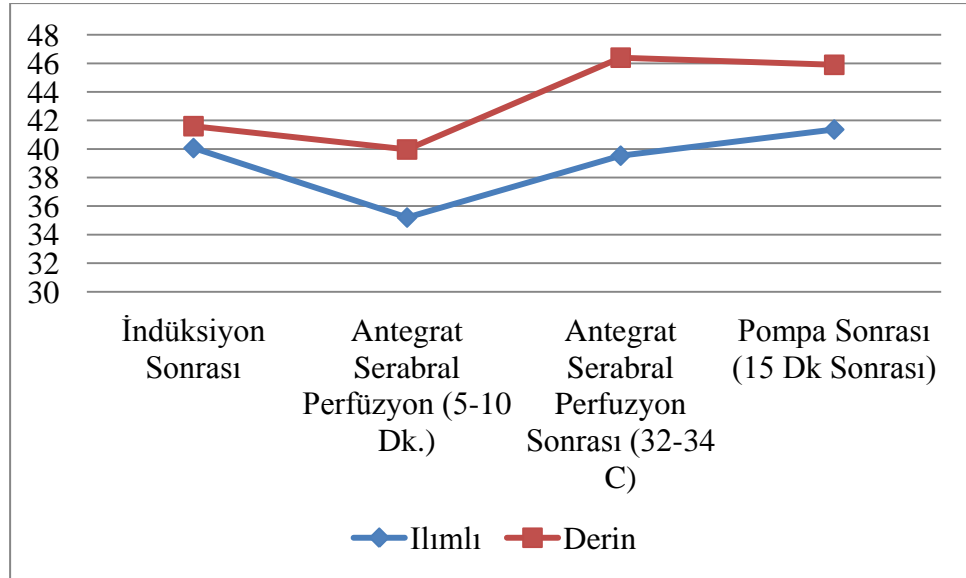
Grup 2’de; PH değerlerinde meydana gelen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).



**Şekil 4.** Venöz kangazı PO2 değerleri

Grup 1’de; indüksiyon sonrası PO2 değerine göre, antegrad serebral perfüzyon PO2 değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Diğer PO2 değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

Grup 2’de; indüksiyon sonrası PO2 değerine göre, antegrad serebral perfüzyon PO2 değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon PO2 değerine göre, pompa sonrası PO2 değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Diğer zamanlarda PO2 değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

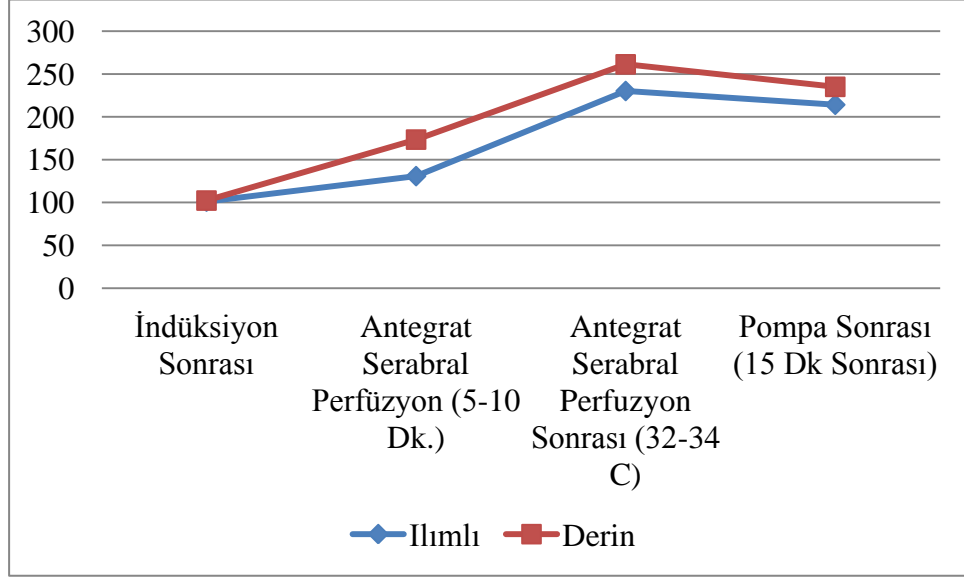


**Şekil 5.** Venöz kangazı PCO2 değerleri

Grup 1’de; PCO2 değerlerinde meydana gelen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

Grup 2’de; antegrad serebral perfüzyon PCO2 değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası PCO2 değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı

( $p<0,05$ ). Diğer zamanlarda PC02 değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

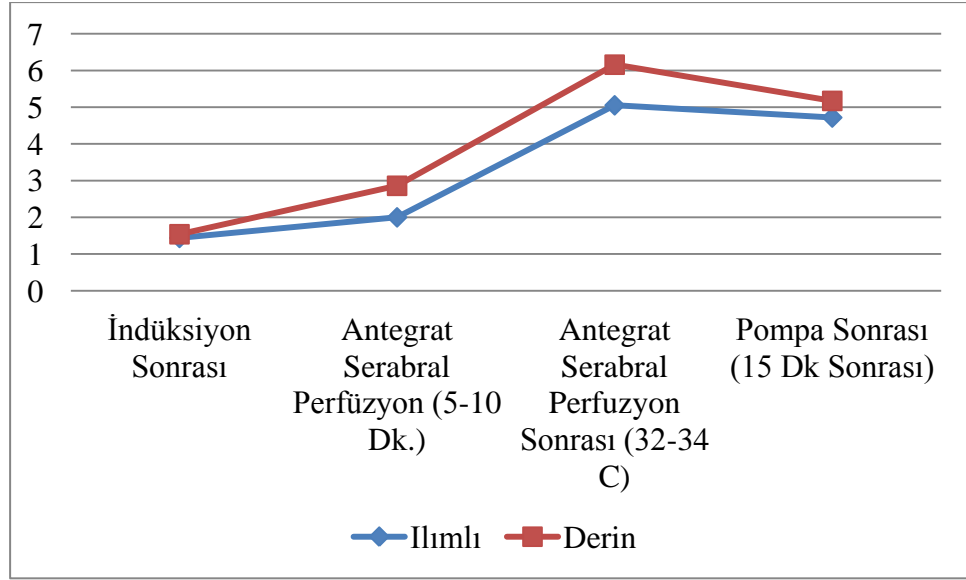


Şekil 6. Venöz kangazı glukoz değerleri

Grup 1’de; indüksiyon sonrası glukoz değerine göre, antegrad serebral perfüzyon glukoz değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon glukoz değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası glukoz değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ).

Grup 2’de; indüksiyon sonrası glukoz değerine göre, antegrad serebral perfüzyon glukoz değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon glukoz değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası glukoz değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Diğer zamanlarda glukoz değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

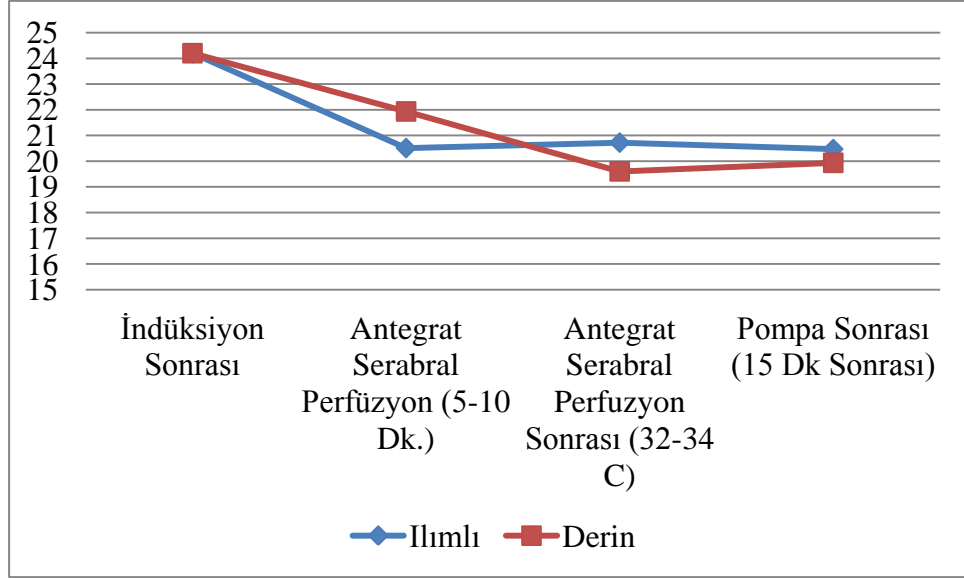
Antegrad serebral perfüzyon sonrası glukoz değerine göre, pompa sonrası glukoz değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ).



**Şekil 7.** Venöz kangazı laktat değerleri

Grup 1’de; indüksiyon sonrası laktat değerine göre, antegrad serebral perfüzyon laktat değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon laktat değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası laktat değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon sonrası laktat değerine göre, pompa sonrası laktat değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ).

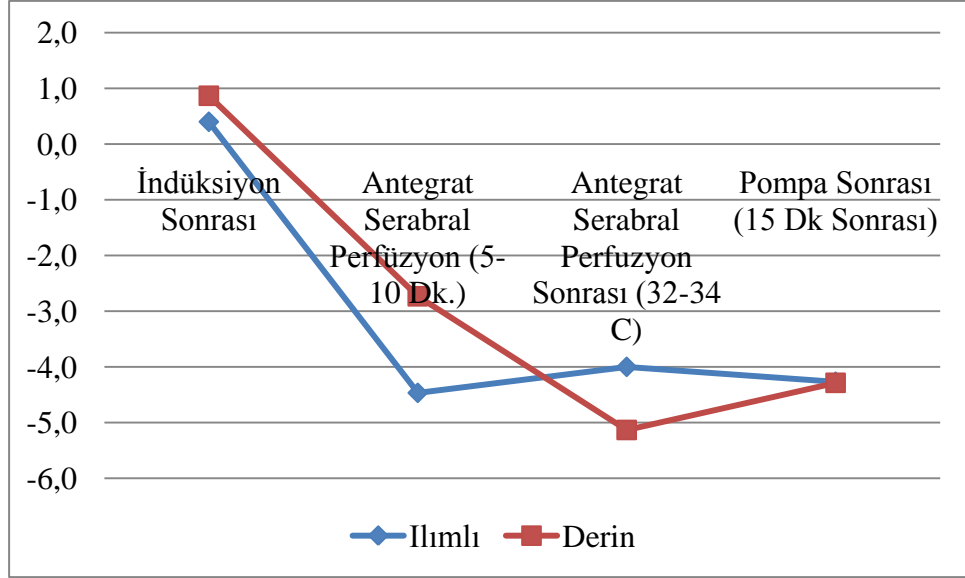
Grup 2’de; indüksiyon sonrası laktat değerine göre, antegrad serebral perfüzyon laktat değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon laktat değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası laktat değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer zamanlarda laktat değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).



**Şekil 8.** Venöz kangazı HCO<sub>3</sub> değerleri

Grup 1’de; indüksiyon sonrası HCO<sub>3</sub> değerine göre, antegrad serebral perfüzyon HCO<sub>3</sub> değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon HCO<sub>3</sub> değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası HCO<sub>3</sub> değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer zamanlarda HCO<sub>3</sub> değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

Grup 2’de; indüksiyon sonrası HCO<sub>3</sub> değerine göre, antegrad serebral perfüzyon HCO<sub>3</sub> değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer HCO<sub>3</sub> değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

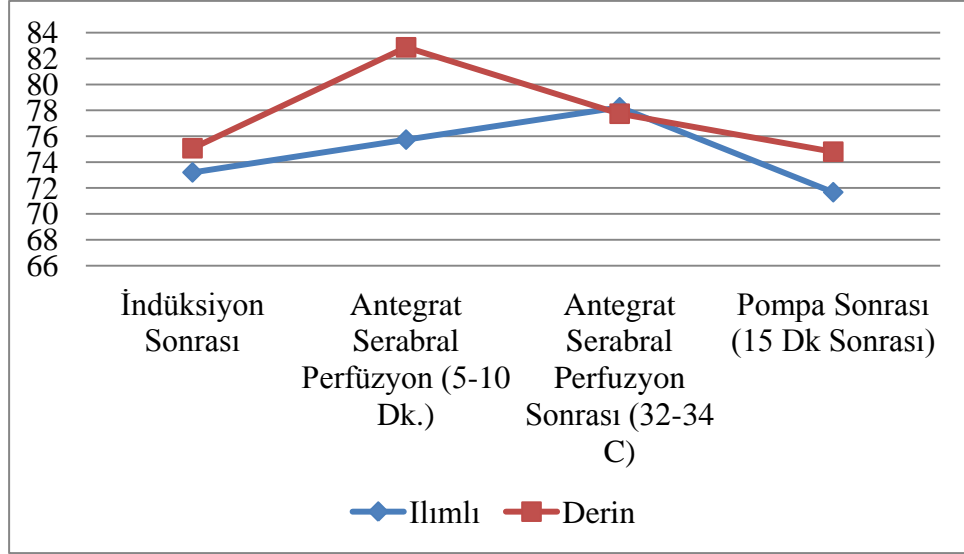


**Şekil 9.** Venöz kangazı BE değerleri

Grup 1’de; indüksiyon sonrası BE değerine göre, antegrad serebral perfüzyon BE değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Antegrad serebral perfüzyon BE değerine göre, antegrad serebral perfüzyon sonrası BE değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer zamanlarda BE değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

Grup 2’de; indüksiyon sonrası BE değerine göre, antegrad serebral perfüzyon BE değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer zamanlarda BE değerlerinde meydana gelen değişimler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

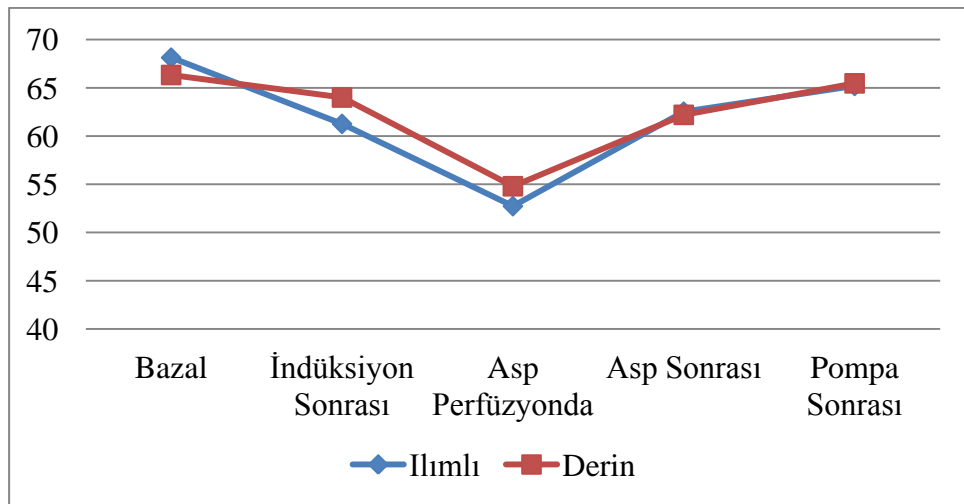




**Şekil 10.** Venöz kangazı SvO2 değerleri

Grup 1’de; indüksiyon sonrası SvO2 değerine göre, antegrad serebral perfüzyon SvO2 değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p < 0,05$ ). Diğer zamanlarda SvO2 değerlerinde meydana gelen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).

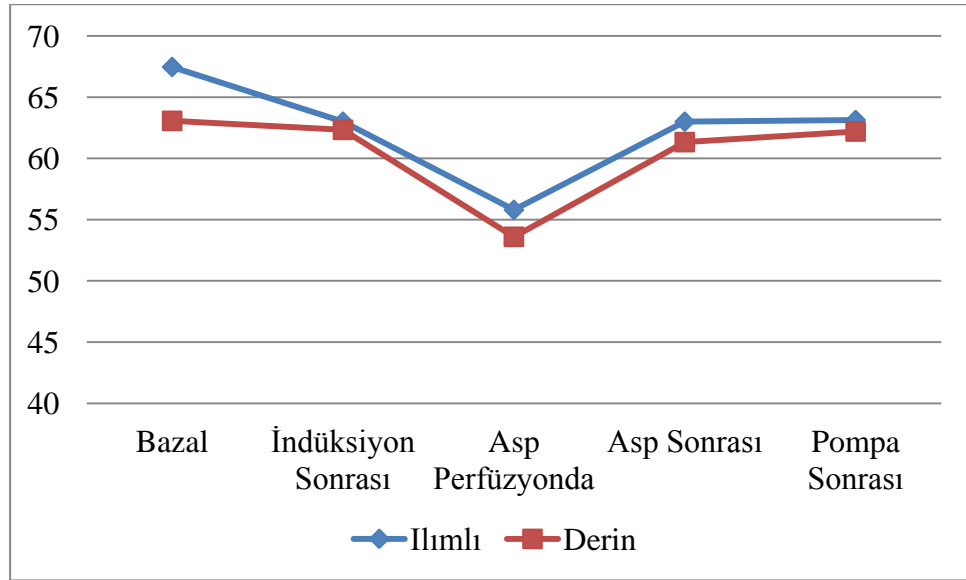
Grup 2’de; SvO2 değerlerinde meydana gelen düşüşler istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p > 0,05$ ).



**Şekil 11.** Sağ NIRS değerleri

Grup 1’de; bazal sağ NIRS değerine göre, indüksiyon sonrası sağ NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). İndüksiyon sonrası sağ NIRS değerine göre, ASP’da sağ NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP’da sağ NIRS değerine göre, ASP sonrası sağ NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP sonrası sağ NIRS değerine göre, pompa sonrası sağ NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ).

Grup 2’de; bazal sağ NIRS değerine göre, indüksiyon sonrası sağ NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). İndüksiyon sonrası sağ NIRS değerine göre, ASP’da sağ NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP’da sağ NIRS değerine göre, ASP sonrası sağ NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP sonrası sağ NIRS değerine göre, pompa sonrası sağ NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).



Şekil 12. Sol NIRS değerleri

Grup 1’de; bazal sol NIRS değerine göre, indüksiyon sonrası sol NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

İndüksiyon sonrası sol NIRS değerine göre, ASP'da sol NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP'da sol NIRS değerine göre, ASP sonrası sol NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP sonrası sol NIRS değerine göre, pompa sonrası sol NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

Grup 2'de; bazal sol NIRS değerine göre, indüksiyon sonrası sol NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ). İndüksiyon sonrası sol NIRS değerine göre, ASP'da sol NIRS değerinde meydana gelen düşüş istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP'da sol NIRS değerine göre, ASP sonrası sol NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). ASP sonrası sol NIRS değerine göre, pompa sonrası sol NIRS değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlı değildi ( $p>0,05$ ).

## 7. TARTIŞMA VE SONUÇ

KPB kalp cerrahisinde önemli bir yere sahiptir. Fakat avantajlarının yanında birçok komplikasyonları da bulunmaktadır. Bu komplikasyonlardan biri olan nörolojik komplikasyonlar araştırılan konulardan biridir ve bu komplikasyonları minimuma indirmek amacıyla birçok teknik geliştirilmektedir. Buna rağmen hipotermimin derinliği, serebral perfüzyon teknikleri, alt vücut ve/veya total dolaşım arresti konusu hala tartışılan konulardan bazılarıdır.

Serebral hipoperfüzyon, kan akım hızı, sistemik soğumanın derecesi, asit-baz stratejisi, hemodilüzyon derecesi gibi birçok faktör nörolojik komplikasyonların oluşmasını etkilemektedir. Özellikle de aort cerrahisi tüm gelişmelere rağmen hala morbidite ve mortalitesi yüksek bir cerrahi girişimdir.

Aort cerrahisinde amaç cerrahi prosedür sonlanıncaya kadar beynin metabolik ihtiyaçlarını karşılayacak önlemleri almaktır. Bundan dolayı aort cerrahisinde

serebral korumayı sağlamak için birçok teknik geliştirilmiştir. Bu tekniklerden biri olan ASP tekniği, beynin metabolik ihtiyaçlarını karşılamada kullanılan yeterli ve güvenli tekniklerden biridir. Fakat sistemik vücut sıcaklığı konusu hala tartışmalıdır ve bununla ilgili çalışmalar yapılmaktadır.

Zierer ve arkadaşları, derin ve ılımlı hipotermide uygulanan ASP'un nörolojik komplikasyonlarını araştırmak amacı ile çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada nörolojik komplikasyon, ılımlı hipotermide %5,5 iken derin hipotermide %13,2 oranında tespit edilmiştir. KPB süresi, yoğun bakım ve hastane kalış sürelerinin ılımlı hipotermide kısa tespit edilmiş ve bu sonuca göre ılımlı hipotermide uygulanan ASP tekniğinin güvenli ve yeterli perfüzyon sağlarken derin hipotermiden doğacak yan etkilerden kaçınmak gerektiğini açıklamışlardır (71).

Panos ve arkadaşları; aksiller arteri kullanarak ılımlı hipotermide ASP tekniğini incelemiş ve hastalarda kalıcı nörolojik komplikasyon olmadığını, ılımlı hipotermimin ASP tekniğinin güvenli ve yeterli olduğunu açıklamışlardır (72).

Çalışmamızda serebral hipoperfüzyonu önlemek amacı ile serebral monitörizasyon tekniklerinden biri olan NIRS ile hastaların serebral oksijenasyonunu takip edildi.

Olsson ve arkadaşları; NIRS ile serebral oksijenasyon takibi yaparak ASP tekniğinin postoperatif nörolojik sonuçlarını araştırmışlardır. NIRS'in intraoperatif dönemde serebral perfüzyonun oksijen doğgunluğunu anlık gösterdiği ve postoperatif nörolojik komplikasyon gelişimi hakkında tahmini sonuca yardımcı olabileceğini bildirilmiştir (73).

Pacini ve arkadaşları; dokuz yıllık ASP tekniğinin deneyimlerini ve sonuçlarını araştırmışlardır. ASP tekniğinin aort cerrahisinde mortalite ve nörolojik sonuçlar açısından güvenli bir yöntem olduğunu bildirmişlerdir. Ayrıca ASP tekniğinin ılımlı hipotermide uygulamasının güvenli perfüzyon sađladđını ve derin hipotermimin istenmeyen komplikasyonlarından koruduğunu açıklamışlardır (74).

Numata ve arkadaşları 2000-2011 yılları arasında tip A akut aort diseksiyon tamirinde 28-31°C ve 20-27°C derecede hipotermik ASP tekniği uygulanan 109 hastanın cerrahi sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Hastaları grup A (70 hastada 20-27°C ) ve grup B (39 hasta 28-31 °C) olmak üzere iki farklı gruba ayırmışlardır. Hastahane mortalitesi grup A'da %11,4 ve grup B'de %10,3 (p>0,05) değerlendirilmiştir. Kalıcı nörolojik komplikasyon grup A'da 10 hastada 14,3 ve grup B'de 5 hastada 12,8 görülmüştür ( p>0,05). Grup A'da 2 hastada (%2,8) parapleji oluşmuş grup B'de ise oluşmamıştır. Hemodiyaliz gerektiren böbrek yetmezliği ise grup A'da %17,1, grup B'de ise %7,7 olarak değerlendirilmiştir (p>0,05). Bu sonuçlara göre; ılımlı hipotermide ASP tekniğinin yeterli ve güvenli koruma sağladığını bildirmişlerdir (75).

Her ne kadar ASP tekniği ılımlı hipotermide iyi bir beyin koruma sağlasa da visseral organları koruma sorunu hala tartışılmaktadır.

Bununla ilgi Pacini ve arkadaşları yaptıkları bir çalışmada; Kasım 1996 Mart 2011 tarihleri arasında düşük kalp debisi olmayan 304 hastanın ameliyat öncesi ve sonrası kreatinin, aspartat amino transferez, alanin amino transferez ve bilirübin değerlerini takip etmişlerdir. Derin hipotermi uygulanan (25°C'nin altı) 194 (%63,8) hasta grup A ve ılımlı hipotermi (25°C'nin üzeri) uygulanan 110 (%36,2) hasta grup B olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. 30 günlük mortalite grup B'de %3,6 ve grup A'da %5,2 olmuştur. Kalıcı nörolojik defisit grup A'da %3,6, grup B'de %7,2 olmuştur. Ameliyat sonrası diyaliz gerektiren böbrek yetmezliği grup A'da %5,4 ve grup B de %7,7 olarak değerlendirilmiş fakat istatistiksel olarak anlamlı fark bulunmamıştır. Ayrıca visseral organlara ait biyokimyasal belirteçlerde de gruplar arasında anlamlı fark bulunmamıştır. Karaciğer ve renal disfonksiyon için risk faktörünün derin hipotermi ve KPB süresinin 180 dakikanın üzerinde olması gibi nedenlerden kaynaklandığı bildirilmiştir. Sonuç olarak, ılımlı hipotermide ASP tekniğinin yeterli ve güvenli beyin koruması sağladığı doğrulanmıştır. Ayrıca bu çalışmada ASP tekniği sırasında ılımlı hipotermimin visseral organ koruması sağladığı, sistemik inflamatuvar yanıt ve reperfüzyon organ yaralanmasını azalttığı

bildirilmiştir. Fakat visseral organlarda sınırlı iskemi süresinin 60<dk olması gerektiği bildirilmiştir (76).

Lenshower ve arkadaşları; 2004-2012 tarihleri arasında sağ aksiller arter kanülasyonu ile ılımlı hipotermide tek taraflı ASP tekniği ile total aortik ark replasmanı yapılan 733 hastanın erken ve geç dönem sonuçlarını incelemiştir. Bu hastaların ölüm, inme, kalıcı nörolojik disfonksiyon (PND) geçici nörolojik disfonksiyon (TND), böbrek yetmezliği ve uzamış mekanik ventilasyon (>48 saat) süreleri takip edilmiştir. Takip süreleri 33-95 ay arasında değişmiştir. Operatif mortalite oranı %9.7, inme %2.8, TND insidansı %5,6 ve diyaliz gerektiren böbrek yetersizliği %2.8 olmuştur (77). Sonuç olarak ılımlı hipotermide uygulanan ASP tekniğinin erken ve geç dönem sonuçları karşılaştırıldığında olumsuz sonuç bulunmamıştır.

Lenshower ve arkadaşlarının farklı bir çalışmasında ise; yine 2004-2012 yılları arasında ılımlı hipotermide tek taraflı ASP tekniğini kullanmışlar ve aort cerrahisi sonuçlarını incelemiştir. 500 hastada hemiarkus onarımı (HARCH), 124 hastada toplam kemer replasmanı (TARCH) yapmışlardır. ASP perfüzyon tekniğini sağ aksiller arterden uygulamışlardır. Genel mortalite hemiarkus onarımı için %6.6, toplam kemer onarımı için %9,7 olmuştur. Hastane mortalitesi hemiarkus onarımları için %4.5 olmuştur. Kalıcı nörolojik defisit ve böbrek yetersizliği hemiarkus veya toplam kemer onarımlarında bağımsız bir risk faktörü oluşturmamıştır.

Sonuçta ise; ılımlı hipotermide sağ aksiler arter yoluyla uygulanan ASP tekniğinin nörolojik ve sağ kalım sonuçları incelendiğinde, ılımlı hipoterminin serebral ve visseral organları korumada olumsuz etkisinin olmadığı açıklanmıştır (78).

Çalışmamızda, derin hipotermi uygulanan hastaların hepsi 8. saatten sonra ekstübe edildi. Grup 2'de 3 hasta 8. saatte, 12 hasta ise 8. saatten sonra ekstübe edildi. Her iki grupta klinik olarak anlamlı fark görülmedi. Her iki grupta da intraoperatif pompa süresinde anlamlı fark görülmemiştir.

KPB esnasında serebral oksijen ihtiyacı vücut ısısına bağımlı iken serebral kan akımının oksijen ihtiyacı ise parsiyel karbondioksit basıncına bağımlı olduğu bilinmektedir. Bizim çalışmada, venöz kangazında  $PCO_2$ 'nin takibinde iki grup arasındaki değerlerin takibinde klinik olarak anlamlı fark görülmemiştir.

Venöz kangazındaki  $PO_2$  değerleri dikkate alındığında ASP tekniğinin hipotermik dönemlerinde istatistiksel olarak düştüğü gözlenmiştir. Fakat klinik olarak anlamlı fark görülmemiştir (şekil 4).

Juguler venden alınan kan gazındaki oksijen saturasyon ( $SvO_2$ ) değeri, serebral kan akımı ve oksijen kullanım arasındaki dengeyi göstermektedir. Ayrıca  $SvO_2$  düşüklüğünün serebral iskemi ve bilişsel fonksiyonlarda bozulmaya neden olduğu bilinmektedir.

Bizim çalışmamızda grup 1'de; indüksiyon sonrası  $SvO_2$  değerine göre, antegrat serabral perfüzyon  $SvO_2$  değerinde meydana gelen artış istatistiksel olarak anlamlıydı ( $p<0,05$ ). Fakat klinik olarak genel bir yükselme kabul edilip anlamlı fark görülmemiştir (şekil 10). Serebral perfüzyon sorunsuz devam ettiğinde soğuma ile beraber  $SvO_2$ 'nin yükselmesi, serebral metabolik aktivitenin supresyonuna bağlıdır. Başka bir deyişle hipotermi ile normotermideki sınırın üstüne çıkan  $SvO_2$  değeri doku düzeyinde azalmış oksijen gereksinimi sonunda venöz kandaki oksijen içeriğinin yükselişi olarak değerlendirilmektedir.

Kalp cerrahisi sonrası hiperlaktateminin doku hipoksisine bağlı olduğu ve ayrıca postoperatif morbidite ve mortalite ile ilgisi bilinmektedir. Bizim çalışmamızda iki grup arasında laktat düzeylerinde, her iki grupta da aynı dönemlerde yükselme tespit edilmiştir. Gruplardaki laktat düzeyindeki artış hipotermik KPB uygulaması için aşırı yükseliş olarak değerlendirilmemiştir (şekil 7).

Hipotermide hiperglisemi veya hipoglisemi görülmektedir. Hiperglisemi insülin sekresyonunda ve insülin duyarlılığındaki azalmaya bağlıdır ve nörolojik

hasarı arttırdığını bilinmektedir. Çalışmamızda, glukoz düzeyleri iki grupta da KPB başlamasını takiben ASP'da ve sonrasında yükselmiştir. Fakat beklenen değerleri klinik olarak aşmamıştır.(şekil 6).

Nörolojik hasarı önlemek için beyin monitörizasyonunun önemli olduğu bilinmektedir. NIRS kardiyak cerrahide ideale yakın bir serebral monitörizasyondur. Kullanımı kolaydır, farklı vücut ısı aralıklarında kullanılabilir. NIRS monitörizasyonunda başlangıç değeri (bazal değer) önemlidir ve başlangıç değerinden % 20 azalmanın klinik sonuçlar üzerinde etki gösterdiği bilinmektedir. Çalışmamızda NIRS ile beyin oksijenizasyonu takibinde her iki grupta da klinik olarak anlamlı fark görülmemiştir.

Aort cerrahisinde beyin korumada ASP güvenilir bir tekniktir. Fakat ASP tekniğinin avantajının yanında, hipotermiden kaynaklanan sakıncaları vardır. Çalışmamızdaki amacımız derin ve ılımlı hipotermide uygulanan ASP tekniğinin postoperatif erken dönemde nörolojik etkilerini araştırmaktır. Çalışmamızın bulgularına dayanarak derin ve ılımlı hipotermide uygulanan ASP tekniğinde, gruplar arasında nörolojik komplikasyonlar açısından anlamlı fark görülmemiştir.

Çalışmamızın sonunda; yüksek sayıdaki hasta grubuyla yapılacak çalışmaların daha detaylı bilgiler vereceği sonucuna ulaşılmıştır.

Fakat yapılan çalışmalarda da belirtildiği üzere derin hipotermimin komplikasyonlarından kaçınmak için ılımlı hipotermide ASP tekniği güvenilir ve nörolojik komplikasyon yaratmayan bir yöntemdir.



## 8. KAYNAKLAR

- 1- Taylor KM. Brain Damage During Cardiopulmonary Bypass. *Ann Thorac Surg.* 65:20-26; 1998
- 2- Ahonen J, Salmenpera M. Brain Injury After Adult Cardiac Surgery. *Acta Anaesthesiol Scand.* 48:4-19; 2004
- 3- Roach GW, Kanchuger M, Mora Mangano C. The Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group and the Ischemia Research and Education Foundation Investigators. Adverse Cerebral Outcomes After Coronary Bypass surgery. *N Engl J Med.* 335:1857-63; 1996
- 4- Sarıbülbül O. Kalp akciğer makinası ekstrakorporeal dolaşım. Duran ed. İstanbul: ÇAPA Tıp Kitabevi. 1047-74; 2004
- 5- Usui A, Hotta T, Hiroura M. Retrograd Cerebral Perfusion Through a Superior Vena Caval Kanula Protects the Brain. *Ann. Thorac Surg.* 47-53; 1992
- 6- Sabik JF, Lytle BW, McCarthy PM, Cosgrove DM. Axillary artery: Alternative Site of Arterial Cannulation for Patients with Extensive Aortic and Peripheral Vascular Disease. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 109:885-90; 1995
- 7- Kazui T, Washiyama N, Muhammad BA, Terada H, Yamashita K, Takinami M. Total Arch Replacement using Aortic Arch Branched Grafts with the Aid of Antegrade Selective Cerebral Perfusion. *Ann Thorac Surg.* 70;3-8 2000
- 8- Kazui T, Inoue N, Yamada O, Komatsu S. Selective Cerebral Perfusion During Operation For Aneurysms of the Aortic Arch. *Ann Thorac Surg.* 53;109-14; 1992

- 9- Ergin MA, Galla JD, Lansman L, Quintana C, Bodian C, Griep RB. Hypothermic Circulatory Arrest in Operations on the Thoracic Aorta. Determinants of Operative Mortality and Neurologic Outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 107:788-97; 1994
- 10- Taşdemir O, Sarıtaş A, Kucuker S, Ozatik MA, Şener E. Aortic Arch Repair With Right Brachial Artery Perfusion. *An Thorac Surg* 2002;73:1837-42
- 11- Westaby S, Katsumato T, Vaccari G. Arch and Descending Aortic Aneurysms: Influence of Perfusion Technique on Neurological Outcome. *Eur J Cardiothorac Surg.* 15:180-5; 1999
- 12- Coselli JS, Lemaire SA. Experience with Retrograde Cerebral Perfusion During Proximal Aortic Surgery in 290 Patients *J Card Surg* 1997;12: 322-5
- 13- Gibbon JH Jr. Application of mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery *Minn Med.* 37:171,1954
- 14- Lillehei C. Cohen M, Warden H, Varco R. The direct vision intracardiac correction of congenital anomalies by controlled cross circulation. *Surgery.* 38:11,1955
- 15- Kirklin, J.W. Dushane, J.W Patrick, et al. Intracardiac surgery with the aid of a mechanical pump-oxygenator: Report of eight cases *proc. Staff Meet. Mayo Clin.* 30:201,1955
- 16- Stephenson LW. History Of Cardiac surgery In: Cohn LH. *Cardiac Surgery In The Adult.* 2nd Ed. USA McGraw Hill; 3-29.2003
- 17- Voorhees Me, Elgas R, Membrane And Bubble Oxygenators. In: Kay Ph. *Techniques In Extracorporeal Circulation.* Oxford: Butterworth Heinemann, 42-55, 1992

- 18- Dennis C, Spreng Ds, Nelson Ge, Karlson Ke, Nelson Rm, Thomas Jv, et al. Development Of A Pump-Oxygenator To Replace The Heart And Lungs: *Ann Surg*, vol.134, 709-721, 1951.
- 19- Buket S, Çağatay E, Kardiyopulmoner Baypas. In: Paç M, Akçvin A, Aka S, Buket S, Sarioğlu T. *Kalp Ve Damar Cerrahisi Medikal*; Nobel, 2004
- 20- Esato K, Eiseman B. Experimental Evaluation Of The Gore-Tex Membrane Oxygenator. *J Thorac Cardiovasc Surg* vol. 69, 690-697, 1975
- 21- Cohn LH, Edmunds LH, Jr. Editors. *Cardiac Surgery in the Adult*. New York: McGraw-Hill, 2003
- 22- Lillehei CW, Dewall RA, Gott VL, Varco RL. The Direct Vision Correction Of Calcific Aortic Stenosis By Means Of a Pump-oxygenator And Retrograde Coronary Sinus Perfusion. *Dis Chest*. 30(29) 123-32; 1956
- 23- Hugnafel CA, Conrad PW, Schanno J, Pifarre R. Profound Cardiac Hypothermia. *Ann Surg*. 153: 790-6; 1961
- 24- Kirsch U, Rodewald G, Kalmar P. Induced Ischemic Arrest. Clinical Experience with Cardioplegia In Open-heart Surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 63(1) 121-30; 1972
- 25- Gay WA, Ebert PA, Functional Metabolic And Morphologic Effects Of Potassium-induced Cardioplegia. *Surg*. 74(2) 284-90; 1973
- 26- Rao V, Weisel RD. Intraoperative Protection Of Organs. In: Edmunds LH Editors. *Cardiac Surgery In The Adult Philadelphia: McGraw-Hill*; 1997

- 27- Beyesdorf F, Allen BS, Bukcberg GD. Myocardial Protection With Integrated Blood Cardioplegia. In: Franco KL, Verrior ED. Editors. Advanced Therapy İn Cardiac Surg. Hamiton: BC Decker. 38-50; 1999
- 28- Livesey SA, Lennox SC. Historical aspects. In: Kay PH Editor. Techniques İn Extracorporeal Circulation. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd; 1-8;1992
- 29- Wardrop D,Keeling D. The Story Of The Discovery Of Heparin And Warfarin. Br J Haematol. 141(6) 757-63; 2008
- 30- Demirkılıç U.Ekstrakorporeal dolaşım. Eflatun yayınevi. 378; 2008
- 31- Taylor CA. Surgical Hypotermia, Pharmacol Ther. 38;169,1988
- 32- Krinsley JS, Preiser JC. Moving beyond tight glucose control to safe effective glucose control, Crit Care. 12:149; 2008
- 33- Majumber PP, St. Jean PL Ferell RE, re al. On theinheritance of abdominal aortic aneurysm. Am J Hum Genet. 48:164.70; 1991
- 34- Cooley DA, Livesay J.Tecnique of open distal anastomosis for ascending and transverse arch resection. Bull Tex Heart Inst. 8,421-466; 1981
- 35- Dağlar B,İpek G, Balkanay M, Kırالی K.,Koçak T et al. Kronik aort diseksiyonlarında total vücut perfüzyonu GDK Cer. 5.126-130; 1997
- 36- Bachet J, Guilmet D,Goudot B, Dreyfus GD, Delentdecker P et al. Antegrade cerebral perfusion with cold blood 13 year experince. Ann Thorac Surg. 67;1874-8; 1999

- 37- Kazui T, Washiyama N, Muhammed B, Terada H, Yamashita K, Takinami Met al. Total arch replacement using aortic arch branched grafts with the aid of antegrade selective cerebral perfusion. *Ann Thorac Surg.* 70:3-9; . 2000
- 38- Paulo R. Hratch L. Thomas A. kalp cerrahisi sırları. Nobel tıp kitabevi. 209; 2006.
- 39- Daily PO, Trueblood W, Stinson EB. Management of acute aortic dissections. *Ann Thrac Surg.* 10;237-47; 1970
- 40- De Bekay ME. Henley WS, Cooley DA. Surgical management of dissecting aneurysms of the aorta. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 49,130-49; 1965
- 41- Guyton C, A. Hall E, J. Çavuşoğlu H. (çeviri editörü) Tıbbi Fizyoloji Nobel Kitabevi. 2001
- 42- Williams PL, Bannister LH, Bery MM, Collins P, Dyson M, Dussek JE. Ferguson MWJ. *Gray's Anatomy*, 38th Ed. London: Churchill Livingstone. 1529-1536; 1995
- 43- Gravlee GP, Davis RF, Kurusz M, Utley J. Cook DJ. Neurologic Effects. In: *Cardiopulmonary Bypass Principles and practice* ed. Lippincott Williams, Wilkins .403-431; 2000
- 44- Zaidan JR, Klochany A, Martin W. Effect of Thiopental on Neurologic Outcome Following Coronary Artery Bypass Grafting. *Anesthesiology.* 74:406-14; 1991
- 45- Cook DJ, Oliver WC, Orszulak TA. A Prospective, Randomized Comparison of Cerebral Venous Oxygen Saturation During Normothermic and Hypothermic Cardiopulmonary Bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.*107:1020-9; 1994

- 46- Grubhofer G, Lassnigg AM, Schneider B. Jugular Venous Bulb Oxygen Saturation Depends on Blood Pressure During Cardiopulmonary Bypass. *Ann Thorac.* 65:653-8; 1998
- 47- Greeley WJ, Kern FH, Ungerlider RM. The Effect of Hypothermic Cardiopulmonary Bypass and Total Circulatory Arrest on Cerebral Metabolism in Neonates, Infants and Children. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 101:783-94; 1991
- 48- Ünlü Y, Ceviz M, Doğan N, Becit N, Kürsad H, Koçak H. Hipotermik Kariyopulmoner Baypasta Juguler Venöz Saturasyonunun Değerlendirilmesi. *Türk Göğüs Kalp Damar Cer Derg.* 9:133-6; 2001
- 49- Johnsson P. Markers of cerebral ischemia after cardiac surgery. *J Cardiothorac Vasc Anest.* 10:120-126; 1996
- 50- Fall PJ, Szerlip HM. Lactic acidosis; from sour milk to septic shock. *J Intensive Care Med.* 20: 255-271; 2005
- 51- Ranucci M, De Toffol B, Isgro G, Romitti F, Conti D, Vincentini M. Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass; Determinants and impact on postoperative outcome. *Crit Care.* 10:167; 2006
- 52- Bolcal C, Doğançlı S, Demirkılıç U, Tatar H. Koroner bypass cerrahi sonrası görülen hiperlaktateminin sıklığı, risk faktörleri ve sonuçları. *Türkiye Klinikleri J Cardiovasc Sci.* 19: 27-31; 2007
- 53- Kim MB, Ward Cartwright CR, Kolano J, Chlebowski S, Henson LC. Estimation of Jugular Venous O<sub>2</sub> Saturation From Cerebral Oximetry or Arterial O<sub>2</sub> Saturation During Isocapnic Hypoxia. *J Clin Monit Comput* 16: 191-199; 2000

- 54- Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ. Al. Monitoring Brain Oxygen Saturation During Coronary Bypass Surgery: A Randomized Prospective Study. *Anesth Analg.* 104;51-58; 2007
- 55- Sakamoto T, Hatsuoka S, Stock UA. Prediction of Safe Duration of Hypothermic Circulatory Arrest by Near Infrared Spectroscopy. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 122. 339-350; 2001
- 56- Pigula FA, Nemoto EM, Griffith BP, Siewers RD. Regional Low-flow Perfusion Provides Cerebral Circulatory Support During Neonatal Aortic Arch Reconstruction. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 119:331; 2000
- 57- Ueda Y, Milki S, Kusuhara K. Surgical treatment of Aneurysm or Dissection Involving the Ascending Aorta and Aortic arch, Using Circulatory Arrest and Retrograde Cerebral Perfusion. *J Cardiovasc Surg.* 31. 553-8; 1990
- 58- Kazui T, Washiyama N, Muhammed B. Total Arch Replacement Using Aortic Arch Branched Grafts With The Aid of Antegrada Selective Cerebral Perfusion. *Ann Thorac Surg.* 70: 3-9; 2000
- 59- Bachet J, Guilmet D, Goudot B. Antegrade Cerebral Perfusion With Cold Blood: A 13 year Experince. *Ann Thorac Surg.* 67:1874-8; 1999
- 60- Svensson LG, Crawford ES, Hess KR. Deep Hypotermia with Ciculatory Arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 106: 19-28; 1993
- 61- Ueda Y, Miki S, Kusuhara K, Okita Y. Deep Hypotermic Systemic Circulatory Arrest and Continuous Retrograde Cerebral Perfusion for Surgery of Aortic Arch Aneurysm. *Eur J Cardithorac Surg.* 6:36; 1992

- 62- Okita Y, Minatoya K, Tagusari O. Prospective Comparative study of Brain Protection in Total Aortic Arch Replacement Deep hypothermic Circulatory Arrest with Retrograde Cerebral Perfusion or Selective Antegrade Cerebral Perfusion. *Ann Thorac Surg.* 72:72-79; 2001
- 63- Reich DL, Uysal S, Ergin MA. Retrograde Cerebral Perfusion During Thoracic Aortic Surgery and Late Neuropsychological Dysfunction. *Eur J Cardiothorac Surg.* 19:594-600; 2001
- 64- Yerlioğlu ME, Wolfe D, Mezrow CK. The Effect of Retrograde Cerebral Perfusion After Particulate Embolization to The Brain. *Thorac Cardiovasc Surg.* 110:1470-85; 1995
- 65- Khaladj N, Peters S, Oetjen P, Wasielewski R, Hauschild G. Hypothermic circulatory arrest with moderate, deep or profound hypothermic selective antegrade cerebral perfusion; which temperature provides best brain protection? *Eur J Cardiothorac Surg.* 30:492-8; 2006
- 66- Strauch JT, Spielvogel D, Lauten A, Zhang N, Rinke S, Weisz D, et al. Optimal temperature for selective cerebral perfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 27:638-43; 2005
- 67- Ergin MA, Griep RB, Lansman SL. Hypothermic Circulatory Arrest and Other Methods of Cerebral Protection During Operations on the thoracic Aorta. *J Card Surg.* 9:525-37; 1994
- 68- Villard J, Froment JC, Milleret R, Dureau G, Amouroux C, Boivin J, et al. Type I Complete Acute Aortic Dissection. Value of Arterial Perfusion by the Axillary route. *Ann Chir Thorac Cardiovasc.* 15:133-5; 1976



- 69- Strauch JT, Spielvogel D, Lauten A, Lansman SL, McMurtry K, Bodian CA, et al. Axillary artery cannulation: routine use in ascending aorta and aortic arch replacement. *Ann Thorac Surg.*78:103-8; 2004
- 70- Sabik JF, Neme H, Lytle BW, Blackstone EH, Gillinov AM, Rajeswaran J, et al. Cannulation of the axillary artery with a side graft reduces morbidity. *Ann Thorac Surg.*77: 1315-20; 2004
- 71- Zierer A, Aybek T, Risteki P. Moderate hypothermia (30 degrees C) For Surgery Of Acute Type A Aortic Dissection. *Thorac Cardiovasc.* 5(2):74-9; 2005
- 72- Panos A, Murith N, Bednarkiewicz M, Khatchatourov G. Axillary Cerebral Perfusion for Arch Surgery in Acute Type a Dissection Under Moderate Hypothermia. *Eur J Cardiothrac Surg.* 29(6): 1036-9. 2006
- 73- Olsson C, Thelin S. Regional Cerebral Saturation Monitoring With Near-Infrared Spectroscopy During Selective Antegrade Cerebral Perfusion: Diagnostic Performance And Relationship to Postoperative Stroke *J Thorac Cardiovasc Surg.* 131(2): 371-9 ; 2006
- 74- Pacini D, Di Marco L, Marsilli D, Mikus E, Laforte A, Sobaih F, et al. Nine Years Experience of Aortic Arch Repair With The Aid Of Antegrade Selective Cerebral Perfusion. *J Cardiovasc Surg.* 47(6);691-8; 2006
- 75- Numata S, Tsutsumi Y, Monta O, Yamazaki S, Seo H, Yoshida S, et al. Acute Type a Aortic Dissection Repair With mild-to Moderate Hypothermic Circulatory Arrest And Selective Cerebral Perfusion. *J Cardiovasc Surg.* Feb 27. 2015
- 76- Pacini D, Panteleo A, Di Marco L, Leone A, Baberio G, Murana G, et al. Visceral Organ Protection in Aortic Arch Surgery: Safety of Moderate Hypothermia. *J Cardiothrac Surg.* Sep. 46(3): 438-43 2014

77- Lenshower BG, Kligo PD, Chen EP. Total Arch Replacement Using Moderate Hypothermic Circulatory Arrest and Unilateral Selective Antegrade Cerebral Perfusion. J Thorac Cardiovasc Surg. May;147(5): 1488-92 2014

78- Lenshower BG, Myung RJ, Chen EP. Aortic Arch Surgery Using Moderate Hypothermia And Unilateral Selective Antegrade Cerebral Perfusion. An Cariothorac Surg. May: 2(3) 288-95 2013.

<b>BAŞVURU BİLGİLERİ</b>	<b>ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI</b>	Açık kalp cerrahisi yapılan hastalarda, Aort Cerrahisinde Kardiyopulmoner Baypass Derin ve Ilımlı Hipotermide Antegrad Serebral Perfüzyon Tekniğinin Postoperatif Nörolojik etkilerinin retrospektif olarak incelenmesi			
	<b>KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI</b>	Yrd. Doç. Dr. Tijen ALKAN			
	<b>KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI</b>	Kalp ve Damar Cerrahi			
	<b>KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ</b>	İstanbul			
	<b>DESTEKLEYİCİ</b>	-			
	<b>ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER</b>	<b>TEK MERKEZ</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>ÇOK MERKEZLİ</b> <input type="checkbox"/>	<b>ULUSAL</b> <input checked="" type="checkbox"/>	<b>ULUSLARARASI</b> <input type="checkbox"/>

**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU KARAR FORMU**

<b>Değerlendirilen Belgeler</b>	<b>Belge Adı</b>	<b>Tarihi</b>	<b>Versiyon Numarası</b>	<b>Dili</b>
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI	24.09.2014		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU	24.09.2014		Türkçe <input checked="" type="checkbox"/> İngilizce <input type="checkbox"/> Diğer <input type="checkbox"/>
<b>Karar Bilgileri</b>	<b>Karar No: 138</b>	<b>Tarih: 26.09.2014</b>		
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna “oybirliği” ile karar verilmiştir.			

**İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU**

<b>BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI</b>	Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK
---------------------------------------	-----------------------

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
			E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Şeref DEMİRAYAK	Eczacılık	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Prof. Dr. Tangül MÜDOK	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK	Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Berna EREN	Halk Sağlığı	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. Hüseyin Emir YÜZBAŞIOĞLU	Protetik Diş Tedavisi	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Yrd. Doç. Dr. İlknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E <input type="checkbox"/>	K <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input checked="" type="checkbox"/>	H <input type="checkbox"/>	
Op. Dr. Muhammed Fatih EVCİMİK	Kulak-Burun Boğaz	Özel Nisa Hastanesi	E <input checked="" type="checkbox"/>	K <input type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	E <input type="checkbox"/>	H <input checked="" type="checkbox"/>	

\* :Toplantıda Bulunma

T.C.  
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ  
GİRİŞİMSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

Sayı : 10840098 -334-B  
Konu: Başvuru Hakkında

03/06/2015

Sayın Sibel AYDIN

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu 26/09/2014 tarihli onay verilen “Açık Kalp Cerrahisi Yapılan Hastalarda Aort Cerrahisinde Kardiyopulmoner Baypas Derin ve Ilımlı Hipotermide Antegrad Serebral Perfüzyon Tekniğinin Postoperatif Nörolojik Etkilerinin Retrospektif Olarak İncelenmesi” isimli başvurunuzda sorumlu araştırmacının Yrd. Doç. Dr. Emir CANTÜRK ve çalışmanın adının “Aort Cerrahisinde Derin ve Ilımlı Hipotermik Antegrad Serebral Perfüzyonun Nörolojik Etkileri” olarak değiştirilmesi talebiniz uygun bulunmuş olup, kayıt altına alınmıştır.

Bilgilerinize rica ederim.



Doç. Dr. Hanefi ÖZBEK  
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar  
Etik Kurulu Başkanı

Tel: (0216)681 51 37  
Faks:(0212)531 75 55  
E-mail: [ilknurfil@medipol.edu.tr](mailto:ilknurfil@medipol.edu.tr)

Adres:Kavacık Mah.Ekinciler Cad.No:19,34810  
Kavacık/BEYKOZ

## ÖZGEÇMİŞ

### Kişisel Bilgiler

Adı	Sibel	Soyadı	Aydın
Doğum Yeri	Erciş	Doğum Tarihi	10.10.1976
Uyruğu	T.C.	TC Kimlik No	22966993264
E-mail	Sas_aydin@hotmail.com	Tel	0 532 353 87 59

### Eğitim Düzeyi

	Mezun Olduğu Kurumun Adı	Mezuniyet Yılı
Lisans	Anadolu üniversitesi	2007
Lise	Validebağ S.M.L.	1995

### İş Deneyimi (Sondan geçmişe doğru)

	Görevi	Kurum
1	Perfüzyonist	Kartal Koşuyolu Eğitim ve Araştırma Hastanesi
2	Perfüzyonist	Marmara Üniversitesi Vakfı İktisadi İşletmesi Academic Hospital
3	Perfüzyonist	Özel Marmara Hastanesi

Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama	Konuşma	Yazma
İngilizce	Orta	Orta	Orta

- Çok iyi iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

### Bilgisayar Bilgisi

Program	Kullanma Becerisi
Microsoft Ofis	Çok iyi

- Çok iyi iyi, orta, zayıf olarak değerlendirin

Sertifikalar/Kurslar/ /Bildiriler//Ödüller

<b>Sertifikalar</b>	
T.C. Sağlık Bakanlığı Perfüzyonistlik Yetki Belgesi	
<b>Kurslar</b>	
Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği Ventrikül Destek Cihazları Kursu	
Türk Kalp ve Damar Cerrahisi Derneği 13. Kongresi ECMO Kursu	
ECMO Yaşam Desteği Kursu	
Perfüzyonistler İçin Teorik Eğitim Kursu	
ESCVS International Congress Perfüzyon kursu	
Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği Kan ve Kan Ürünleri Yönetimi Kursu Türk Kalp Damar Cerrahisi Derneği ECMO Kursu	
<b>Bildiriler</b>	<b>Ödüller</b>
Türk Kalp ve Damar Cerrahisi Derneği 13. Ulusal Kongresi ‘ Pediatrik ECMO Deneyimi S.Aydın, M. Şimşek, H. Yök	