



**KARDİYOPULMONER BAYPAS (KPB)
SIRASINDA İKİ FARKLI KARDİYAK İNDEKS
DEĞERİNİN SEREBRAL OKSİJEN
SATURASYONU (NIRS) ÜZERİNE ETKİLERİ**

**2020
YÜKSEK LİSANS TEZİ
KALP DAMAR CERRAHİSİ**

Baki VURGUN

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ÇETİN

**KARDİYOPULMONER BAYPAS (KPB) SIRASINDA İKİ
FARKLI KARDİYAK İNDEKS DEĞERİNİN SEREBRAL
OKSİJEN SATURASYONU (NIRS) ÜZERİNE ETKİLERİ**

Baki VURGUN

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ÇETİN

T.C.

Karabük Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalında

Yüksek Lisans Tezi

Olarak Hazırlanmıştır

KARABÜK

Şubat 2020

Baki VURGUN tarafından hazırlanan “KARDİYOPULMONER BAYPAS (KPB) SIRASINDA İKİ FARKLI KARDİYAK İNDEKS DEĞERİNİN SEREBRAL OKSİJEN SATURASYONU (NIRS) ÜZERİNE ETKİLERİ” başlıklı bu tezin Yüksek Lisans Tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Dr. Öğr. Üyesi Erdem ÇETİN
Tez Danışmanı, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı



Bu çalışma, jürimiz tarafından Oy Birliği ile Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir. 10/02/2020

Ünvanı, Adı SOYADI (Kurumu)

İmzası

Başkan : Dr. Öğr. Üyesi Erdem ÇETİN (KBÜ)

Üye : Dr. Öğr. Üyesi Celal Selçuk ÜNAL (KBÜ)

Üye : Doç. Dr. Okay Güven KARACA (DÜ)



KBÜ Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulu, bu tez ile, Yüksek Lisans derecesini onamıştır.

Prof. Dr. Hasan SOLMAZ
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü



BEYAN

Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına göre hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içerisinde yer alan tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallara uygun şekilde elde ettiğimi,
- Elde ettiğim tüm bilgi ve sonuçları etik kurallara uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun şekilde atıfta bulunduğumu,
- Atıfta bulunduğum tüm eserleri kaynak olarak gösterdiğimi,
- Kullanılan bilgi ve verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- Bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya farklı bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

Baki VURGUN

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitimim ve tez çalışmalarım süresince değerli zamanlarımı esirgemeyen, bilgi ve tecrübeleriyle bana yön veren danışmanım Dr.Öğr.Üyesi Erdem ÇETİN hocama ve yine tez çalışmalarım döneminde ilgili, sabırlı ve yol gösterici olarak yardımları esirgemeyen Dr. Gökçe Ültan ÖZGEN hocama,

Yüksek lisans eğitimim boyunca değerli zamanını, desteklerini ve yardımlarını esirgemeyen perfüzyonist Sevilay YÜKSELE'e,

Sevgi ve destekleri ile hep yanımda olan, varlıkları ile daima bana güç veren anne, baba ve kardeşlerime,

Yine Yüksek lisans eğitimim ve tez yazma döneminde uzak kaldığım oğlum Yağız'a, kızım Zeynep'e ve eşim Sevinç'e

Sonsuz saygılarımı ve teşekkürlerimi sunuyorum.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
TEZ ONAYI	ii
BEYAN.....	iii
TEŞEKKÜR	iv
İÇİNDEKİLER	v
ŞEKİLLER DİZİNİ	viii
TABLolar DİZİNİ	ix
EKLER DİZİNİ.....	x
KISALTMALAR	xi
ABSTRACT	xiv
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	4
2.1. Kardiyopulmoner Bypass.....	4
2.1.1. Kardiyopulmoner Bypass Ssistemi Ana Komponentleri.....	7
2.1.1.1. Pompa Başlığı.....	7
2.1.1.1.1. Roller Pompa	7
2.1.1.1.2. Santrifugal Pompa	8
2.1.1.2. Oksijenatör	8
2.1.1.2.1. Buble Oksijenatör	9
2.1.12.2. Membran Oksijenatör	9
2.1.1.3. Venöz Rezarvuvar.....	10
2.1.1.4. Arteriyal Kanül	11
2.1.1.5. Venöz Kanül	12
2.1.1.6. Isı Değiştirici (Heat exchanger) Cihazı	12
2.1.1.7. Filtreler	13
2.1.1.8. Arteriyel ve Venöz Devre Elamanları (Tüp Set).....	13
2.1.2. Kardiyopulmoner Sistem Yardımcı Komponentleri.....	14

2.1.2.1. Sol Ventrikül Vent Kanülü	14
2.1.2.2. Kardiyopleji Kanülleri	15
2.1.2.3. Aspirasyon Kanülleri.....	15
2.1.2.4. Kardiyopleji.....	16
2.1.2.5. Kardiyopulmoner Bypass'da Başlangıç (Prime) Solüsyon Hazırlanması	17
2.1.2.6. Antikoagülasyon.....	18
2.2. Kardiyopulmoner Bypassda Akım ve Basınç Oranı.....	19
2.3. Kalp Akciğer Makinesi Kurulumu	20
2.4. Kardiyopulmoner Bypass Başlatılması ve Sonlandırılması.....	20
2.5. KPB Aşamasında Hipotermi Uygulaması.....	21
2.6. Kardiyopulmoner Bypassda Isıtma	23
2.7. Hemodilüsyon	23
2.8. Kardiyak İndeks	24
2.9. NIRS (Near-İnfared Spectroscopy).....	25
2.9.1. Tarihçe	26
2.9.2. NIRS Çalışma Sistemi	26
2.9.3. Kalp Cerrahisinde NIRS Kullanımı	28
2.10. Kardiyopulmoner Bypassda Metabolik Değerler	29
2.10.1. pH Yönetimi	29
2.10.2. Laktat Metabolizması.....	29
2.10.3. Parsiyel Arteriyel Oksijen Basıncı (pO ₂).....	30
2.10.4. Hemotokrit (HCT).....	31
3. GEREÇ VE YÖNTEM.....	32
3.1. Verilerin Değerlendirmesinde Kullanılan İstatiksel Yöntemler	35
4. BULGULAR	36
5. TARTIŞMA	59
6. SONUÇ.....	66

7. KAYNAKLAR	67
8. EKLER.....	73
9. ÖZGEÇMİŞ.....	76

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa
Şekil 1. Kardiyopulmoner bypass çalışma sistemi.....	5
Şekil 2. Günümüzde kullanılan kalp-akciğer makinesi.....	7
Şekil 3. Oksijenatör	10
Şekil 4. Venöz rezarvuvar	11
Şekil 5. Isı değiştirici cihazı	13
Şekil 6. Arteriyel ve venöz devre elamanları (tüp set).....	14
Şekil 7. NIRS cihazı ve çift taraflı yerleştirilmiş dedektörler	28
Şekil 8. Hastaların ortalama tansiyon değerleri	41
Şekil 9. Operasyon esnasında pH ortalamalarındaki değişim	43
Şekil 10. Operasyon sırasında pO ₂ düzeylerinin değişim	45
Şekil 11. Operasyon sırasında HCT düzeylerinin değişimi	47
Şekil 12. Operasyon sırasında Laktat düzeylerinin değişimi	50
Şekil 13. Sağ ve sol NIRS ortalamaları.....	55

TABLOLAR DİZİNİ

	Sayfa
Tablo 1. KPB sırasında olması gereken akım miktarı ve sistemik sıcaklık.....	23
Tablo 2. Veri toplama yöntemi çizelgesi.....	34
Tablo 3. Cinsiyete göre hastalara ait bazı değişkenlerin değerlendirilmesi.....	37
Tablo 4. Hastaların operasyon sırasındaki tansiyon(sistol/diyastol) ve ortalama arter basınç (OAB) değerlerine ait bazı istatistikler.....	38
Tablo 5. Tansiyon(Sistol) değişimlerinin karşılaştırılması.....	39
Tablo 6. Tansiyon (Diyastol) değişimlerinin karşılaştırılması.....	40
Tablo 7. pH değerlerine ait bazı istatistik değerler.....	42
Tablo 8. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımlarında çalışılan aynı zaman noktalarındaki PH değişimi.....	42
Tablo 9. Hastaların pO ₂ değerlerine ait bazı istatistik değerler.....	44
Tablo 10. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları zaman noktalarındaki pO ₂ değişimi.....	44
Tablo 11. Hastaların HCT değerlerine ait bazı istatistik değerler.....	46
Tablo 12. KPB esnasında,yüksek ve düşük perfüzyon akımları, zaman noktalarındaki HCT değişimi.....	46
Tablo 13. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları, Laktat değerlerine ait bazı istatistik değerler.....	48
Tablo 14. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları zaman noktalarındaki Laktat değişimi.....	49
Tablo 15. Hastaların operasyon sırasındaki NIRS değerlerine ait bazı istatistikler...51	51
Tablo16. NIRS(sol) değerleri arasındaki değişimin karşılaştırması	52
Tablo 17. NIRS(sağ) değerleri arasındaki değişimin karşılaştırması.....	54
Tablo 18. NIRS (sağ) değerler ile bazal değerlerin karşılaştırılması.....	56
Tablo 19. NIRS (sol) değerler ile bazal değerlerin karşılatırılması.....	57

EKLER DİZİNİ.....	73
EK 1. Samsun Sağlık Müdürlüğü Araştırma Yapılması Onayı	73
EK 2. Kurum Onayı.....	74
EK 3. Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurul Kararı.....	75

KISALTMALAR

KPB	: Kardiyopulmoner bypas
KAM	: Kalp Akciğer Makinesi
EKMO	: Ekstra Korporeal Membran Oksijenasyonu
VKI	: Vena Kava İnfior
VKS	: Vena Kava Süperior
TDP	: Taze Donmuş Plazma
BSA	: Vücut yüzey alanı
Kİ	: Kardiyak İndeks
OAB	: Ortalama Arter Basıncı
KK	: Kros Klemp
SVH	: Sol Ventrikül Hipertrofisi
KD	: Kalp Debsisi
NIRS	: Near-İnfared Spectroscopy
rSO₂	: Bölgesel Serebral Oksijenasyonu
LED	: Light Llimited Diyod
YKÖ	: Yakın Kızıl Ötesi
CVP	: Santral Venöz Basıncı
bBO₂	: Bölgesel Beyin Oksijen Saturasyonu
HbO₂	: Oksihemoglobin
Hb	: Deoksihemoglobin
MvO₂	: Miks Venöz Oksijen Saturasyonu
EKG	: Elektro Kardiyogram
KG	: Kan Gazı
TA	: Tansiyon

ÖZET

Kardiyopulmoner Baypas (KPB) Sırasında İki Farklı Kardiyak İndeks Değerinin Serebral Oksijen Sturasyonu (NIRS) Üzerine Etkileri

Kardiyopulmoner bypas (KPB) açık kalp cerrahisinde sıklıkla kullanılan invazif bir girişimdir. KPB'ın faydaları olsada beraberinde getirdiği bir takım komplikasyonlar da bulunmaktadır. Bu komplikasyonların en başında perfüzyon akımına bağlı olarak gelişen serebral oksijenasyon yetersizliği gelmektedir. Hastanın güvenli bir şekilde perfüzyonun sağlanabilmesi için ısıya uygun, kardiyak indeks (Kİ) perfüzyon akım protokolü uygulanması gerekmektedir. KPB'da öncelik serebral oksijenizasyonun korunmasının gerekliliği düşünüldüğünde serebral oksijenasyon ölçümü yapan Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) cihazıyla hastaların takibini yapmak çok büyük avantaj sağlamaktadır. Bu çalışmada: KPB esnasında, aynı hastaya Kİ çalışma protokolüne göre 30⁰C'de iken rutin ameliyatlarda uygulanan iki farklı Kİ düşük (1,8 lt/dk/m²) ve yüksek (2,2 lt/dk/m²) perfüzyon akımları uygulandı. Sonrasında serebral oksijenasyon değerlerinin NIRS cihazına yansımaları izlendi. Çalışmamıza cinsiyet ayırımı yapılmaksızın 60 hasta dahil edildi. Tüm hastalara belirli zamanlarda tansiyon (TA), NIRS, kan gazı (KG) takipleri yapıldı. KPB başlayıp sistemik sıcaklık 30⁰C'ye düştükten sonra 25 dk boyunca perfüzyon akımı 2,2 /L/dk/m² olarak tutuldu. Devamında perfüzyon akım hızı 1,8 lt/dk/m²'ye düşülüp yine 25 dk. boyunca perfüzyon sağlandı ve akabinde çalışma süresi tamamlandı. Her iki perfüzyon akımı süresince izlenen NIRS değerleri, NIRS bazal değerleri ile karşılaştırıldı. Bununla birlikte her iki akım NIRS değerleri kendi aralarında karşılaştırıldı. Yapılan çalışmamızda yüksek ve düşük akımlarda aynı zaman noktalarında iken ölçüm yapılan pH, laktat, pO₂, HCT, TA ve NIRS değerleri istatistiksel olarak anlamlı olsa da literatür desteğinde normal sınırlar arasında kalmıştır. Sonuç olarak, görülmüştür ki, rutin yapılan operasyonlarda vücut ısısı 30⁰C'de iken düşük perfüzyon akımı ile devam edilen KPB sürecinde hastada zararlı etki görülmediği gibi yüksek perfüzyon akımının da yan etkilerinden korunulmuştur. Bu çalışmadan çıkan bir başka sonuç

ise iki akımın kendi arasındaki karşılaştırmasında perfüzyon akım debisi arttıkça serebral oksijen düzeyi de artmaktadır. Bununla birlikte KBP sırasında TA değerlerinin serebral oksijenasyon değişikliklere çok etki etmediği ve serebral oksijenasyon değerinin belirleyicisinin daha çok perfüzyon akımları olduğu görülmüştür.

Anahtar kelimeler: kardiyak indeks, kardiyopulmoner bypas, NIR spektroskopisi, serebral oksijenasyon.

ABSTRACT

The Effects of Two Different Cardiac Index Values on Cerebral Oxygen Saturation (NIRS) During Cardiopulmonary Bypass (CPB)

Cardiopulmonary bypass (CPB) is an invasive procedure frequently used in open heart surgery. In addition to the great benefits of CPB, there are a number of complications. Low cerebral oxygenation due to perfusion flow is the most important of these complications. To ensure safe perfusion of the patient, a temperature-appropriate, cardiac index (KI) perfusion flow protocol is required. Considering the necessity of preserving cerebral oxygenation in CPB, it is a great advantage to follow up the patients with Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) device that measures cerebral oxygenation. In this study: During CPB, the same patient underwent two different KI low (1,8 lt/min/m²) and high (2,2 lt /min/m²) perfusion currents that ere applied in routine operations while at 30C according to the KI study protocol. Afterwards, the reflections of cerebral oxygenation values on NIRS device were observed. Sixty patients were included in the study without gender discrimination. Blood pressure (BP), NIRS and arterial-blood gas (ABG) follow-ups were performed at all times. The perfusion flow was kept at 2,2 /lt /min/ m² for 25 minutes after CPB started and systemic temperature decreased to 30°C. Then the perfusion flow rate was reduced to 1,8 lt /min /m² and 25 min. perfusion was provided and the study period was completed. NIRS values observed during both perfusion flows were compared with NIRS baseline values. However, both current NIRS values were compared among themselves. In our study, pH, lactate, pO₂, HCT, TA and NIRS values measured at the same time points at high and low currents were statistically significant, but remained within normal limits in the literature. As a result, it was observed that the routine perfusion flow continued with low perfusion flow when the body temperature was at 30°C in the routine operations, and no adverse effects were observed in the patient as well as the side effects of high perfusion flow. Another result of this study is that as the perfusion flow rate increases, cerebral oxygen level

increases in the comparison of the two flows. However, it was observed that BP values did not affect cerebral oxygenation changes during CPB and the perfusion currents were the determinants of cerebral oxygenation values.

Key words: Cardiac Index, Cardiopulmonary Bypass, NIR spectroscopy, cerebral oxygenation

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kalp ve damar sistemi ile ilgili hastalıklar, günümüzde de sağlık sektörünün gelişmesine rağmen mortalite ve morbitite sebeplerinin başında yer almaktadır [1]. Bununla birlikte kalp cerrahisine de ihtiyaç duyulmaktadır. Kardiyopulmoner bypas (KPB) kalp ameliyatlarının yapılabilmesi için sıklıkla kullanılan invaziv bir girişimdir [2]. KPB işleminde kalp akciğer makinesi (KAM) cihazı gerekmektedir. Kalp cerrahisinde iyi bir cerrahi alanın sağlanabilmesi için hastanın kalp ve akciğerlerinin devre dışı bırakılması gerekmektedir. Bu esnada KAM cihazı ve kompanetleri vasıtasıyla hastadan alınan venöz kan oksijenlendikten sonra hastaya tekrardan aort damar aracılığıyla verilerek dolaşıma katılması sağlanmaktadır. Yapılan bu işleme KPB denir. Ekstrakorporeal dolaşım adı da verilen bu sistemde sağ atriumdan kanül aracılığıyla alınan kan, venöz rezarvuara dökülmektedir. Pompa başlığıyla venöz kan oksijenatöre gönderilir. Kanın ısıtılıp, soğutulması ve oksijenlenmesi oksijenatörde yapılmaktadır. Bu işlemten sonra kan aort damarından arteryel kanül aracılığıyla hastaya geri verilmektedir [3].

KPB'in sağladığı büyük faydalarının yanı sıra, beraberinde getirdiği bir takım komplikasyonlar da bulunmaktadır. Bu komplikasyonların en başında, perfüzyon akımının azalmasına bağlı olarak gelişen serebral oksijenasyon yetersizliği ve akabinde beyin hasarı, bununla birlikte sistemik inflamatuvar cevap, embolizasyonda görülmektedir [4].

Serebral otonöregülasyon; kan basınçlarındaki değişikliklere karşı, beynin kendi damar tonusunu ve kan akımını da sabit kalmasını sağlayarak kendi kendini koruyan özel bir düzeneği olduğu kabul görmektedir [5]. Serebral otonöregülasyon bazı sebeplere bağlı olarak bozulabilmektedir. Buna göre uzamış KPB, düşük perfüzyon akıma bağlı yetersiz oksijen, yaşlılığa bağlı değişen vazomotor tonus gibi sebepler bilinmektedir [5].

Serebral otoregölasyonun etkilenmesi, azalmış serebral kan akımının yetersizliğinden olabileceği gibi metabolik ihtiyaçtan fazla beyne kan gitmesinden de (luxury perfüzyon) oluşmaktadır. KPB sırasında perfüzyon akımının rölatif olarak büyük bölümünün beyne gitmesi mikro ve makro embolilere maruz kalma ihtimalini artırabilmektedir [5]. Perfüzyon akımlarının normalden yüksek olmasının en önemli komplikasyonları; luxury perfüzyon, aşırı sıvı yüklenmesi, hepatoselüler yetmezlik, renal yetmezliktir. Düşük perfüzyon akımlarında ise; serebral oksijenasyon yetersizliği, kardiyojenik şok, hipovolemi, dolaşım yetmezliği gibi komplikasyonlardır [6].

Beyin, iskemiye karşı çok hassas olduğundan dolayı KPB esnasında korunmasına en çok özen gösterilmesi gereken organdır. Özellikle öncelik olarak beynin korunmasının gerekliliği düşünüldüğünde serebral oksijenasyon ölçümü yapan Near-İnfared Spectroscopy (NIRS) cihazıyla hastaların takibini yapmak çok büyük avantaj sağlamaktadır. Serebral oksijenasyon ölçümünü monitörize eden girişimsel olmayan, yakın kızıl ötesi spektroskopik tekniğidir [7]. Bu teknik, serebral iskeminin ve KPB sırasında oluşabilecek nörolojik komplikasyonlarında takip edilmesinde fayda sağlayabilmektedir [8].

Bu gibi durumlara bakıldığında perfüzyon akımının önemi çok büyüktür KPB esnasında serebral oksijenasyonun ve sistemik organların iyi olması yeterli perfüzyon akımıyla ilişkilendirilmektedir. Hastanın güvenli bir şekilde perfüzyonun sağlanabilmesi için ısıya uygun, Kİ perfüzyon akım protokolü uygulanması gerekmektedir [34]. Bununla birlikte KPB esnasında tüm vücudu korumak için hipotermi uygulanmaktadır. Vücut sıcaklığının her 10⁰C düşmesinde, oksijen tüketimi de %50 oranında azalmaktadır. Böylelikle hipoterminin etkisiyle oksijen tüketimi azalmakta ve perfüzyon güvenliği artmaktadır. Yapılan çalışmalarda da KPB sırasında düşük sıcaklıklarda müsaade edilebilecek perfüzyon akımlara düşmek güvenlik bakımından önem arz etmektedir. Bu 30⁰C için en düşük 1,8 lt/dk/m² olarak tavsiye edilmektedir [6].

Bizim çalışmamızda KPB sırasında, aynı hastaya vücut ısısı 30⁰ C’de iken iki farklı Kİ perfüzyon akımlarında [en düşük (1,8 lt/dk/m²) ve en yüksek (2,2 lt/dk/m²)]

oluşan serebral oksijenasyon değerinin, NIRS cihazına yansımalarını izledik. Her iki akımda elde edilen NIRS değerlerini kendi aralarında ve yine ayrı ayrı her iki akımı da bazal değerler ile karşılaştırdık. Sonuç olarak vücut ısısı 30⁰ C’de iken Kİ 1,8 lt/dk/m² perfüzyon uygulamasının da, serebral oksijenasyonu ve tüm sistemik perfüzyonun güvenli bir ölçüde sağlayabileceğini öne çıkarmaya çalıştık.

Literatür taramasında yetişkin hasta grubunda KPB desteği ile yapılan açık kalp ameliyatlarında Kİ karşılaştırmalı benzer bir çalışmaya rastlanılmamıştır. Bizde katkı sağlamak için bu çalışmayı planladık.

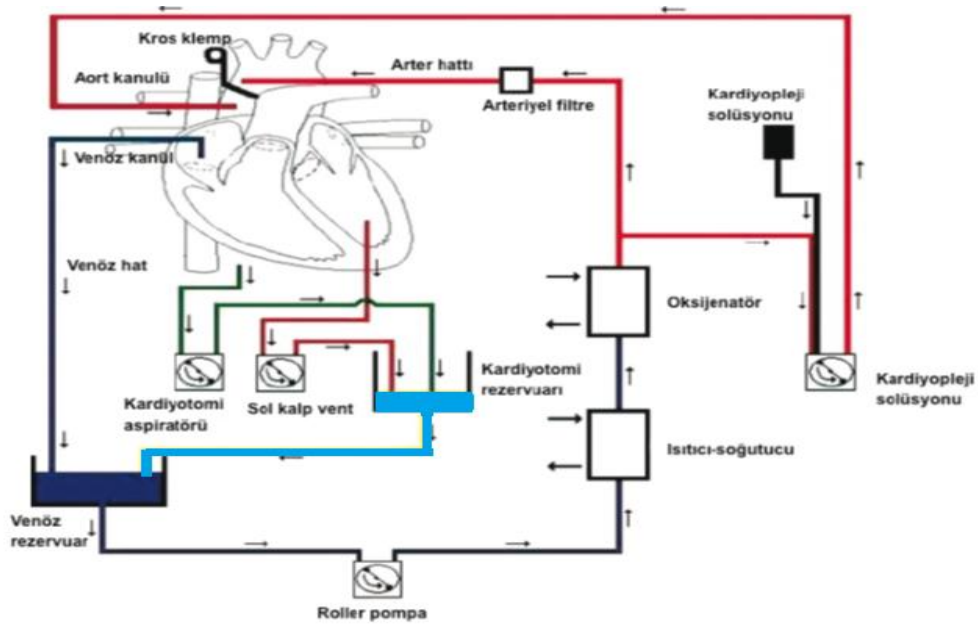
2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kardiyopulmoner Bypass

Açık kalp cerrahisinin güvenli ve cerrahi operasyonun daha iyi bir görüş sağlayarak tamamlanabilmesi için yapılan bir yöntemdir. Kardiyopulmoner bypass uzun yıllardır güvenle kullanılan ve bir çok kalp operasyonun başarıyla gerçekleşmesini sağlayan vücut dışı dolaşım sistemidir. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle KPB daha güvenilir bir şekilde yapılmıştır. Kalp-akciğer makinesi, kalbin ve akciğerlerin görevlerini yerine getirilmesini sağlayan makinedir. Kalbin pompa ve akciğerlerin gaz alışverişini geçici bir zaman aralığında durdurulup ve görevlerini kalp-akciğer makinesi ile yapılması işlemine KPB denir. Kardiyopulmoner bypass çalışma sistemi şekil 1'de basite indirgenmiş olarak gösterilmektedir. Kalp-akciğer makinesi tıbbın geliştirdiği çok önemli bir makinedir. Kalp-akciğer makinesi kalp cerrahisinde daha önce tedavisi yapılamayan kalp problemlerinin ameliyat edilmesine olanak sağlamıştır. Bu yöntemin vücuda bir takım olumsuzlukları da görülmektedir. Günümüzde KPB yönetime bağlı olarak çeşitli organ ve sistemlerin fonksiyonlarında bozukluklar görülmektedir. Ancak açık kalp cerrahisinin yapılmasını olanak sağlayan ve başka bir seçeneği olmayan yöntem olarak kullanılmaktadır [9].

Tarihçesine bakıldığında kalp-akciğer makinesi ile çalışmalar 19. Yüzyılda başlamıştır. Fizyologlar izole organ perfüzyonun yapılmasıyla çalışmalar yapmışlar ve bu nedenle kanın oksijenlenmesini sağlayacak tekniğe ihtiyaç duymuşlardır. Von Frey ve Gruber 1885'de dönen bir silindir içerisine koyulan ince bir film üzerinden kan boşaltılmasıyla gaz alışveriş yapılabileceği sistemi tarif etmiştir. Jacobi 1895'de bir hayvandan kesilen akciğerleri mekanik olarak havalandırmış ve akciğerlerin içerisinden kanı geçirerek oksijenlenmeyi denemiştir. Rusya'da 1926 yılında SS Brukhonenko ve S Terebinsky bir hayvan akciğerin kullanıldığı ve iki pompayla hareket ettirelebilen bir makine yapmışlardır. Başlangıçta bu makine izole organların perfüzyonu için ve sonrasında tüm hayvan perfüzyonunda kullanmışlardır. Kalp-

akciğer makinesinin en büyük ihtiyacı kanın damarlar dışında yapay yüzeylerle karşılaştığında pıhtılaşmasıdır. Antikoagülasyona ihtiyaç vardır. Heparin 1916 yılında Jay Mclean tarafından bulunmuştur. Bu madde uzun süre yapay ortamlarda kan pıhtılaşmadan dolaşım sağlanabildi.1920'deki hayvan deneylerinde heparinin etkili bir antikoagülasyon olduğunu göstermiş ve tıp literatürde ki yerini almaktadır [10,11].



Şekil 1. Kardiyopulmoner Bypass Çalışma Sistemi.

John Gibbon kalp-akciğer makinesi gelişmesine katkısı olmuş kişilerden en başında yer almaktadır. İlk düşünce 1931'de masif pulmoner emboli olan bir hastada toplardamardan alınan kanın oksijenlendikten sonra bir pompa aracılığıyla atardamardan dolaşıma katılması düşüncesi kalp-akciğer makinesi düşüncesinin temelini oluşturmuştur. 1937'de Gibbon ilk defa yaşamın suni bir kalp-akciğer makinesi ile devam ettirebildiğini bildirmiştir. Forrest Dodril 1952'de sol bypass için mekanik pompasını kullanmış 50 dakika boyunca sol ventrikülü devre dışı bırakarak mitral kapak cerrahisini yapmıştır. Bu ilk başarılı sol kalp bypass olmuştur. Dodril bu makineyi kullanarak 16 yaşında pulmoner stenozlu bir çocukta kullanmış ve ilk başarılı sağ kalp bypassı yapmıştır [12].

Gibbon 1953 yılında ilk kez kalp-akciğer makinesi kullanarak 18 yaşında bir kız hastada atriyal septal defekt tamirini başarıyla tamamlamış ve hasta kısa sürede

iyilemiştir. Bu başarılı operasyondan sonra kalp cerrahisinde büyük bir atılımla tüm dünyada çalışmalar büyük bir hızla devam etmiştir [13]. 1955 yılında Mayo Klinikten John Kirklin ve arkadaşları açık kalp programı başlattılar. Gibbon IBM makinesi üzerine kendi geliştirdikleri bir kalp akciğer makinesi kullanarak dünyada kalp cerrahisine büyük bir katkıyla yön vermiştir. 1956 yılının sonunda tüm dünyada ve ülkemizde açık kalp ameliyatları yetişkin vakaları bir çok merkezde yapılır duruma gelmiştir [14].

Ülkemizde kalp cerrahisinin ilk çalışması kapalı mitral komissurotomi ve perikardiyektomi ile başlamıştır. 1953 ve 1954 yıllarında İstanbul'da Nihat Dorken ve Fahri Arel, Ankara'da Orhan Mumin ve Hilmi Akın yapmışlardır. Sonraki zamanlar da Dorken ve Akın kapalı komissurotomi ve perikardiyektomi ameliyatlarını büyük bir serilikle yapmışlardır. Ülkemizde kardiyopulmoner bypas kullanarak ilk açık kalp ameliyatı 10 Aralık 1960 yılında Prof. Mehmet Tekdoğan tarafından 20 yaşında bir genç kıza Atriyal Septal Defekt ameliyatını başarıyla yapmıştır. Ülkemizde ilk seri halinde kalp-akciğer makinesi kullanarak Aydın Ataç ve Mehmet Tekdoğan tarafından başlandı. Nisan 1963'te Haydarpaşa Hastanesinde Siyami Ersek tarafından İngiliz doktorlar Wooler, Nixon ve Grimshow ekibi tarafından 4 ameliyat yapılmış olup iki hasta kaybedilmiştir. Ekim 1963' Siyami Ersek ve ekibi açık kalp ameliyatlarına başlamış ve ilk kapak ameliyatlarını S.Ersek, K.Beyazıt ve arkadaşları gerçekleştirmişlerdir. 1966'da dünyada ilk kez kalp naklini Christian Bernard yapmış ve o yıl içerisinde K. Beyazıt Ankara Yüksek İhtisas Hastanesinde, 2 gün sonrada S.Ersek İstanbul Haydarpaşa Hastanesinde yapmıştır[6]. Temmuz 1967'de Gülhane Askeri Tıp Akademisinde ve aynı yılda Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinde, 1968 yılında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesinde açık kalp ameliyatları başlamıştır. 1980-1990 yılları arasında Avrupa'da ve ABD 'ki yenilikleri takiben kalp-akciğer makineleri modern yapılarıyla açık kalp ameliyatlarında yaygın kullanılmaya başlanmıştır [15,16].



Şekil 2. Günümüzde kullanılan kalp-akciğer makinesi.

2.1.1. Kardiyopulmoner Bypass Sistemi Ana Komponentleri

2.1.1.1. Pompa Başlığı

Ameliyat sırasında kalbin görevini yapan pompa cihazları, vena kavalardan (süperior ve inferior) gelen venöz kan, venöz rezarvuarda toplanmaktadır. Bu rezarvuardaki venöz kanı belli bir akım hızı ile oksijenatöre getirmektedir. Sonrasında oksijenlenmiş kan arteryel sisteme göndererek hastaya geri verilmiş olur. Ayrıca ameliyat esnasında cerrahi alandaki kanlar aspire edilerek pompa sistemden geçirilerek tekrar hastaya dönüşünü sağlar. Sol ventrikülde oluşabilecek aşırı basıncı giderir ve boşalmasına sağlar ve miyokart korunması için kardiyopleji verilerek koroner arterlerin perfüze edilmesini sağlamaktadır. Halen günümüzde kardiyopulmoner bypasta iki çeşit pompa kullanılmaktadır.

2.1.1.1.1. Roller Pompa

Roller pompa günümüzde en sık kullanılan basit, güvenli ve maliyet olarak ucuzdur. DeBakey tarafından geliştirilmiş ve günümüz teknolojisiyle daha kullanışlı şeklini almaktadır. Roller pompanın çalışma sistemi içlerine yerleştirilen silikon, polivinil veya lateks tüplerden yapılmış olan arter pompa başlığı hattının takılması ile

bir yön oluşturulup oklüzyon (pompanın arter başlığı hattına karşı sıkışıklık derecesi) yapılarak kanı ileriye doğru akım uygulayarak çalışma esasına bağlı olmaktadır. Oklüzyon ayarı ideal bir seviyede olması gerekmektedir. Oklüzyon ayarı yetersiz yapılmışsa etkili bir akım sağlamamakta ve oklüzyon ayarı fazla sıkı yapılmışsa pompa hatlarında basınç, yırtılmalar, bağlantı noktalarında patlamalar olmaktadır. Bu bozulmalar ile hava embolilerine neden olabilir [17].

2.1.1.1.2. Santrifugal Pompa

Santrifugal pompa güvenilir ve çalışması kolaydır. Roller pompaya göre daha maliyetlidir. Çalışma şekli hızla dönen konsentrik koniler ve bıçaklar yardımıyla çalışır. Santrifugal pompada akım çıkan hattaki basınçla orantılıdır. Bu durumdan dolayı elektromanyetik akım ölçer cihazlarıyla sürekli ölçüm yapılarak izlenmektedir. Pompa başlığına hava girdiğinde sistem durur ve masif hava embolisine karşı koruyucudur. Sol kalp bypassı ve geçici ekstra korporeal dolaşımda (EKMO) santrifugal pompa tercih edilmektedir. Roller pompaya göre üstünlüğü akım hattında tıkanma olsa dahi yüksek basınç oluşturmaz ve uzun süre kullanılmaktadır [18].

2.1.1.2. Oksijenatör

Oksijenatörlerin asıl görevi akciğerlerin yerini almaktır. KPB sırasında akciğerler devre dışı bırakılır ve akciğerlerinin görevini oksijenatör yapar. Oksijenatör kanın oksijenlenmesini ve karbondioksitin eliminasyonunu sağlamaktadır. Aynı akciğerlerde olduğu gibi oksijen ve karbondioksit değiş tokuşu yapılan ortamdır. Oksijenatör KPB sırasında kanın temas ettiği en geniş yüzey alanıdır. Alan geniş olduğu için kanın şekilli elemanların en çok etkilendiği ve hemolize uğradığı yerdir. Oksijenatör yapımında çalışan mühendisler kan travmasını minimum seviyeye indirmek, gaz naklinin ayarlamasını kolaylaştırmak ve ısı transfer etkisini artırmak için büyük bir uğraş sergilemektedirler. Büyük oranda günümüz teknolojisinde başarılı olsalar dahi halen akciğerlerin seviyesini yakalayamamışlardır. Ortalama bir akciğerlerin gaz değişiminin sahip olduğu yüzey alanı 70 m² iken bu membran oksijenatörlerdeki alan 0,5-4 m² dir. Oksijenatörlere

entegre ve ısı transferini sağlamak için ısı eşanjörü vardır. Oksijenatörle kompakt bir yapıdadır. Harici bir ısıtıcı-soğutucu cihazla hastanın vücut sıcaklığını eşit bir şekilde dağıtıp kontrollü ısıtıp ve soğutma işlemini sağlamaktır. Bu işlem kanın şekilli elemanlarına, proteinlere, dokulara zarar gelmemesi ve mikroembolilerin oluşmaması için önemlidir. Oksijenatörler çalışma şekillerine göre 2 gruba ayrılmıştır [19,20].

2.1.1.2.1. Buble Oksijenatör

Buble oksijenatörler, venöz rezarvuara birleşik bir yapıda bulunur. Hastadan gelen tubing setin venöz hat ile pompa arter başlığı arasında bulunmaktadır [20]. Buble oksijenatörde oksijen gazı geçirilerek küçük hava kabarcıkları oluşturulur her bir kabarcığın etrafında ince bir film tabakası meydana gelir ve bu kabarcıklarla kanın oksijenlenip karbondioksitin fazlasının dışarı atılmasını sağlar. Buble oksijenatör kullanmanın dezavantajları kan travmasının sürekli olarak devam etmektedir. Ayrıca sistemik inflamatuvar cevabın artmasına sebep olmakta nedeni ise her bir kabarcığı yabancı bir madde olarak algılamasından kaynaklanmaktadır. Gaz embolisi olma olasılığı yüksek seyretmektedir [21,22].

2.1.12.2. Membran Oksijenatör

Membran oksijenatör gaz kan ile doğrudan temas içinde olmaz. Membran oksijenatörde ince mikropor membran ile kan ve gaz bölümlerini ayırır, gaz basınçla ilerleyerek oksijen kana geçer ve karbondioksit de dışarı atılır. Membran oksijenatörde kan travması daha az olmaktadır. Oksijenatör membranında oksijen ve karbondioksitin ana belirleyicileri karbondioksitin kandaki eriyikliği, difüze olabilmesi ve membrandaki giriş-çıkış basınç farklarıdır. Karbondioksit ve oksijen değişimi birbirinden bağımsızdır. Böylelikle gaz arttırıldığında oksijenlenmeye etkisi olmadan karbondioksit eliminasyonu artırabilmektedir. Membran yüzeyi sabit olduğunda kan ile karşılaştığına ilk dakikalarda plazma proteinler yüzeyi kaplayarak kan proteinlerin aktivasyonunu azaltmaktadır [23]. Günümüzde yaygın ve güvenli kullanılan oksijenatördür. Tasarım şekli silindir fiberli olan oksijenatördür, 470 ml oksijen ekleyebilirken 350 ml karbondioksiti uzaklaştırma kapasitesi bulunmaktadır.

Başlangıçtaki prime dolum hacmi 220-560 ml ve dakikadaki akım hızı ise $1-7\text{ml/dk}^{-1}$ aralığı arasında değişme göstermektedir [17].



Şekil 3. Oksijenatör.

2.1.1.3. Venöz Rezarvuvar

KPB'da vena kava inferior (VCI) ve vena kava süperior (VCS) çift kanül yerleştirilmesi ya da tek kanül olarak sağ atriuma yerleştirilmesi ile kanın akıtılarak toplandığı kısımdır. Ayrıca cerrahi alandaki kan da aspire edilerek venöz rezarvuarda toplanır. KPB esnasında kanın depolama görevidir. Oksijenatör ile beraber kullanıldığında arteryel pompa başlığın öncesinde bulunmaktadır. Venöz rezarvuvar kapasitesi infant, pediatrik ve yetişkin için kapasiteleri farklı olmaktadır. Rezarvuara kan, sıvı ve ilaç uygulaması da yapılabilmektedir. KPB'da aniden kesilen venöz dönüş problemlerinde perfüzyonistin müdahale yapmasına zaman kazandırmaktadır. Venöz rezarvuvarın iki çeşidi vardır. Birincisi torba şeklinde bükülebilen kapalı tip rezarvuvar ikincisi ise açık tip olan sert plastik kaptır. Kapalı tipin, rezarvuarda ki kanın azalmasıyla kollaps meydana gelmektedir. Bu sebeble masif hava emboli gelişme riski azdır. Sistem hava aldığında ise çıkarılması zor olmaktadır. Açık tipte masif hava embolisi riski daha fazladır fakat sistemdeki havaları almak daha kolay

olmaktadır. Ayrıca venöz dönüş anomalilerin de vakum yardımıyla dönüş artırılması sağlanabilmektedir [21].



Şekil 4. Venöz rezarvuvar.

2.1.1.4. Arteriyal Kanül

Arteriyal kanül, kalp-akciğer makinesinin oksijenatör bölümünden oksijenlenmiş olarak çıkan kanın vücut dolaşımına gönderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Genellikle arteriyal kanül asendan aortaya yerleştirilmektedir. Ameliyat çeşidi ve hastanın durumuna göre farklı arterler de kullanılabilir. Bu arterler; femoral arter, iliak arter, aksiller arter ve abdominal aortadır. Arteriyal kanülün tipi ve boyutu, hastaların boy, kilolarına ve yerleştirilecek artere uygun belirlenmektedir [24].

2.1.1.5. Venöz Kanül

Venöz Kanül, hastanın venöz kanı yer çekiminin etkisiyle de kalp-akciğer makinesi elamanı olan venöz rezarvuara getirilmesini sağlamaktadır. Kanülün koyulduğu venler cerrahi işleme göre farklılık gösterir. Bu venler sağ atrium, venakava süperiyor ve venakava inferiyor, femoral, ilak ve juguler vendir. Venöz kanül de diğer kanüllerde olduğu gibi hastaların boy, kilo ve yerleştirilecek venlere göre çeşitlik göstermektedir [24].

2.1.1.6. Isı Değiştirici (Heat exchanger) Cihazı

KPB sırasında ısı değiştirici cihazı vücut ısının kontrolü ve ayarlanması işlemini yapar. Kanı ısıtıp ve soğutur. KPB sırasında internal soğutma yapılarak oksijen tüketimi azaltılarak son organ hasarını azaltmaktadır. Operasyon tamamlandıktan sonrada kanın ısıtılmasını yapmaktadır. Kanın ısısının ayarlanması işlemi ısı değiştirici cihazından gelen suyun oksijenatörün içerisinde bulunan bölümlere gelmesiyle başlamaktadır. Yapısal olarak iki bölümden meydana gelir. Birincisi kanın dolaştığı, ikincisi ise suyun içinde dolaştığı bölümdür. Bu iki yapı arasında paslanmaz çelikler ya da plastik spiral ısı değiştirici vardır. Böylelikle kanın perfüzat ısı ayarlaması tamamlanmaktadır [17].



Şekil 5. Isı değiştirici cihazı.

2.1.1.7. Filtreler

KPB sırasında oluşan komplikasyonların başında hava, partikül ve gaz embolileri sayılmaktadır. Filtre kullanımı bu komplikasyonları önlemektedir. Ayrıca cerrahi alandan aspire edilerek venöz rezarvuara gelen yağ, kemik, kas ve sutur parçaları filtreler kullanılmışaydı sistemik dolaşıma girerek vücuda zarar verebilmektedirler. Başlıca kullanılan filtreler; arteriyel, gaz ve kardiyotomi filtreleri sayılmaktadır [21,24].

2.1.1.8. Arteriyel ve Venöz Devre Elamanları (Tüp Set)

KPB'a başlamak için KAM cihazı ile hasta arasında bağlantıyı sağlayan sistemdir. Silikon, PVC hatlar ve konnektörlerden meydana gelmektedir. Polivinil klorid tüp setler dünya genelinde kullanılır. Bu hatlar sağlam, pürüssüz, dayanıklı, şeffaf, sert, yapışmaya dirençli ve KPB'ı güvenle başlatılmasını sağlamaktadır. Farklı merkezlerde bu tüp set perfüzyonist çizimiyle hatların duvar kalınlıkları ve çapları değişmektedir. Isıyla sterilize edilmektedir. Tüp setlerin infant, pediyatrik ve

yetişkin boyutları bulunmaktadır. Tüp setleri kısa tutmak gerekli görölmektedir. Kısa hatlarda kan daha az yabancı yüzeyle karşılaşır ve prime solüsyonda daha az alınmaktadır. Bu durumdan dolayı hastaya verilen zarar en alt seviyede olmuştur. Tüp setin içerisinde arter, venöz, aspiratör, gaz, pompa başlığı, hızlı sıvı verme hatları, arteriyel filtre, üçlü musluk ve konnektörler bulunmaktadır [21].



Şekil 6. Arteriyel ve venöz devre elamanları (tüp set).

2.1.2. Kardiyopulmoner Sistem Yardımcı Komponentleri

2.1.2.1. Sol Ventrikül Vent Kanülü

KPB başladıktan sonra kalp distansiyonu önlemek ve oluşan havaları çıkarmak için kullanılan bir kanül çeşitidir. Genellikle kapak ameliyatlarında ve bazı kardiyak arrest durumlarında da kullanılmaktadır. Kalp distansiyonda iken iskemik durum meydana gelir ve vent kanül bu durumu engellemektedir. Ameliyat bölgesinin aspirasyonu ve sol kalpten havanın çıkarılması bu kanül ile yapılmaktadır. Kanül yerleştirilen yerler ameliyat durumuna göre değişmektedir. Başlıca yerler ise pulmoner arter, sol atriyum veya doğrudan ventriküle yerleştirilmektedir. Kanül genellikle KPB başlamadan yerleştirilse de başladıktan sonra da yerleştirilebilmektedir [17].

2.1.2.2. Kardiyopleji Kanülleri

KPB başladıktan sonra çoğu ameliyatların yapılabilmesi için asendan aortaya kros klemp konularak kalp durdurulma işlemi gerekmektedir. Kalp durdurma işlemi kros klemp konulduktan sonra hemen yapılması gereklidir. Açık kalp cerrahisinde, KAM cihazı operasyon süresince tüm vücut organlarında dolaşımı sağlarken ancak kalp durma aşamasındayken de bu sürede kalbi perfüze edemez ve bundan dolayı iskemik hasara maruz kalır. Bu hasarı önlemek veya en küçük hasara indirmek için hazır olan kardiyopleji solüsyonunu kalbe verilmektedir. Kardiyopleji solüsyonu miyokardı besler ve kalbin diastolde durmasını sağlayarak operasyon için sessiz ve kansız bir ortam hazırlamaktadır. Bu işlem için kullanılan kanüllere kardiyopleji kanülleri denir. Üç çeşit kanül tipi vardır. Birincisi aortik kök kanülü; bu kanül asendan aortaya verilir. Kanülün içinde bulunan iğneli klavuz teli vardır. Bu iğnenin ucu kısadır. Aorta takıldıktan sonra kanül kalır, klavuz tel çıkarılır ve kardiyopleji solüsyonu verilerek koroner arterlere gönderilmektedir. İkinci kanül tipi retrograt kanül; sağ atriumdan koroner sinüsten gönderilerek miyokard korunması sağlamaktadır. Bu kanül içersinde klavuz tel ile konulur ve sonrasında kanül koyulduktan tel çıkarılır. Kanülün ucunda bir balon bulunur ve bu balon şişirilerek kanın geri gelmesi önlenmektedir. Üçüncüsü ise koroner ostiyum kanülleridir. Bu kanül sol ve sağ koroner arter ağzından doğrudan verilir. Aort kapak ameliyatlarında ve aort damarlarına uygulanacak işlemler için kullanılmaktadır [25].

2.1.2.3. Aspirasyon Kanülleri

KPB başladıktan sonra cerrahi alanda oluşan kanın temizlenmesi ve aspiratörle alınan kanın venöz rezarvuara getirilip ve sonrasında kardiyotomi filtresinden geçirilerek tekrar dolaşıma katılmasını sağlayan kanüllerdir. Dolayısıyla bu kanüller ile aspire edilen kanlar dolaşıma tekrar katıldığı için kan kaybında gerçekleşme olamamaktadır [26].

2.1.2.4. Kardiyopleji

Kalp ameliyatları çoğunlukla kalp durdurularak yapılmaktadır. KPB'da kalbi durdurmak amaçlı ve bu esnada miyokardı korumak için kardiyopleji solüsyonları verilmektedir. Kalbin hareketsiz ve kansız bir ortam sağlanması için aorta kros klemp konulduktan sonra kalp en hızlı bir şekilde diastolde arrest yapılmaktadır. Aorta kros klemp konulduktan sonra kalp iskemik hasara maruz kalmaktadır. Kardiyopleji solüsyonları da bu hasarı ortadan kaldırmaktadır [15].

Kardiyopleji açık kalp cerrahisinin gelişimi ile birlikte başlamıştır. Melrose ve arkadaşları 1955 yılında potasyum içerikli kardiyopleji solüsyon kullanarak ilk kardiyak arresti yapmışlardır. Aynı yılda aortaya kros klemp konulduktan hemen sonra aort kökünden kardiyopleji solüsyonu verilerek kardiyak arresti gerçekleştirdiler. İlk retrograd olarak koroner sinüsten verilen kardiyopleji solüsyonu 1957 yılında uygulanmış ve kardiyak arresti gerçekleştirmişlerdir [27].

Hufnagel ve arkadaşları 1961 yılında kalbi korumak ve arresti sağlamak için derin kardiyak soğutma tekniğini açıklamışlardır. Bu teknikte kros klemp süresince kalbe yumuşatılmış buz yapılarak kalbin soğuk kalmasını sağlamışlardır [28].

Gay, Ebert ve Tyres potasyum içerikli kardiyopleji solüsyonlarını daha güvenli olduğunu 1973 yılında yayınlamışlardır. Follet ve arkadaşları 1978 yılında kan kardiyoplejisini klinik ve deneme çalışmalarında kullanmışlardır. Teoh ve arkadaşları 1986 yılında kros klemp kalkmadan hemen öncesinde sıcak kardiyopleji solüsyonunu yararlı olabileceğini öne sürmüşler ve faydalı olduğunu göstermişleridir [15].

Günümüzde dünya genelindeki merkezlerde KAM cihazı kullanılarak açık kalp ameliyatları yapılmaktadır. Farklı miyokart koruma protokolleri uygulayarak ameliyatları güvenli bir şekilde gerçekleştirmektedirler. Bu protokollerin içerikleri ile ilgili tartışmalar başlamış ve halen günümüzde de devam etmektedir.

Kardiyopleji verme yöntemleri ameliyat durumuna göre değişmektedir. Genelde aort kökünden antegrad verilir. Bazı vakalarda proksimal koroner arterlerde darlık, tıkanıklık ve plak oluşmasından dolayı antegrad dağılımı yetersiz kalabilmektedir. Bundan dolayı retrograd kardiyopleji ihtiyacı olmuştur. Antegrad ve retrograd kardiyopleji ikili olarak etkili bir miyokart koruması sağlamaktadır. Aort kapak ameliyatlarında aort kök kardiyopleji, retrograd ve koroner ostiumlardan verilmektedir [28].

Günümüzde ise miyokart hücrelerin zarar görmemesi ve canlılıklarının devam etmesi için kullanılan kardiyopleji solüsyonları çeşitleri

1.Kristalloid Kardiyopleji: En önemli özelliği 22,5 mEq/L K⁺ içeriğinde olmasıdır. Miyokart koruyuculuğu bakımından uzun ve kısa süreli olanları piyasalarda bulunmaktadır.

2.Kan Kardiyoplejisi: KPB başladıktan sonra hastadan alınan oksijenlenmiş kan ile hazırlanır. İçeriğinde ise 22,5 mEq/L K⁺ ve diğer elektrolitler (Mg ve HCO₃) eklenerek uygulanır. Kısa sürelidir. Belirli aralıklarda ek doz verilmesi gerekmektedir.

3.Delnido Kardiyopleji: Izoleks S serumu ile hazırlanır. 1:4 şekilde 1000 ml olarak uygulanır. 800 ml serum, 200 ml ile hastadan alınan oksijenlenmiş kan ilave edilir. Serum vaka öncesinde buzdolabında +4 derecede bekletilmesi gerek çünkü soğuk verilmektedir. Tek doz verildiğinde 90-120 dk arasında miyokart koruyuculuğu olduğunu yapılan yayınlarla desteklenmektedir. Kardiyopleji solüsyonu içerisine konulanlar; mannitol, potasyum, aritmal, magnezyum, sodyumbikarbonatdır. Tüm bu kardiyopleji solüsyonları kalbi diyastolde arrest yapmaktadır [28].

2.1.2.5. Kardiyopulmoner Bypass'da Başlangıç (Prime) Solüsyon Hazırlanması

KPB başlatılmadan KAM cihazını hazır halde bulunmalıdır. Bu cihazın devre elamanları olan arteriyel ve venöz hatlar sıvı ile doldurularak sistemdeki hava çıkarılması sağlanmaktadır. Bu sistemdeki hava çıkarılması için kullanılan sıvılara (başlangıç) prime solüsyonları adı verilmektedir. Açık kalp cerrahisinin başladığı ve KAM cihazı kullanılmaya başladığı tarihte heparinize edilmiş taze kan prime solüsyonu olarak kullanılmıştır. O tarihlerde devre elamanları büyük hacimli ve uzun olduğundan doldurmak için çok fazla miktarda kana ihtiyaç duyulması, kan bulunmasındaki zorluklar, kan kullanıma bağlı komplikasyonlar olduğundan kan kullanımı bırakılmıştır. Kan, prime solüsyonu olarak günümüzde infant ve derin anemik olmayan hastaların dışında kullanılmamaya başlanılmıştır. Kanın yerini kristalloid ve kolloid solüsyonlar almıştır. En çok tercih edilen kristalloid solüsyonlardır ve ringer, izoleks daha çok tercih edilmektedir[29]. Prime solüsyonları

ile KPB'ya başladığında hemotokrit seviyesi düşürmektedir ve % 22-27 arasında tutulması önerilmektedir. Düşük hemotokrit ile kan vizikositesi azaldığı için kan dokuların arasına girmesi kolaylaşmış olmaktadır. Böylelikle idrar miktarını, sodyum, potasyum ve kreatinin atılımını da artırmaktadır. Ancak dikkat edilmesi gereken hemodilüsyon intravasküler ozmotik basıncı azaltarak intersiyel ödeme neden olmaktadır ve bu sebepten fazla sıvı yüklemesi yapılmamaktadır. Yetişkin hastalar için prime solüsyonları 1-1,3 litre eklenmektedir. Günümüzde prime solüsyonları seçiminde merkezler arasında farklılıkları bulunmaktadır [29].

2.1.2.6. Antikoagülasyon

Heparin 1916 yılında Jay Mclean tarafından bulundu. Bu buluş da kalp cerrahisinin gelişmesine ve de KAM' sının kullanımını sağlamıştır. Bu madde kanın uzun süre vücut dışında yabancı ortamlardan pıhtılaşmadan dolaşmasını sağlamaktadır. Heparin antikoagülasyon etkisini ATIII aracılığıyla sağlamaktadır. ATIII 58000 dalton plazma glikoproteindir. Heparin ATIII bağlanarak yapısını değiştirmektedir. Oluşum içerisinde olan heparin- ATIII bileşiği trombin üzerine inhibitör etkisi yaparak trombinin pıhtılaşma mekanizmasındaki görevini engel koyarak antikoagülasyon etkisini başlatmaktadır [30].

KPB yöntemi ile ameliyat edilecek olan hastalara antikoagülasyon uygulaması kanül yerleştirmeleri öncesi yapılmaktadır. Heparin dozu 300-400 U/kg'dır. Heparin yapıldıktan sonra 3-7 dakika arasında etkisini göstermektedir. Antikoagülasyon değerini ölçmek için aktif koagülasyon zamanı (ACT) ile yapılmaktadır. ACT, KPB öncesi ideal değeri 480 sn. civarında tutulmaktadır. ACT değeri yükselmediğinde heparin dozu tekrarlanmaktadır. ACT ideal değere ulaşmazsa heparin direnci gelişmektedir. Hastada ATIII eksikliği düşünülerek 2 ünite taze donmuş plazma (TDP) veya rekombine ATIII konsantresi verilmektedir. TDP kanda bulunan ATIII seviyesini artırmaktadır. ATIII seviyesi artan hastaya, heparin uygulandıktan sonra ACT değeri yükselerek antikoagülasyon sağlamış olmaktadır [31].

KPB sırasında her 30 dakikada bir kontrol edilmektedir. ACT değeri düştüğünde heparin ilavesi yapılmaktadır. KPB sonrası heparin nötralizasyonu için protomin yapılmaktadır. Hastaya uygulanan her 100 ünite heparine karşılık 1 mg. protomin yapılmaktadır. Pozitif yüklü protomin molekülleri negatif yüklü heparin

moleküllerine bağlanarak inaktif olmasını sağlamaktadır. Protomin çok yavaş yapılmaktadır. Dolaşımında bulunan heparin-protomin kompleksleri kompleman sistemin aktivasyonuna sebep olmaktadır. Bu sebepten dolayı ani hipotansiyon gelişebilmektedir. Bu durum geçicidir ve kalsiyum ilacına iyi cevap alınmaktadır. Protomin yapıldıktan sonra ACT 5 dk sonra bakılarak ideal ACT değeri oluşmadıysa veya cerrahi alanda kanama varsa ek protomin yapılmaktadır [32].

2.2. Kardiyopulmoner Bypassda Akım ve Basınç Oranı

KPB sırasında en önemli amaç hastanın tüm organlarda perfüzyonun sağlanmasıdır. KPB perfüzyon akımı yetişkin hastalarda ortalama normotermik ısıda 2,4 lt/dk/m² olmaktadır. KPB sırasında en başında beyin olmak üzere tüm organların perfüzyonu için yeterli olan akımın sağlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli hususlar bulunmaktadır.

Bu hususları şu şekilde sıralanmaktadır.

- 1.Vücut yüzey alanı (BSA)
- 2.Hipotermi derinliği
- 3.Tüm vücut oksijen tüketimi
- 4.Kandaki oksijen miktarı
- 5.Asit-baz dengesi
- 6.Anestezi derinliği
- 7.Organların iskemiye karşı toleransı
- 8.Hemodilüsyon yeterince sağlanabilmesi

KPB sırasındaki organ perfüzyonunun tam olarak sağlanabildiğini en önemli göstergelerinden biri de doku oksijen göstergesidir. Doku oksijen sunumunu etkileyen en önemli faktörler pompa akımı, hemotokrit (HCT) düzeyi ve oksijen saturasyonudur. Pompa akımı, hastanın ısı, BSA ve Kİ göre ayarlanmaktadır [33,34].

KPB sırasında hipotansiyon, meydana gelmesi istenmeyen bir durumdur. Serebral perfüzyonda ortalama arter basıncı (OAB) 55-60 mmHg altında olmadığı sürece KPB sırasındaki akım değişikliklerinden etkilenmez. Başka bir hasta grubu olan serebravasküler hastalık, hipertansif ve yaşlı hastalarda serebral otonöregülasyon

bozulma olabilmektedir. Bu sebeplerden dolayı KPB sırasında en iyi serebral perfüzyonun sağlanabilmesi için OAB düşük olmaması gerekmektedir. KPB perfüzyon basınçları yetişkin hastalarda bu değerler 55-80 mmHg arasındadır [35].

2.3. Kalp Akciğer Makinesi Kurulumu

KAM cihazı kurulumunda kullanılan ana malzemeler oksijenetör ve tubing settir. Bununla beraber sistemin havasını çıkarmak için prime solüsyonlarına gerek duyulmaktadır. Perfüzyonist tek kullanımlık olan steril oksijenetör ve tübing seti, KAM cihazına kurar. Tüm hatlar yerleştirildikten sonra kontrol edilip sabitlenmektedir. Bu işlem bittikten sonra prime solüsyonları, heparin ve gerekli ilaçlar ilave edilerek sistemdeki hava da çıkarılmaktadır. Güvenlik için hava ve seviye dedektörleri çalışır hale getirilmektedir. Oksijenetöre CO₂ ve O₂ hava karışımı hattı da bağlanmaktadır. Karışım mekanik veya elektronik gaz karıştırıcılar tarafından denetlenmektedir [17].

KAM cihazı kurulum işlemi 10-15 dk içerisinde tamamlanmaktadır. Sistem kurulu bir vaziyette prime solüsyonu eklenmeden kuru bir şekilde 7 güne kadar kullanıma hazır bir şekilde korunaklı olarak bekletilebilmektedir. Sistem prime solüsyonu eklenirse 8 saat içinde kullanılması uygun görülmektedir. KAM cihazı kurulum aşaması tamamlandıktan sonra kontrol listesi ile tekrardan bağlantılar, alarmlar, tüm fonksiyonlar kontrol edilerek kayıt altına alınmaktadır [17].

2.4. Kardiyopulmoner Bypass Başlatılması ve Sonlandırılması

Kardiyopulmoner bypassın başlatılması cerrah, anestezi ve perfüzyonistin ortak kararı ile başlatılmaktadır. Venöz ve arteriyel hatlardaki klempler alındığından emin olunduktan sonra perfüzyonist KPB'sı başlatır. Başladıktan hemen sonra arteriyel hatdaki basınca ve venöz drenajın yeterliliği kontrol edilmektedir. Hastanın oksijen saturasyonu da bir sıkıntı oluşmadıysa KPB başladıktan 2-3 dk. sonra akciğerler kapatılarak, ventilatör cihazından ayrılır. Hasta ameliyat durumuna ve cerrahın istemine göre perfüzyonist hastayı soğutma işlemini başlatmaktadır. Cerrah yapılması planlanan operasyonu, kanülasyonu - kardiyopleji yöntemlerini belirler ve ekip lideri olarak operasyon sürecini yönetmektedir. Anestezist, anestezi derinliğini, hasta

ventilasyonunu, vital bulgularının takip ederek monitörizasyonunu sağlar. Perfüzyonist ise KAM cihazını çalıştırarak KPB başlatır. Bununla birlikte ACT kontrolünü takip etmekte, anestezi veya cerrah tarafından belirlenen ilaçları uygular ve tüm bu işlemlerinin kaydını tutmaktadır [17].

KPB başladıktan sonra kros klemp (KK) koymak için perfüzyonist hastayı soğutur, aynı zamanda basınç ve akım miktarını ayarlamaktadır. İstenilen ısı ve akıma ulaştıktan sonra asendan aortaya KK konulmaktadır. Konulan KK sonrası kardiyopleji verilerek kalp diyastolde arrest edilmektedir. Kalp 30-60 sn arasında aksi bir durum meydana gelmezse durması sağlanmaktadır. Kalbin durmaması veya geç durması durumlarında ise; yetersiz kardiyopleji miktarı, kardiyopleji basıncının sağlanamaması, aort kapak yetmezliği, KK kaçırması gibi durumlar da akla gelmektedir. Kalp durma işlemi sağlandıktan sonra, cerrahın kalp üzerinde yapacağı işlemler için gerekli ortam sağlanmaktadır [32].

Hasta KK aşamasında miyokart iskemisini önlemek için belirli sürelerde kardiyopleji verilmektedir. Cerrah kalp de yapacağı işlemi tamamladıktan sonra KK kaldırılmaktadır. Sol ventrikül hipertrofisi (SVH) olan hasta gruplarında, miyokardın iş yükünün ve oksijen tüketiminin artması nedeniyle KK sonrasında meydana gelen miyokart iskemisi ve reperfüzyon gibi durumları diğer SVH olmayan hasta gruplarından daha fazla etkilenmektedirler. Bu nedenlerden dolayı KK kaldırılmadan sıcak kan kardiyoplejisi miyokart iskemisi ve reperfüzyon hasarının azaltıldığı bildirilmektedir [32,36].

Hastanın monotorizasyon takibinde; arteryel kangazları, kalp ritmi, idrar çıkışı, basınçlar, kardiyak performansı değerlendirilip normal seyrine gelmiş ise ve hastanın ısınma işlemide tamamladıktan sonra hasta kademeli olarak KPB sonlandırılmaktadır [17].

2.5. KPB Aşamasında Hipotermi Uygulaması

Hipotermi, KAM cihazının klinik kullanımının yaygınlaşmasıyla ile intrakardiyak cerrahideki yeri çok uzun ömürlü olmamıştır. Fakat KPB ‘sın 1 yaşın altındaki çocuklarda sonuçlarının kötü olması nedeniyle hipotermi 1960 yıllarında tekrar kalp cerrahisinin de uygulanmaya başlanmıştır [18]. KPB aşamasında sistemik hipoterminin sağlanması ısıtıcı-soğutucu cihazlarıyla gerçekleştirilmektedir.

Hipotermi yapılması planlanan hasta KPB başladıktan sonra vücut soğutulur, operasyon tamamlandıktan sonra ise tekrardan ısıtılarak normotermi sağlanmaktadır.

Hipotermi derinliğine göre 4 gruba ayrılmaktadır.

1. Hafif hipotermi 35-32 °C
2. Orta dereceli hipotermi 31-26 °C
3. Derin hipotermi 25-20 °C
4. Çok derin hipotermi < 20 °C, şeklinde gruplandırılmaktadır [37].

Kardiyopulmoner bypassda hipotermi başlamasıyla pompa akım hızı Kİ ısı protokolüne göre azaltılır. Hafif hipotermide 60-70 mmHg, Orta dereceli hipotermide 50-60 mmHg, derin hipotermide 40-50 mmHg, çok derin hipotermide ise 30-40 mmHg hastanın ortalama arteryel kan basınç değerleri, KPB için yeterli olmaktadır [38,39,40].

KPB sırasında hipotermi uygulanmasıyla temel amaç, hücresel düzeyde meydana gelen tepkimeleri azaltılarak, adenozin trifosfat tüketiminin azaltılmasıyla birlikte hücresel pH korunması sağlamaktır. Hipotermi sayesinde oksijen tüketimi azalmaktadır. Oksijen tüketiminin azalması metabolik aktivitenin azalmasının göstergesi olarak değerlendirilmektedir. Oksijen tüketim 37 °C'de %100 iken 28 °C'de ise bu oran % 50'ye düşmektedir. Bu düşme devam eder fakat bir dereceden sonra sabit kalır ve azalmamaktadır. Bu süreç de sıfır olması mümkün olmamaktadır. Bu devam eden hipotermi aşamasında oksijen tüketimi azaldığı için iskemiye bağlı meydana gelen patolojik süreç de gecikmektedir. Bu uygulamayla vücudun önemli organları da (kalp, beyin, böbrek, akciğer gibi) KPB esnasında organ hasarı riski de azalmış olmaktadır [41]. Yapılacak ameliyata ve cerrahi uygulamaya göre vücut ısısı belirlenmektedir. Özellikle ameliyatlar olan pediyatrik ve aort operasyonlarında derin hipotermi uygulanmakta ve başarılı sonuçlar elde edilmektedir [42]. Açık kalp cerrahi ameliyatlarında genellikle kullanılan ısı 28-32 °C ile orta derinlikteki hipotermidir [43]. Klinik KPB sırasında kullanılan akım ve sistemik sıcaklık değerleri tablo1 ile verilmiştir. Fakat bazı durumlarda cerrahi prosedürün gerektirdiği şartlara göre cerrah tarafından bu değerlerin altında veya üstünde çalışması istenebilmektedir [33].

KPB’da hipotermi uygulaması iki yöntemle yapılmaktadır. Birincisi hastaların altına serilen özel hazırlanmış blanket yataklarıdır. Bu blanketlerin içerisinde su kanalları bulunur ve bu kanallarda dolaşmakta olan su ile sağlanmaktadır. İkinci yöntem ise oksijenatör içerisinde bulunan heat-exchanger ile sağlanmaktadır.

Vücut ısısı °C	Kardiak indeks (lt/dk/m ²)	
	Minumum	Maksimum
32-36	2,4	2,6
30-31	1,8	2,2
28-29	1,6	1,8

Tablo 1. KPB sırasında olması gereken akım miktarı ve sistemik sıcaklık

2.6. Kardiyopulmoner Bypassda Isıtma

Hasta hipotermiden sonra tekrar normal ısıya dönülmesinde zamanını iyi saptamak gerekmektedir. Isınma işlemine geç karar verilirse hastanın KPB süresi uzamaktadır. Erken karar verilmesi durumunda hipotermimin koruyuculuk etkisini azaltmaktadır. Küçük gaz kabarcıklarından hastayı korumak için hızlı ısıtımlardan uzak durulması gerekmektedir. Hasta ile perfüzyat ısı farkı 10-12⁰C’den fazla olmamaktadır. Kan proteinlerinin de zarar görmesini önlemek için ısıtıcıdaki suyun ısısı 42⁰ C’yi geçmemelidir. Isı farklarının en düşük düzeye indirilerek, organlardaki oluşabilecek hasarları önlenmesi için ısıtmanın yavaş ve kademeli olarak yapılmaktadır. Isı artışı 0,1-0,3⁰ C/dk dır. Diğer bir taraftan hastanın ameliyat öncesi altına serilen blanket ilk baştan vücut ısının yükselmesi ve devamında ise düşmesini önlemektedir [44].

2.7. Hemodilüsyon

Ameliyat esnasında KAM cihazı prime solüsyonları ile doldurulmuş hazır bekletilmektedir. KPB’a girildiğinde hemodilüsyon da başlamış olmaktadır. KPB girildiğinde yeterli hemodilüsyon olmadıysa venöz rezarvuara ilave sıvı alımı

alınmakta eğer HCT çok yüksek kaldıysa hastadan kan alınıp sıvı da verilerek hemodilasyon sağlanmaktadır. Hipotermi ile birlikte hemodilasyon sağlandığı için hastada anoksi meydana gelmemektedir [45].

Hemodilasyon yapılmasındaki amaçlar [46,47];

- * Kan viskozitesi azalır, mikrosirkülasyon artmasıyla doku perfüzyonu, oksijenasyon ve serebral akım artmaktadır.
- * Oligürü ve tüberküloz nekroz daha az olmaktadır.
- * Ameliyat için daha az kana ihtiyaç olmaktadır.
- * Sistemde kan az olduğundan kan hücreleri ve proteinler daha az zarar görmüş olmaktadır.
- * Hemodilasyon idrar miktarını artırmaktadır. Renal komplikasyonlar azalmaktadır.
- * Hemoliz riski azalmaktadır.
- * Ciddi asidozlar görülmemektedir.

Hemodilasyon ozmotik basıncı azaltır ve intersiyel ödeme sebep olmaktadır. Bu nedenle dikkatli uygulamak gerekmektedir [45].

2.8. Kardiyak İndeks

Kalp debisi (KD); kalbin dakikadaki pompaladığı kan hacmi olarak tanımlanmaktadır. KD, kardiyovasküler sistem görevlerinin değerlendirilmesinde en önemli hemodinamik göstergedir. KD değerleri kişiler arası farklılıklarda oluşmaktadır. Bu farklılıklar yaş, cinsiyet, vücut yüzey alanı, bazal metabolizma düzeyi ve egzersiz gibi olmaktadır. KD kişinin metabolik ihtiyacı değişen hareket düzeyine bağlı olarak artmakta veya azalmaktadır. Kadınların, erkeklere oranla KD'si % 10-20 oranında daha düşük olduğu bildirilmektedir. KD'sinin vücut yüzey alanına bölünmesiyle elde edilen değere kardiyak indeks denilmektedir. Kİ, kalp debisinin vücut yüzey alanının her bir metrekaresine gönderdiği kan miktarı olarak belirtilmektedir. Kİ farklı ebatlardaki bireylerin kalp debilerini doğru karşılaştırmaya yarayan standardize bir ölçüm yöntemidir [48].

Kardiyak indeks hesaplanması: $Kİ=KD/BSA$ olarak tanımlanmaktadır. Vücut yüzey alanı (BSA) hesaplamasında belirli bir formüle göre yapılmaktadır. $BSA=(boy*kilo)/3600)^{1/2}$ olarak hesaplanabilmektedir. KPB çalışma prensibi Kİ

protokolüne göre yapılmaktadır. Kalp cerrahisi merkezler arasında çok fazla önemsenmeyecek dercede çalışma prensibi farklılıkları olabilmektedir. Bu farklılıklar rutin işleyişi bozmamaktadır. Bazı durumlarda ise cerrahın, ameliyat şartları gereği bu protokolde değişiklik yapılarak perfüzyonistin çalışması istenilmektedir [49].

Kİ protokol dışı çalışmasında olumsuz bazı durumlar meydana gelebilmektedir. Bu olumsuz durumlar Kİ protokol dışı çalışma yapılmış olsa da her hastada olmamaktadır. Ancak ihtimaller göz önünde bulundurularak rutin çalışma prensibine uyulması gerekmektedir. Kİ çalışmasında akım miktarı arttığında en önemli komplikasyonu nörolojik sekeller ve bunun dışında yüksek debili yetmezlik; aşırı sıvı yükü, hepatoselüler yetmezlik, renal yetmezlik gibi durumları post-op dönemde olabilmektedir. Akım miktarı azaldığında ise beyin oksijenlenmesi yetersizliği, kardiyojenik şok, pulmoner embolizasyon, hipovolemi, dolaşım yetmezliğine bağlı olarak gelişen komplikasyonlar olabilmektedir [33].

Kİ protokolü hastanın vücut ısısına bağlı olarak ayarlanmaktadır. KPB'da genelde hastaya hipotermi uygulanmaktadır. Hasta hipotermide olduğu için metabolizma yavaşlamakta ve oksijen tüketimi azalmaktadır. Oksijen tüketimi ve sistemik dolaşımında kan ihtiyacı azaldığı için buna bağlı olarak perfüzyon akımı düşürülmektedir. Böylece kan elamanlarına pompanın verdiği travma azalmaktadır, daha kansız bir cerrahi ortam oluşturulmakta ve komplikasyon riski düşürülmektedir. KPB esnasında, kalp, durdurulduğunda soğuk hastada kalp kası miyokart korunması daha iyi olur ve membran stabilizasyonu sağlar ve böylece hücre bütünlüğü de korunmuş olmaktadır. KPB sırasında en çok etkilen organların başında beyin gelmektedir. Bu sebebden dolayı beyinin korunması güvenli perfüzyona bağlı olmaktadır. Hastanın güvenli perfüzyonun sağlanması hastaya yapılacak ameliyat çeşidine göre uygun ısı seçilmekte ve ısıya uygun Kİ çalışma protokolü yapılması gerekmektedir [24].

2.9. NIRS (Near-Infrared Spectroscopy)

NIRS bölgesel serebral oksijenasyonu (rSO₂) ölçen non-invazif yöntemle, sürekli ve eş zamanlı bir beyin monitirizasyonudur. Cihazın non-invazif oluşu, klinik ortamlarda kullanım kolaylığı, rahat taşınabilirliği nedeniyle NIRS cihazına

olan ilgi giderek artmaktadır. Yakın kızıl ötesi (YKÖ) önceki zamanlarda yapılan analitik çalışmalar için yeterli bir kapasitesi olmadığı düşünülmekteydi. Fakat son yıllarda, moleküler spektrometre gelişmekte gelecek yıllar içerisinde umut veren bir dal haline gelmiştir. Günümüzde NIRS tıbbi uygulamalarda non-invazif olarak yerleştirilerek büyük kolaylık sağlamaktadır. Vücut dokuları arasındaki kan akımlarının değerlendirilmesi, doku oksijenasyonu ve iskemik durumu göstermesi, ayrıca serebral fonksiyonların değerlendirilmesi gibi uygulamaların yapılabildiği sistem haline almaktadır. NIRS cihazıyla günümüzde kalp cerrahisinde serebral oksijenasyon değerlendirilmesinde kapsamlı bir bilgi vermektedir. Bununla birlikte serebral oksijenasyon değerlendirilmesi olarak iyi bir monitör olduğuna inanılmaktadır [50]. NIRS bağlanan hastada nabız veya akım ihtiyacı olmadan ölçüm yapılabilmektedir. Serebral oksijenasyon saturasyonu alt sınırı hastadan hastaya değişmektedir. Normal sağlıklı bireylerde %58-82 arasında seyretmektedir [51].

2.9.1. Tarihçe

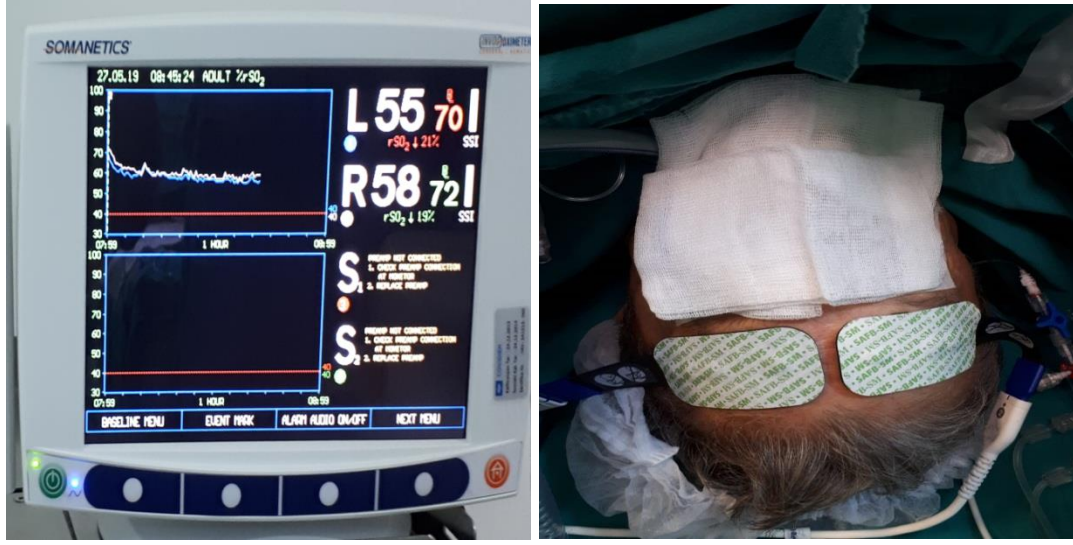
NIRS ölçme tekniği 100 yıllık bir geçmişe sahip olsada bu tekniği ilk olarak 1977 yılında Jobsis tarafından ortaya atılmıştır. Jobsis, beyin ve miyokard dokusunun oksijenlenmesini benzer bir yöntemle ölçmeyi başarmıştır. Daha sonraki ilerleyen zamanlarda 1985 yılında Ferrari ve arkadaşları NIRS kullanarak ilk olarak insanlarda serebral oksijenasyon ölçümünü gerçekleştirmişlerdir. Amerika gıda ve ilaç dairesinin (FDA) 1993 yılında değişik marka ve modellerde NIRS cihazıyla birlikte kullanımına olanak sağlamıştır [52].

2.9.2. NIRS Çalışma Sistemi

NIRS cihazını kullanan ekibin, cihazla ilgili öncelikle uygulama, temel prensiplerini ve kullanım sınırlarının bilinmesi bununla birlikte rScO₂ sonuçlarının doğru değerlendirilmesini yönünden önem arz etmektedir. NIRS sistemi üç ana bölüme ayrılmaktadır. Birinci bölüm dedektördür. Bu dedektör hastanın alın bölgesine uygulamaktadır ve bu dedektör geometrik şekline uygun yapılmıştır. Dedektörün içerisinde 2-10 arasında değişen ışık kaynağı light limited diyod (LED) ve gelen ışınları algılayan fototektör(ler) yer almaktadır. İkinci bölüme ise kontrol

devresi denilmektedir. Bu devre dedektör ile üçüncü bölüm olan monotorizasyon cihazı arasında bağlantıyı sağlamaktadır. Çalışma şekli de uygun dalga boyunda elektromanyetik ışımayı ve detektörlere yansıyan ışınların bilgi haline gelmesini sağlamaktadır. Dedektörlerden alınan verilerin filtreleme ve çoğaltma işlemini de yaparak doğru bir bilgi geçişini sağlamaktadır. Üçüncü bölüm de son olarak NIRS cihazı monitörizasyonu denilmektedir. Monitöre gelen benzer verileri dijital bilgi halini almasını sağlamaktadır. Alınan bu bilgileri kendi içinde farklı hesaplamalar ile grafiksel ve sayısal olarak göstermektedir [53,54,55].

Görülebilir ışık doku içerisinde çok kısa bir yol aldıktan sonra dokular tarafından ya emilim olmakta ya da dağılmaktadır. Ancak doku içerisinde bir cm. kadar yol alabilmektedir. Fakat kızılötesi (infrared) ışınları 700-1100 nanometre dalga boyunda çalıştığı için görülebilir ışığa göre dokularda daha fazla derinlere kadar ilerleyebilmektedir. Bu ilerleme yaklaşık 8 cm derinliğe nüfuz etmektedir [56]. Bir başka özelliği ise kemik dokudan geçebilmekte ve bu özellik sayesinde transkraniyal-serebral ölçümlerin yapılmasına olanak sağlamaktadır. Soma sensör aracılığıyla LED, zararsız kızılötesine yakın ışık saçar, saçlı deri ve kraniyal kemikten geçerek beyin dokusuna ulaşmaktadır. Dokudan yansıyan ve dağılan ışınlar fotodedektör görevini yürüten sensör vasıtasıyla algılanıp spektroskopi cihazına gönderilmektedir. Bu yapılan işlemde YKÖ ışımının doku geçirgenliğinin bağ oluşturmalarıyla beraberinde kırmızı küre içinde bulunan hemoglobin oksijenasyon durumunu ve hemoglobin oksijenasyondaki farklılıklara bağlı olarak YKÖ ışığın emilimi spektral ölçek de modifiye Lambert-Beer yasası kullanarak sayısal olarak görüntülenmektedir [57]. Frontal korteksdeki intraparakimial ve mikrodolaşımdaki oksijenasyonu göstermektedir [58]. Serebral takibi yapılan hastada serebral akım düşmesine bağlı olarak serebral oksijenasyonda düşmektedir. Kullanımı çok basittir. İki adet dedektörü vardır ve bu dedektörler alın bölgesine yerleştirilmektedir [51].



Şekil 7. NIRS cihazı ve çift taraflı yerleştirilmiş dedektörler.

2.9.3. Kalp Cerrahisinde NIRS Kullanımı

Hastanın başlangıç değerleri önemlidir ve mutlaka kayıtları tutulmaktadır. Hasta ameliyat masasına alındıktan sonra dedektörler alın bölgesine yerleştirilmektedir. Anestezi uygulaması başlamamış olması gerekmektedir. Alın bölgesine yerleştirilen bu dedektörler ile bölgesel beyin oksijen saturasyonu (bBO_2) izlenmesi sağlanmaktadır. Ameliyat yapılacak hastalarda NIRS uygulaması için yerleştirilen dedektörler ile bölgedeki oksihemoglobin (HbO_2) ve deoksihemoglobin (Hb) sinyalleri yorumlanmaktadır. Yapılan çalışmalarda frontal bölgedeki kan hacminin %75'ini venöz pleksuslar, %20'si arteriel ve %5'i kapiller oluşturmaktadır [59]. Başka bir anlatım şekli ise bu değerler beyin dokusunun kullandığı oksijen miktarını göstermektedir. Bu yöntemle KPB sırasında ısı ve perfüzyon akımdaki değişiklikleri anında izlenebilmektedir. Yetişkin kardiyak hastalarla yapılan bir çalışmada başlangıç rSO_2 değerleri 74 kişide 47-83 arasında bulunmuştur. Başlangıç değerine göre % 20 düşmesi ve veya NIRS değerinin %40 altına düşmesi serebral iskeminin gelişebileceği düşünülmektedir [60]. Beyin kan akımının değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer yöntem ise santral venöz kateterden alınan miks venöz oksijen saturasyonu (MvO_2) bakılmaktadır. Yapılan bir diğer çalışmada KPB esnasında perfüzyon akımı ve vücut sıcaklığı değişiklik olduğu dönemlerinde MvO_2 ve bBO_2 değerleri karşılaştırılması yapılmıştır. Bu karşılaştırmada MvO_2 'nin birkaç dakika farkla gecikmekte olduğu görülmüştür. Bu durumdan dolayı KPB esnasında bBO_2

takibini MvO_2 ile değil NIRS cihazıyla izlemek daha önemli bulunmuştur [61]. Günümüzde özellikle yetişkin hastalarda kalp cerrahisi sonrasında nörolojik hasarlar olabilmektedir. Nörolojik hasarları önlemek için öncelikle beyin monotorizasyonu tam anlamıyla sağlanmış olması ve rSO_2 düşmelerinde ise gereken müdahalelerin zamanında yapılması önem arz etmektedir. NIRS kalp cerrahisinde istenilen seviyede olmasa dahi günümüz şartlarında istenilen seviyeye yakın bir serebral oksijen monotorizasyonudur [62].

2.10. Kardiyopulmoner Bypassda Metabolik Değerler

2.10.1. pH Yönetimi

Vücut sıvılarındaki ve kandaki hidrojen iyonu konsantrasyonu (H^*) ve bu sıvıların asitlik derecesini göstermektedir. İnsan kanının pH yaşam değerleri 6,8- 7,8 arasında olmaktadır. Normal bir insanın kandaki pH değerleri ise 7.35-7.45 arasında yer almaktadır. Venöz kandaki pH değeri, arteryel kandaki pH değerinden 0.01-0.02 birim daha düşüktür. $pH < 7,35$ hidrojen iyonu konsantrasyonu normal değer üzerine çıkmıştır ve bu olaya asidemi, $pH > 7,45$ olduğunda hidrojen iyonu konsantrasyonu normal değer altına düşmüştür ve bu olaya alkalemi denilmektedir. Asit-baz dengesinde bu türden bozulmalar yapan olaylara ve bu olayların dokular üzerindeki neden oldukları değişiklikler ise asidoz veya alkaloz olarak adlanılmaktadır [63].

2.10.2. Laktat Metabolizması

Laktat pH'ın fizyolojik sınırlar dahilinde kaldığı güçlü bir iyondur. Laktat karaciğerde glukoneogeneze girerek metabolize edilmektedir. Kritik hastalarda bu metabolik yol bozulursa veya artan bikarbonatın renal atılımı (kritik hastaların bir kısmı zorunlu asidik idrar üretir) etkilenirse metabolik alkaloz ve hipokalemi gerçekleşebilmektedir. Kontrol edilemeyen diyabetik hastalarda ise laktatın glukoz dönüşümü ile glukoz düzeyi artacak olmasından KPB' da prime solüsyonlarına veya başka bir yolla ringer laktat kullanımından kaçınılması gerekmektedir [64].

Eritrositler dışında tüm hücreler laktat üretebilmektedir. Metabolizma hızı yüksek olan dokular (bağırsak, beyin, iskelet kası) büyük ölçüde günlük laktat üretimini sağlamaktadır. Laktat metabolizması esas olarak karaciğerde ve böbrekte görülmektedir. Laktat sadece piruvat dönüşümü ile metabolize edilmektedir. Bu nedenle kan laktat değerleri piruvat metabolizmasına bağlıdır. Karaciğer ve böbreklerin laktatı LDH ile piruvata çevirmesi sonucunda oluşan piruvatın daha sonra Krebs döngüsünde metabolize edilerek tekrar kullanımı (Cori Döngüsü) sayesinde laktat metabolizması dengesi sağlanmaktadır [65].

Laktat seviyesi KPB sırasında ki değişimlerde hastanın genel durumu değerlendirmesinde iyi bir belirleyici testtir. Laktat değeri morbidite ve mortalite ile beraberinde doğru orantılı olacak şekilde kesin bir değer aralığı tanımlı değildir. Fakat laktat arteriyel kanda 0,3-1,5 mmol/L arasında referans değerler olarak kabul edilmektedir [66].

Hiperlaktemi; laktat üretiminin artması veya tüketiminin azalması sonucu oluşmaktadır. Laktat seviyesinin 4,0 mmol/L veya daha yüksek olmasına hiperlaktemi denilmektedir. KPB sırasında laktat seviyelerinde büyük yükselişlerde olmaktadır. Bu yükselişleri sadece perfüzyon akımına da bağlamak doğru değildir. Fakat kalp cerrahisinde doku perfüzyon bozukluğuna bağlanmaktadır. Bu nedenle laktat değerlendirilmesi yapılırken hastanın genel durumunun iyi incelenmesi gerekmektedir. Çünkü laktat seviyelerinin artmasının başka nedenleri de bilinmektedir. Bu nedenlerden bazıları; metabolik bozukluklar, klasik şok, kritik hastalıklar, renal atılımın azalması, sepsis, kronik hastalık, hepatik laktat klerensinin azalması, artmış glikoliz gibidir. KPB sırasında hiperlaktemi olması mortalite riski ve artmış postoperatif morbiditeyle ilişkili olduğu bilinmektedir [67].

2.10.3. Parsiyel Arteriyel Oksijen Basıncı (pO₂)

Arteriyel kandaki oksijenin parsiyel basıncıdır. Oksijenasyon değerlendirilmesinde kullanılmaktadır. Kardiyovasküler sistemin en iyi gösteren hemodinamik veri kardiyak output olsa da, dolaşımın asıl görevi doku perfüzyonunu sağlamaktır. Doku perfüzyonun sağlanabilmesi için atmosferden oksijenin alınması gerekmektedir. Atmosferden alınan oksijen dokulara verilmesinde, kardiyovasküler ve solunum sisteminin birlikte çalışmasıyla başarılı olmaktadır [68].

KPB sırasında doku perfüzyonun sağlanabilmesi yeterli akım ve oksijen önem arz etmektedir. KPB sırasında doku perfüzyonun bozulması oksijenatör arızası, venöz dönüş bozukluğu, yetersiz perfüzyon akımdır. Venöz oksijen saturasyonu ve pO_2 doku perfüzyonu hakkında, oksijen saturasyonu ve parsiyel basıncıda oksijenatörün etkinliğini göstermektedir. Yetersiz doku perfüzyonu ve oksijenasyon; pH düşmesi, laktatın artması, miks venöz oksijen saturasyonu ve pO_2 belirlemektedir [68]. KPB sırasında pO_2 değerleri 200 ile 300 arasında tutulmaktadır [69].

2.10.4. Hemotokrit (HCT)

Kan numunesindeki eritrositlerin, plazmaya yüzdellik oranıdır. Kemik iliği tarafından üretilmektedir. Eritrositler akciğerlerden vücudun diğer organlarına oksijen taşımaktadır. HCT cerrahi travmalar ve ameliyat esnasındayken kan kayıplarını hesaplamada sık kullanılan bir parametredir. HCT normal değer aralığı erkekler için % 42-54, kadınlar için % 38-48 arasındadır. HCT sıvı alımları ve büyük kan kayıpları ile düşmektedir. Kan transfüzyonu ve hemokonstrasyon etkisiyle yükselmektedir [70].

KPB'da HCT değerleri, hemodilüsyon sonrasında düşmektedir. HCT düşmesiyle kandaki oksijen azalır fakat taşıma kapasitesi etkilenmemektedir. Bu yüzden KPB sırasında hemodilüsyon önemli olmaktadır. HCT'in düşük tutulması kan vizkositesini azaltmaktadır ve mikrosirkülasyonu artırmaktadır [70].

3. GEREÇ VE YÖNTEM

Tez çalışmamız Sağlık Bilimleri Üniversitesi Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulu tarafından verilen onayla prospektif olarak başlatıldı. Hastalardan aydınlatılmış gönüllü olur formu alındı. Çalışmamız Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi kardiyovasküler cerrahi ameliyat odasında yapıldı. Çalışmamıza cinsiyet ayırımı yapılmaksızın toplam 60 hasta ve koroner arter bypas ve kapak operasyonu geçirecek hastalar seçilerek dahil edilmiştir.

Çalışmamızda dışlanma kriterleri

- * 18 yaş altı
- * Diyabetik
- * Karotis darlığı olan
- * Periferik damar hastalığı olan
- * Renal yetmezliği olan
- * Nörolojik problemi olan
- * Acil operasyonlar

Operasyonda veya öncesinde inotrop alan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Çalışma yapılacak tüm hastalara anestezi öncesi bölgesel serebral oksijenasyon (rSO_2) değerlerini takibini sağlamak için NIRS dedektörü frontal bölgeye çift taraflı uygulandı, üzeri de ışık almaması için örtüyle kapatıldı ve devamında bazal değerler kayıt altına alındı. Bazal değerler alınırken hastaya 2 dakika oksijen 2ml/L/dk verildikten sonra bakıldı. Ayrıca hastaların hemodinamik monotorizasyonları; elektrokardiyogram (EKG) 5'li kabloyla bağlandı, santral venöz basınç (CVP), internal juguler vene takılarak ölçüm yapıldı, arteriyel basınç, O_2 saturasyon probu, ısı problemleri (kan ve rektal) takıldı.

Hastaya medyan sternotomi yapılarak operasyona başlanıldı. Anestezi öncesinde NIRS bağlandı ve bazal değerler alındı ve kangazı ölçümü yapıldı. Bununla birlikte aynı anda TA ve EKG verileri kayıt edildi. Tüm hastalara tansiyon(TA) , NIRS, kangazı (KG) takipleri yapıldı.

KG takibinde 7 ayrı zamanda bakıldı.

T1 .Anestezi öncesi

T2. Anestezi başladıktan 30 dk. sonra

T3. Perfüzyon akım hızı Kİ 2,2 /L/dk/m² başlamasının 5. dakikası

T4. Perfüzyon akım hızı Kİ 2,2 /L/dk/m² başlamasının 25.dakikası

T5. Perfüzyon akım hızı Kİ 1,8 /L/dk/m² başlamasının 25. dakikası

T6. Perfüzyon akım hızı Kİ 2,4 /L/dk/m² kros klemp alınmasından 15. Dakikası

T7. KPB bitiş sonrasında 30.dakikası

Tüm hastalara sabit oranda oksijen verildi. KPB öncesinde FiO₂ oranı %60, KK konulup 30°C'de iken FiO₂ % 45, KK kalktıktan sonra 37°C'de iken FiO₂ %65, perfüzyon sonra FiO₂ % 60 oranlarında verilmesi sağlandı. KPB öncesi heparin uygulanarak ACT 400 sn. üzeri oldu ve kanülasyon yapıldı. Daha öncesinden hazır olan KAM cihazı ile KPB perfüzyon akımı 2,4/L/dk/m² başlandı. Vücut ısısı 30°C olması sağlandı. Soğutma işleminde 10°C gradient su ve kan ısı farkına dikkat edildi. Hastanın ısı takipleri kan ve rektal ısı problemleri ile yapıldı. Aorta KK koyulduktan sonra kardiyopleji verilerek kalp diastolde arrest yapıldı. Perfüzyon akım hızı Kİ 2,2 lt/dk/m² olarak ayarlandı ve 25 dakika tamamlandıktan sonra perfüzyon akım hızı Kİ 1,8 lt/dk/m² olacak şekilde ayarlandı. Perfüzyon akım hızı Kİ 1,8 lt/dk/m² düşülüp ve 25 dk. sonra tamamlandı. Her iki Kİ çalışması 25'er dakikalık eşit zaman periyotlarında yapıldı. Bununla birlikte bu zaman periyotunda 5 dk aralarla da TA ve NIRS değerleri kayıt altına alındı. KK açıldıktan sonra vücut ısısı 37°C'ye uygun şartlarda yükseltildi. Perfüzyon akım hızı Kİ 2,4 lt/dk/m² olacak şekilde roller pompa hızı ayarlandı ve 15. dk. NIRS ve TA verileri kayıt edildi. Operasyon tamamlandıktan sonra hastanın hemodinamik verilerinde herhangi bir problem yoksa hasta KPB'dan çıkarıldı. Dekanulasyon işlemi yapıldı. KPB bitiş sonrasında 30.dakikasında NIRS ve TA verileri kayıt edildi. Tüm çalışma boyunca (NIRS ve TA) verilerin kayıt edilmesi toplamda 14 ayrı zamanda yapıldı

Tablo 2. Veri toplama yöntemi çizelgesi.

	bzal değ.	ane stzi	prfyn 2.2 l/dk	prfyn 2.2 l/dk	prfyn 2.2 l/dk	prfyn 2.2 l/dk	prfyn 2.2 l/dk	prfyn 1.8 l/dk	prfyn 1.8 l/dk	prfyn 1.8 l/dk	prfyn 1.8 l/dk	prfyn 1.8 l/dk	prfyn 2.4 l/dk	prfyn bitışs onrsı
zaman	opr. önce	30. dk	5. dk.	10. dk.	15 dk.	20. dk.	25 dk.	5. dk.	10 dk.	15. dk.	20. dk.	25. dk.	15. dk. snra	30. dk. snra
yaş														
cnsyet														
boy/ki lo														
bsa														
pomp. süresi														
k.k. süresi														
e.f														
tnsyn														
nırs														
ısl⁰ C	36	35	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	37	36
fiO₂	60	60	45	45	45	45	45	45	45	45	45	45	65	60
ph														
pO₂														
pcO₂														
hgb														
hct														
laktat														

3.1. Verilerin Değerlendirmesinde Kullanılan İstatiksel Yöntemler

Bu tez çalışmasında, 60 hastadan belirli zaman aralıklarıyla yapılan ölçümlerin değerlendirilmesi için ölçülen değişkenlerin bağımlı değişken yapısı oluşturmasından dolayı istatistiksel yöntem olarak tekrarlı ölçümler/bağımlı gruplara dayanan yöntemler uygulanmıştır. Çalışmada kullanılan tüm değişkenler normal ya da yaklaşık normal dağılım göstermektedir ($p>0,05$). Belirli zaman aralıklarıyla ölçülen tüm değişkenler için normal dağılım varsayımı karşılandığından ikiden çok grup karşılaştırmalarında bağımlı gruplar varyans analizi, iki grup karşılaştırmalarında ise bağımlı gruplar t testi uygulanarak sonuçlar değerlendirilmiştir.

4. BULGULAR

Bu tez çalışmasında kullanılan veri Sağlık Bilimleri Üniversitesi Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulu onayıyla, hastalardan aydınlatılmış gönüllü olur formu alınmak suretiyle Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi kardiyovasküler cerrahi ameliyat odasında elde edilmiştir. Tez çalışması cinsiyet ayırımı yapılmaksızın koroner arter bypas ve kapak operasyonu geçirecek toplam 60 hastanın dahil edildiği prospektif bir çalışmadır.

Çalışmadaki dışlanma kriterleri;

- a) 18 yaş altı
- b) Diyabetik
- c) Karotis darlığı olan
- d) Periferik damar hastalığı olan
- e) Renal yetmezliği olan
- f) Nörolojik problemi olan
- g) Acil operasyonlar

Operasyonda veya öncesinde inotrop alan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Öncelikle tez çalışmasına dahil edilen operasyon geçiren 60 (42 erkek 18 kadın) hastanın bazı demografik değişkenleri ile bu özelliklere ait bazı istatistik değerleri aşağıdaki tablolarda sırasıyla verilmiştir

Tablo 3. Cinsiyete göre hastalara ait bazı değişkenlerin değerlendirilmesi.

Değişkenler	Cinsiyet	N	Ortalama	Std. Sapma	p-değeri	Ortalama	Std. Sapma
Yaş	Erkek	42	60,45	8,51	0,820	60,27	9,55
	Kadın	18	59,83	11,87			
Boy	Erkek	42	168,04	8,96	0,000*	164,02	10,56
	Kadın	18	154,61	7,73			
Kilo	Erkek	42	79,59	12,62	0,005*	76,40	13,41
	Kadın	18	68,94	12,47			
VücutYüzey Alanı(BSA)	Erkek	42	1,91	0,23	0,000*	1,84	0,24
	Kadın	18	1,66	0,15			
KPB Süresi	Erkek	42	132,57	35,35	0,430	130,37	32,72
	Kadın	18	125,22	25,75			
KK Süresi	Erkek	42	88,85	26,65	0,403	87,10	24,64
	Kadın	18	83,00	19,20			
EF-Ejeksiyon Fraksiyonu	Erkek	42	54,28	7,70	0,124	55,25	7,39
	Kadın	18	57,50	6,24			

*p<0,05

Tablo 3'e göre; boy ($p=0,00<0,05$), vücut ağırlığı ($p=0,005<0,05$) ve vücut yüzey alanı ($p=0,00<0,05$) üzerinde cinsiyet etkilidir. Buna rağmen operasyon geçirme yaşı erkek ve kadınlar açısından birbirlerinden istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemektedir ($p=0,82>0,05$). Operasyon geçirme yaşına cinsiyetin herhangi bir etkisi yoktur. Benzer olarak operasyonda KPB süresi üzerinde ($p=0,43>0,05$); KK süresi üzerinde ($p=0,403>0,05$) ve EF üzerinde ($p=0,124>0,05$) hastanın kadın ya da erkek olmasının herhangi bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Yani söz konusu özellikler açısından erkek ve kadınlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Operasyon sırasında belirli zaman noktalarında hastaların tansiyon değerlerine ait istatistikler Tablo 4 ile verilmiştir:

Tablo 4. Hastaların operasyon sırasındaki tansiyon(sistol/diyastol) ve ortalama arter basınç (OAB) değerlerine ait bazı istatistikler.

Tansiyon Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Std. Sp.	OAB
Tansiyon Bazal Sistol Operasyon Öncesi	60	109,83	15,53	
Tansiyon Bazal Diyastol Operasyon Öncesi	60	67,73	10,72	81,76
Tansiyon Sistol Aneztezi 30.Dk	60	95,63	13,96	
Tansiyon Diyastol Aneztezi 30.Dk	60	64,50	9,44	74,87
Tansiyon Sistol Perfüzyon2,2lt 5.Dk	60	60,33	6,17	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon2,2lt 5.Dk	60	55,38	5,73	57,03
Tansiyon Sistol Perfüzyon2,2lt 10.Dk	60	62,25	6,04	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon2,2lt 10.Dk	60	57,48	6,20	59,07
Tansiyon Sistol Perfüzyon2,2lt 15.Dk	60	64,93	6,12	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon2,2lt 15.Dk	60	59,90	6,79	61,57
Tansiyon Sistol Perfüzyon2,2lt 20.Dk	60	65,93	6,71	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon2,2lt 20.Dk	60	60,28	6,67	62,16
Tansiyon Sistol Perfüzyon2,2lt 25.Dk	60	65,20	6,38	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon2,2lt 25.Dk	60	60,18	6,38	61,54
Tansiyon Sistol Perfüzyon1,8lt 5.Dk	60	64,27	6,51	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon1,8lt 5.Dk	60	59,28	6,41	61,14
Tansiyon Sistol Perfüzyon1,8lt 10.Dk	60	64,87	6,75	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon1,8lt 10.Dk	60	59,77	7,25	61,47
Tansiyon Sistol Perfüzyon1,8lt 15.Dk	60	65,23	6,78	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon1,8lt 15.Dk	60	59,92	6,50	61,69
Tansiyon Sistol Perfüzyon1,8lt 20.Dk	60	65,47	5,96	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon1,8lt 20.Dk	60	59,88	6,25	61,74
Tansiyon Sistol Perfüzyon1,8lt 25.Dk	60	65,42	7,26	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon1,8lt 25.Dk	60	59,90	6,05	61,74
Tansiyon Sistol Perfüzyon2,4lt 15.Dk Sonra	60	72,68	7,65	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon2,4lt 15.Dk Sonra	60	64,65	7,94	67,32
Tansiyon Sistol Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	105,47	13,16	
Tansiyon Diyastol Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	68,87	11,32	81,07

KPB esnasında Kİ'e göre, 2,2lt/dk/m² (yüksek perfüzyon akımı) ile 1,8lt/dk/m² (düşük perfüzyon akımı), aynı zaman noktalarındaki tansiyon değerlerinde oluşan istatistiksel farklılık Tablo 5 ve Tablo 6 ile verilmiştir.

Tablo 5. Tansiyon (Sistol) değişimlerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırma (Tansiyon Sistol)	N	Ortalama	Std. Sapma	t-değeri	p-değeri
perfüzyon2,2lt5.dk perfüzyon1,8lt 5.dk	60	60,33 64,27	6,17 6,51	-3,872	0,000*
perfüzyon2,2lt10.dk perfüzyon1,8lt 10.dk	60	62,25 64,87	6,04 6,75	-2,916	0,005*
perfüzyon2,2lt 15.dk perfüzyon1,8lt 15.dk	60	64,93 65,23	6,12 6,78	-0,362	0,719
perfüzyon2,2lt 20.dk perfüzyon1,8lt 20.dk	60	65,93 65,47	6,71 5,96	0,597	0,553
perfüzyon2,2lt 25.dk perfüzyon1,8lt 25.dk	60	65,20 65,42	6,38 7,26	-0,255	0,799

*p<0,05

Tablo 5'ten görüleceği gibi KPB esnasında yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki tansiyon(sistol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05^*$). Düşük perfüzyon akımı 5'nci dk ortalama tansiyon (sistol) değeri, yüksek perfüzyon akımdaki 5'nci dk ortalama tansiyon değerinden daha yüksektir ($64,27>60,33$).

Aynı şekilde yüksek ve düşük perfüzyon akımlarının 10.dk tansiyon (sistol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,005<0,050^*$). Düşük perfüzyon akımı, 10'ncu dk ortalama tansiyon (sistol) değeri, yüksek perfüzyon akımdaki 10'ncu dk ortalama tansiyon (sistol) değerinden daha yüksektir ($64,87>62,25$).

Bununla beraber yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki 15.dk tansiyon (sistol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p=0,719>0,050^*$).

Yine yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki 20.dk tansiyon (sistol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p=0,553>0,050^*$).

Benzer olarak; yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki 25.dk tansiyon (sistol) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmadığı görülmektedir ($p=0,799>0,050^*$).

Tablo 6. Tansiyon (Diyastol) değişimlerinin karşılaştırılması.

Karşılaştırma (Tansiyon Diyastol)	N	Ortalama	Std. Sapma	t-değeri	p- değeri
perfüzyon2,2lt 5.dk		55,38	5,73		
perfüzyon1,8lt 5.dk	60	59,28	6,41	-3,986	0,000*
perfüzyon2,2lt 10.dk		57,48	6,20		
perfüzyon1,8lt 10.dk	60	59,77	7,25	-2,346	0,022*
perfüzyon2,2lt 15.dk		59,90	6,79		
perfüzyon1,8lt 15.dk	60	59,92	6,50	-0,021	0,983
perfüzyon2,2lt 20.dk		60,28	6,67		
perfüzyon1,8lt 20.dk	60	59,88	6,25	0,492	0,625
perfüzyon2,2lt 25.dk		60,18	6,38		
perfüzyon1,8lt 25.dk	60	59,90	6,05	0,349	0,728

*p<0,05

Tablo 6'ya göre KPB esnasında, yüksek ve düşük, perfüzyon akımlarındaki 5.dk, tansiyon(diyastol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,00<0,05). Düşük perfüzyon akımı 5'nci dk ortalama tansiyon (diyastol) değeri, yüksek perfüzyon akımdaki 5'nci dk ortalama tansiyon (diyastol) değerinden daha yüksektir (59,28>55,38).

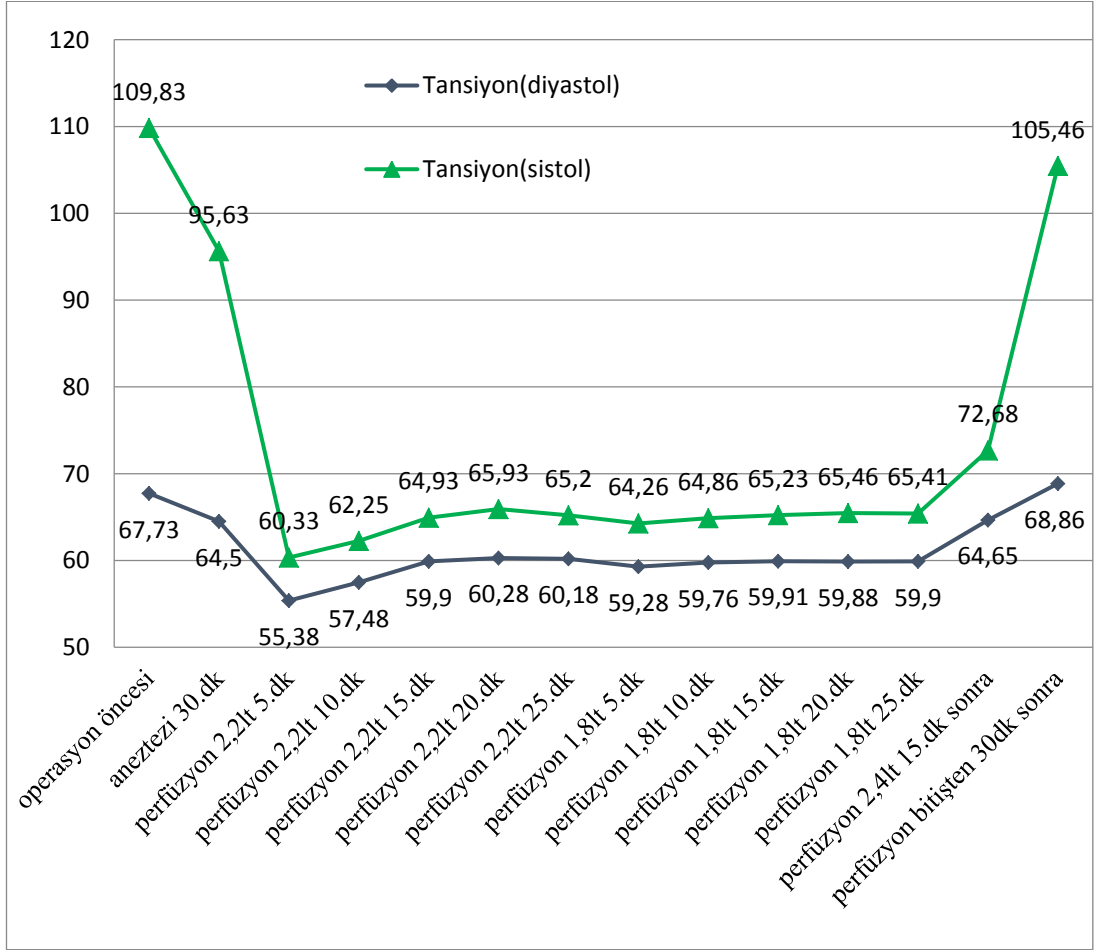
Aynı şekilde yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki 10.dk tansiyon (diyastol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,022<0,050*). Düşük perfüzyon akımı 10'ncü dk ortalama tansiyon (diyastol) değeri, yüksek perfüzyon akımdaki 10'ncü dk ortalama tansiyon (diyastol) değerinden daha yüksektir (59,77>57,48).

Bununla beraber yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki 15.dk tansiyon (diyastol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır (p=0,983>0,050*).

Yine yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki 20.dk tansiyon (diyastol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır (p=0,625>0,050*).

Benzer olarak; yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki 25.dk tansiyon (diyastol) değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmadığı görülmektedir (p=0,728>0,050*).

Hastaların ortalama tansiyon değerleri Şekil 8 ile aşağıda verilmiştir.



Şekil 8. Hastaların ortalama tansiyon değerleri.

Şekil 8'e bakıldığında KPB başladığında TA düŐtüęü ve sonrasında yükselişe geçerek yaklaşık bir sabitte kaldığı; operasyon bitip KPB sonlandırıldığı andan itibaren hastaların tansiyon değerlerinin yükselerek normal seyirde olduğu gözlenmiŐtir. Buna göre tansiyon (sistol/diyastol) değerleri, KPB esnasında, hem yüksek ve hem de düşük perfüzyon akımlarında aynı değer karakterini yansıtmaktadırlar.

Tez çalışmasında yer alan 60 hastanın operasyonun belirli anlarındaki pH seviyelerine ait bazı istatistikler Tablo 7 ile verilmiştir.

Tablo 7. pH değerlerine ait bazı istatistik değerler.

pH Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Standart Sapma
pH Bazal Operasyon Öncesi	60	7,40	0,05
pH Aneztezi 30.Dk	60	7,39	0,05
pH Perfüzyon2,2lt 5.Dk	60	7,39	0,07
pH Perfüzyon2,2lt 25.Dk	60	7,40	0,04
pH Perfüzyon1,8lt 25.Dk	60	7,40	0,04
pH Perfüzyon2,4lt 15.Dk Sonra	60	7,40	0,07
pH Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	7,37	0,05

Tablo 7'ye göre hastaların operasyon esnasındaki ortalama pH seviyelerinin en düşük 7,37; en yüksek 7,40 olduğu bu değerlerin ise hastanın sağlığı ile ilgili herhangi bir sıkıntı oluşturmadığı, pH için referans aralığının 7,35-7,45 olduğu literatür bilgilerinden aşıkardır [63].

Bununla beraber KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımlarında çalışılan aynı zaman noktalarındaki pH seviyesindeki değişime ait istatistiksel farklılık Tablo 8 ile verilmiştir.

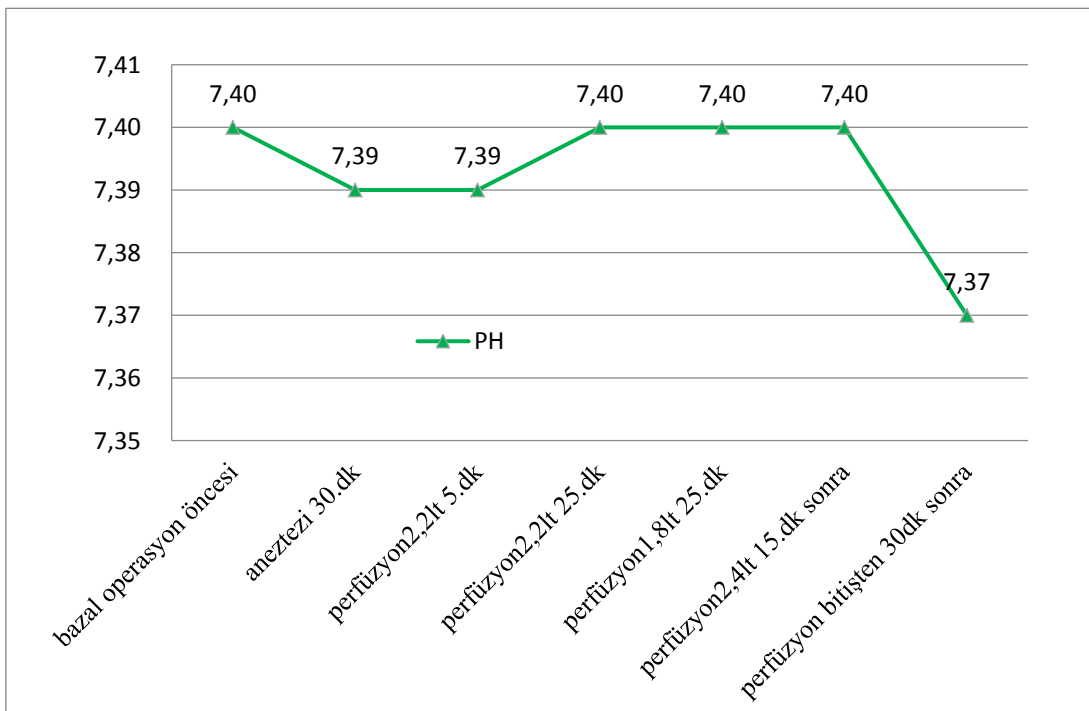
Tablo 8. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımlarında çalışılan aynı zaman noktalarındaki PH değişimi.

pH Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Std. Sapma	t- değeri	p- değeri
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		7,39	0,07		
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk	60	7,40	0,04	-0,253	0,801
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		7,39	0,07		
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	7,40	0,04	-0,187	0,852
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk		7,40	0,04		
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	7,40	0,04	0,026	0,979

Tablo 8'e göre; KPB esnasında yüksek perfüzyon akım 5.dk ile yine yüksek perfüzyon akımı 25.dk, pH değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p=0,801>0,05$).

Aynı şekilde yüksek perfüzyon akım 5.dk ile düşük perfüzyon akımındaki 25.dk, pH değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p=0,852>0,05$).

Benzer olarak; yüksek perfüzyon akım 25.dk ile düşük perfüzyon akımındaki 25.dk pH değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır ($p=0,979>0,05$). Bu ise KPB esnasında, perfüzyon akımlarındaki değişimin pH değerlerini etkilemediğini göstermektedir. Bunu aşağıda şekil 9 ile de görmek mümkündür.



Şekil 9. Operasyon esnasında pH ortalamalarındaki değişim.

Aynı zamanda operasyon sırasında pO_2 değerine ait bazı istatistikler ise Tablo 9 ile verilmiştir.

Tablo 9. Hastaların pO₂ değerlerine ait bazı istatistik değerler.

PO2 Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Standart Sapma
pO2 Bazal Operasyon Öncesi	60	85,03	23,30
pO2 Aneztezi 30.Dk	60	176,58	48,88
pO2 Perfüzyon 2,2lt 5.Dk	60	276,90	47,97
pO2 Perfüzyon 2,2lt 25.Dk	60	264,42	36,23
pO2 Perfüzyon 1,8lt 25.Dk	60	252,48	28,86
pO2 Perfüzyon 2,4lt 15.Dk Sonra	60	260,12	40,95
pO2 Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	200,62	77,01

Tablo 9'a göre KPB esnasında pO₂ ortalamalarının 260 ile 276 arasında olduğu gözlenmektedir ki bu da literatürde 200-300 normal sınırları içinde olduğunu göstermektedir [69]. Bununla beraber KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları arasındaki farklılık için aynı zaman noktalarındaki pO₂ seviyesindeki değişime ait istatistiksel farklılık Tablo 10 ile verilmiştir.

Tablo 10. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları, zaman noktalarındaki pO₂ değişimi.

PO2 Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Std. Sapma	t- değeri	p-değeri
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		276,90	47,97		
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk	60	264,42	36,23	1,851	0,069
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		276,90	47,97		
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	252,48	28,86	3,996	0,00*
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk		264,42	36,23		
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	252,48	28,86	2,539	0,014*

*p<0,05

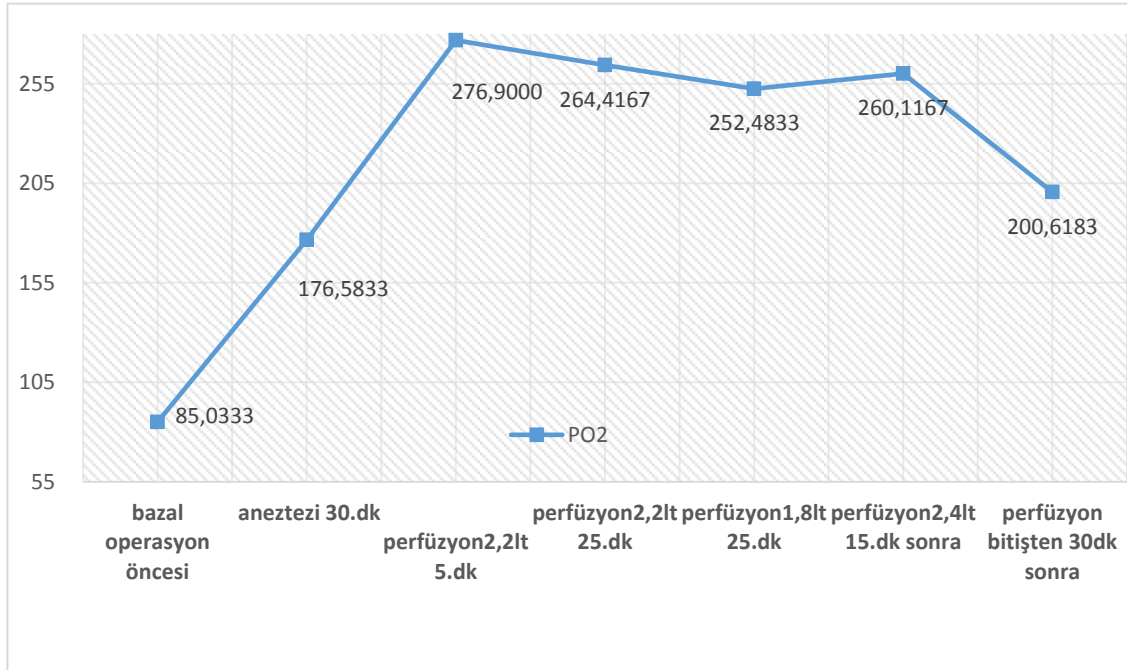
Tablo 10'a göre; KPB esnasında yüksek perfüzyon akımı 5.dk ile yine yüksek perfüzyon akımı 25.dk, pO₂ değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmamıştır (p=0,069>0,05).

Ancak; yüksek perfüzyon akımı 5.dk ile düşük perfüzyon akımındaki 25.dk, pO₂ değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,00<0,05). Yüksek perfüzyon akımı 5.dk zaman noktasındaki pO₂ değeri düşük

perfüzyon akımındaki 25.dk zaman noktasındaki pO₂ değerinden daha yüksektir. Perfüzyon miktarı arttıkça pO₂ değeri de artmaktadır.

Benzer olarak; yüksek perfüzyon akımı 25.dk ile düşük perfüzyon akımındaki 25.dk, pO₂ değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,014<0,05). Yine burada da yüksek perfüzyon akımı 25.dk zaman noktasındaki pO₂ değeri düşük perfüzyon akımındaki 25.dk zaman noktasındaki pO₂ değerinden daha yüksektir. Ancak belirli zaman noktalarında ölçülen pO₂ değerleri arasında oluşan anlamlı istatistiksel farklılık literatürde, pO₂ değerinin KPB esnasında 200 ila 300 arasında olmasının önemli olduğunu ve bu aralıktaki değerlerin aslında vücuda birbirlerinden farklı etki etmediklerini vurgulamaktadır [69,71].

Operasyon sırasında pO₂ düzeylerinin değişimi şekil 10 ile verilmektedir.



Şekil 10. Operasyon sırasında pO₂ düzeylerinin değişimi.

Şekil 10' da görüldüğü üzere; operasyon esnasında pO₂ ortalamaları 200,62 ila 276,9 değerleri arasında değişmekte olup istatistiksel olarak farklılaşsa dahi literatürde uygun görülen sınırlar arasında yer almaktadır [68,69].

Aşağıda operasyon sırasındaki HCT değerine ait bilgiler Tablo 11 ile verilmiştir.

Tablo 11. Hastaların HCT değerlerine ait bazı istatistik değerler.

HCT Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Standart Sapma
HCT Bazal Operasyon Öncesi	60	41,66	5,36
HCT Aneztezi 30.Dk	60	37,05	4,98
HCT Perfüzyon2,2lt 5.Dk	60	26,11	3,18
HCT Perfüzyon2,2lt 25.Dk	60	26,52	3,57
HCT Perfüzyon1,8lt 25.Dk	60	27,47	2,91
HCT Perfüzyon2,4lt 15.Dk Sonra	60	28,55	3,19
HCT Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	28,97	3,29

Tablo 11'e göre hastaların HCT değerleri KPB sırasında 26,11 ila 28,55 arasında değişmektedir. Bununla beraber; yüksek ve düşük perfüzyon akımlarının aynı zaman noktalarındaki HCT seviyesindeki değişime ait istatistiksel farklılık Tablo 12 ile verilmiştir.

Tablo 12.KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları, zaman noktalarındaki HCT değişimi.

HCT Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Std. Sapma	t-değeri	p-değeri
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		26,11	3,18	-2,066	0,043*
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk	60	26,52	3,57		
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		26,11	3,18	-9,161	0,000*
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	27,47	2,91		
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk		26,52	3,57	-5,094	0,000*
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	27,47	2,91		

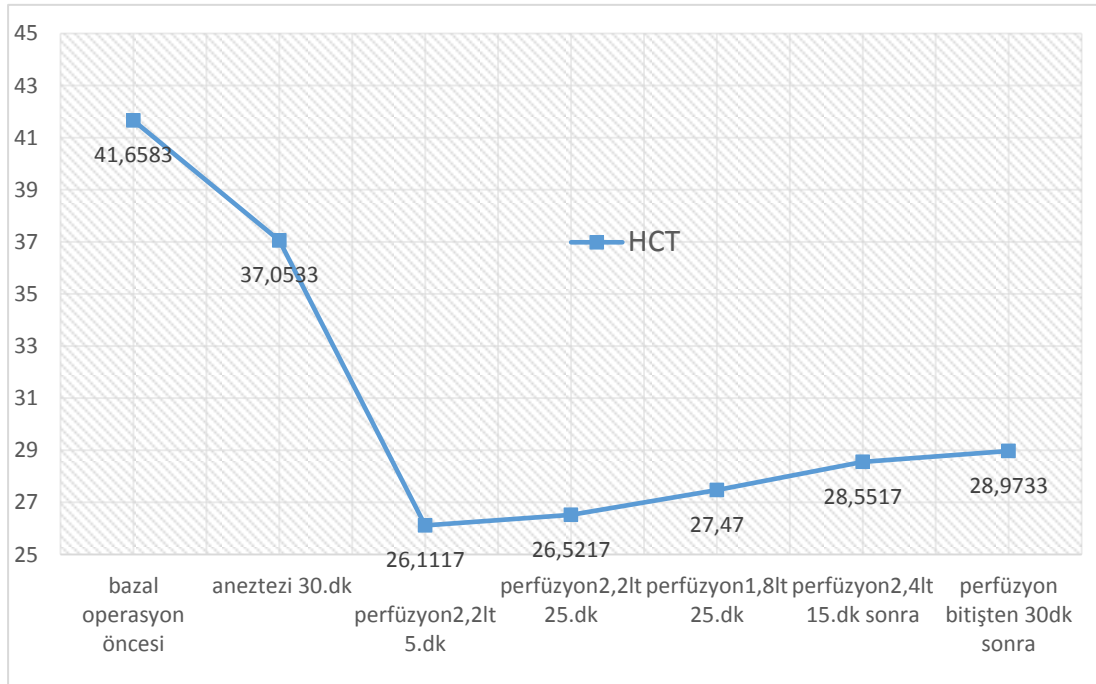
*p<0,05

Tablo 12'ye göre KPB esnasında; yüksek perfüzyon akımı 5.dk ile yine yüksek perfüzyon akımı 25.dk HCT değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,043<0,05$). Yüksek perfüzyon akımı 25.dk zaman noktasındaki HCT değeri ile yine yüksek perfüzyon akımı 5.dk zaman noktasındaki HCT değerinden daha yüksektir ($26,52>26,11$).

Yine; düşük perfüzyon akımındaki 25.dk ile yüksek perfüzyon akımı 5.dk perfüzyon akımlarındaki, HCT değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur($p=0,00<0,05$). Düşük perfüzyon akımı 25.dk zaman noktasındaki HCT değeri, yüksek perfüzyon akımı 5.dk zaman noktasındaki HCT değerinden daha yüksektir ($27,47>26,11$).

Benzer olarak; yüksek perfüzyon akımı 25.dk ile düşük perfüzyon akımındaki 25.dk HCT değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur($p=0,00<0,05$). Yine burada da düşük perfüzyon akımı 25.dk zaman noktasındaki HCT değeri, yüksek perfüzyon akımındaki 25.dk zaman noktasındaki HCT değerinden daha yüksektir ($27,47>26,52$). KPB başlayıp HCT değeri düştükten sonra hastanın hemokonsantörasyon etkisiyle yükselişe geçtiği gözlemlendi.

Operasyon sırasında HCT düzeylerinin değişimi şekil 11 ile verilmektedir.



Şekil 11. Operasyon sırasında HCT düzeylerinin değişimi.

Şekil 11’ de görüldüğü üzere HCT değerleri operasyon esnasında sabit bir seyir izlemiştir.

Aynı benzer incelemeler Laktat değerleri için de yapılabilir. Aşağıda operasyon sırasındaki Laktat değerine ait bilgiler Tablo 13 ile verilmiştir.

Tablo 13. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları, Laktat değerlerine ait bazı istatistik değerler.

LAKTAT Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Standart Sapma
Bazal Operasyon Öncesi	60	1,1583	0,55610
Aneztezi 30.Dk	60	1,0567	0,54567
Perfüzyon2,2lt 5.Dk	60	1,2100	0,54577
Perfüzyon2,2lt 25.Dk	60	1,3470	0,64828
Perfüzyon1,8lt 25.Dk	60	1,5405	0,79547
Perfüzyon2,4lt 15.Dk Sonra	60	1,9958	0,88212
Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	2,0680	0,96252

Tablo13'e göre çalışmaya katılan 60 hastanın operasyon esnasında Laktat ortalamaları 1,210 ile 1,996 arasında sabit bir seyirde değiştiği görülmektedir. Bununla beraber KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımlarının aynı zaman noktalarındaki Laktat seviyesindeki değişime ait istatistiksel farklılık Tablo 14 ile verilmiştir.

Tablo 14. KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımları zaman noktalarındaki Laktat değişimi.

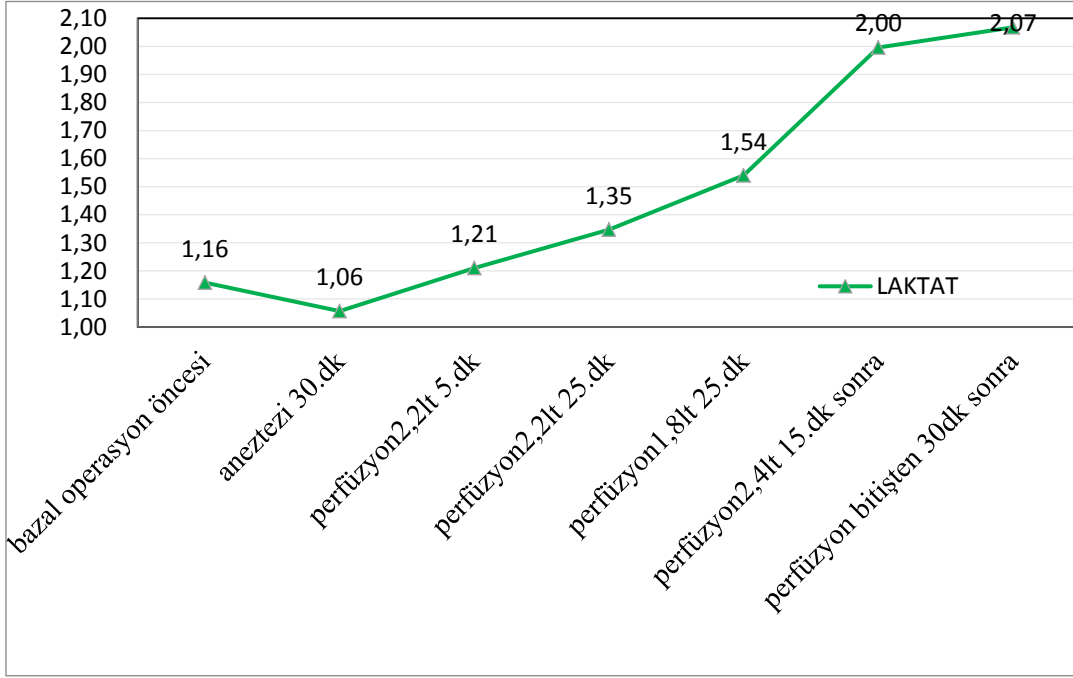
LAKTAT Ölçüm Zamanı	Ortalama	Ortalama	Std. Sapma	t-değeri	p-değeri
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		1,21	0,55	-4,113	0,00*
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk	60	1,35	0,65		
Perfüzyon 2,2lt/dk 5.dk		1,21	0,55	-5,969	0,00*
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	1,54	0,80		
Perfüzyon 2,2lt/dk 25.dk		1,35	0,65	-5,306	0,00*
Perfüzyon 1,8lt/dk 25.dk	60	1,54	0,80		

*p<0,05

Tablo 14'e göre KPB esnasında; yüksek perfüzyon akımı 5.dk ile düşük perfüzyon akımındaki 25.dk Laktat değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05$). Yüksek perfüzyon akımı 25.dk zaman noktasındaki Laktat değeri ile yine yüksek perfüzyon akımı 5.dk zaman noktasındaki Laktat değerinden daha yüksektir ($1,35>1,21$).

Yine; düşük perfüzyon akımı 25.dk ile yüksek perfüzyon akımı 5.dk HCT değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05$). Düşük perfüzyon akımı 25.dk zaman noktasındaki Laktat değeri ile yüksek perfüzyon akımı 5.dk zaman noktasındaki Laktat değerinden daha yüksektir ($1,54>1,21$).

Benzer olarak, yüksek perfüzyon akımı 25.dk ile düşük perfüzyon akımındaki 25.dk Laktat değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05$). Yine burada da düşük perfüzyon akımı 25.dk zaman noktasındaki Laktat değeri yüksek perfüzyon akımındaki 25.dk zaman noktasındaki Laktat değerinden daha yüksektir ($1,54>1,35$). Ancak tüm karşılaştırmalardaki farklılıklar nicelik olarak çok küçük olduğu görsel olarak operasyon sırasındaki Laktat düzeylerinin değişimi grafiğinde, şekil 12 ile verilmektedir



Şekil 12. Operasyon sırasında Laktat düzeylerinin değişimi.

Şekil 12'ye göre operasyon sırasında incelenen Laktat değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmış olmasına rağmen, literatürde Laktat değerinin 4 mmol/L 'den yüksek olması durumunda ancak doku kanlanmasının bozulduğu bu değer in aşağısındaki değişimlerin zararsız olduğu belirtilmektedir [66,67].

Operasyon sırasında belirli zaman noktalarındaki hastalara ait NIRS değerlerine ait bazı istatistikler Tablo 15 ile verilmiştir.

Tablo 15. Hastaların operasyon sırasındaki NIRS değerlerine ait bazı istatistikler.

NIRS Ölçüm Zamanı	N	Ortalama	Std. Sapma
NIRS Bazal Sol Operasyon Öncesi	60	67,27	8,45
NIRS Bazal Sağ Operasyon Öncesi	60	66,57	9,18
NIRS Sol Aneztezi 30.Dk	60	72,17	10,04
NIRS Sağ Aneztezi 30.Dk	60	70,88	9,55
NIRS Sol Perfüzyon2,2lt 5.Dk	60	67,22	9,38
NIRS Sağ Perfüzyon2,2lt 5.Dk	60	65,78	9,91
NIRS Sol Perfüzyon2,2lt 10.Dk	60	65,65	8,84
NIRS Sağ Perfüzyon2,2lt 10.Dk	60	64,42	8,80
NIRS Sol Perfüzyon2,2lt 15.Dk	60	64,18	8,48
NIRS Sağ Perfüzyon2,2lt 15.Dk	60	63,07	9,44
NIRS Sol Perfüzyon2,2lt 20.Dk	60	64,05	8,43
NIRS Sağ Perfüzyon2,2lt 20.Dk	60	62,55	9,04
NIRS Sol Perfüzyon2,2lt 25.Dk	60	63,50	8,32
NIRS Sağ Perfüzyon2,2lt 25.Dk	60	62,25	9,42
NIRS Sol Perfüzyon1,8lt 5.Dk	60	59,58	7,32
NIRS Sağ Perfüzyon1,8lt 5.Dk	60	59,05	8,76
NIRS Sol Perfüzyon1,8lt 10.Dk	60	59,20	7,41
NIRS Sağ Perfüzyon1,8lt 10.Dk	60	58,52	9,01
NIRS Sol Perfüzyon1,8lt 15.Dk	60	58,95	7,51
NIRS Sağ Perfüzyon1,8lt 15.Dk	60	58,07	9,13
NIRS Sol Perfüzyon1,8lt 20.Dk	60	58,58	7,20
NIRS Sağ Perfüzyon1,8lt 20.Dk	60	58,03	9,32
NIRS Sol Perfüzyon1,8lt 25.Dk	60	58,88	7,67
NIRS Sağ Perfüzyon1,8lt 25.Dk	60	57,82	9,63
NIRS Sol Perfüzyon2,4lt 15.Dk Sonra	60	70,15	8,43
NIRS Sağ Perfüzyon2,4lt 15.Dk Sonra	60	68,87	10,31
NIRS Sol Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	72,80	10,18
NIRS Sağ Perfüzyon Bitişten 30dk Sonra	60	70,73	10,51

KPB esnasında; yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki, aynı zaman noktalarındaki serebral oksijenasyon NIRS (sol) seviyesinde meydana gelen değişim için istatistiksel farklılık Tablo 16 ve Tablo 17 ile verilmiştir.

Tablo 16. NIRS (sol) değerleri arasındaki değişimin karşılaştırması.

Karşılaştırma (NIRS sol)	N	Ortalama	Std. Sapma	t- değeri	p- değeri	Yüzde değişim(%)
perfüzyon2,2lt 5dk	60	67,22	9,38	12,971	0,00*	6,77**
perfüzyon1,8lt 5dk		59,58	7,32			
perfüzyon2,2lt 10dk	60	65,65	8,84	10,013	0,00*	5,81**
perfüzyon1,8lt 10dk		59,20	7,41			
perfüzyon2,2lt 15dk	60	64,18	8,48	11,713	0,00*	4,80**
perfüzyon1,8lt 15dk		58,95	7,51			
perfüzyon2,2lt 20 dk	60	64,05	8,43	10,860	0,00*	5,00**
perfüzyon1,8lt 20 dk		58,58	7,20			
perfüzyon2,2lt 25 dk	60	63,50	8,32	10,137	0,00*	4,28**
perfüzyon1,8lt 25 dk		58,88	7,67			

*p<0,05

Tablo 16'ya göre, KPB esnasında; yüksek perfüzyon akımı 5.dk ile düşük perfüzyon akımı 5.dk NIRS (sol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05^*$). Düşük perfüzyon akımı 5'nci dk ortalama NIRS (sol) değeri, yüksek perfüzyon akımı 5'nci dk ortalama NIRS (sol) değerinden daha düşüktür ($59,58<67,22$).

Aynı şekilde yüksek perfüzyon akımı 10.dk ile düşük perfüzyon akımı 10.dk NIRS (sol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05^*$). Düşük perfüzyon akımı 10'ncü dk ortalama NIRS (sol) değeri, yüksek perfüzyon akımı 10'ncü dk ortalama NIRS (sol) değerinden daha düşüktür ($59,20<65,65$).

Bununla beraber yüksek perfüzyon akımı 15.dk ile düşük perfüzyon akımı 15.dk NIRS (sol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05$). Düşük perfüzyon akımı 15'nci dk ortalama NIRS (sol) değeri, yüksek perfüzyon akımı 15'nci dk ortalama NIRS (sol) değerinden daha düşüktür ($58,95<64,18$).

Yine yüksek perfüzyon akımı 20.dk ile düşük perfüzyon akımı 20.dk perfüzyon akımlarındaki, NIRS (sol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05^*$). Düşük perfüzyon akımı 20'nci dk ortalama NIRS (sol) değeri, yüksek perfüzyon akımı 20'nci dk ortalama NIRS (sol) değerinden daha düşüktür ($58,58<64,05$).

Benzer olarak; yüksek perfüzyon akımı 25.dk ile düşük perfüzyon akımı 25.dk NIRS (sol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur ($p=0,00<0,05^*$). Düşük perfüzyon akımı 25'nci dk ortalama NIRS (sol) değeri yüksek perfüzyon akımı 25'nci dk ortalama NIRS (sol) değerinden daha düşüktür ($58,88<63,50$).

Ayrıca ameliyat esnasında yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki için aynı zaman noktalarındaki dokulardaki NIRS (sağ) seviyesindeki değişim arasındaki farklılık Tablo 17 ile verilmiştir.

Tablo 17. NIRS (sağ) değerleri arasındaki değişimin karşılaştırması.

Karşılaştırma (NIRS Sağ)	N	Ortalama	Std. Sapma	t-değeri	p-değeri	Yüzde değişim(%)
perfüzyon2,2lt 5dk	60	65,78	9,91	9,893	0,00*	10,23**
perfüzyon1,8lt 5dk		59,05	8,76			
perfüzyon2,2lt 10dk	60	64,42	8,80	11,405	0,00*	8,69**
perfüzyon1,8lt 10dk		58,52	9,01			
perfüzyon2,2lt 15dk	60	63,07	9,44	10,805	0,00*	7,92**
perfüzyon1,8lt 15dk		58,07	9,13			
perfüzyon2,2lt 20 dk	60	62,55	9,04	9,940	0,00*	7,22**
perfüzyon1,8lt 20 dk		58,03	9,32			
perfüzyon2,2lt 25 dk	60	62,25	9,42	3,768	0,00*	7,11**
perfüzyon1,8lt 25 dk		57,82	9,63			

*p<0,05

Tablo 17'ye göre KPB esnasında; yüksek perfüzyon akımı 5.dk ile düşük perfüzyon akımı 5.dk NIRS (sağ) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,00<0,05*). Düşük perfüzyon akımı 5'nci dk ortalama NIRS (sağ) değeri, yüksek perfüzyon akımı 5'nci dk ortalama NIRS (sağ) değerinden daha düşüktür (59,05<65,78).

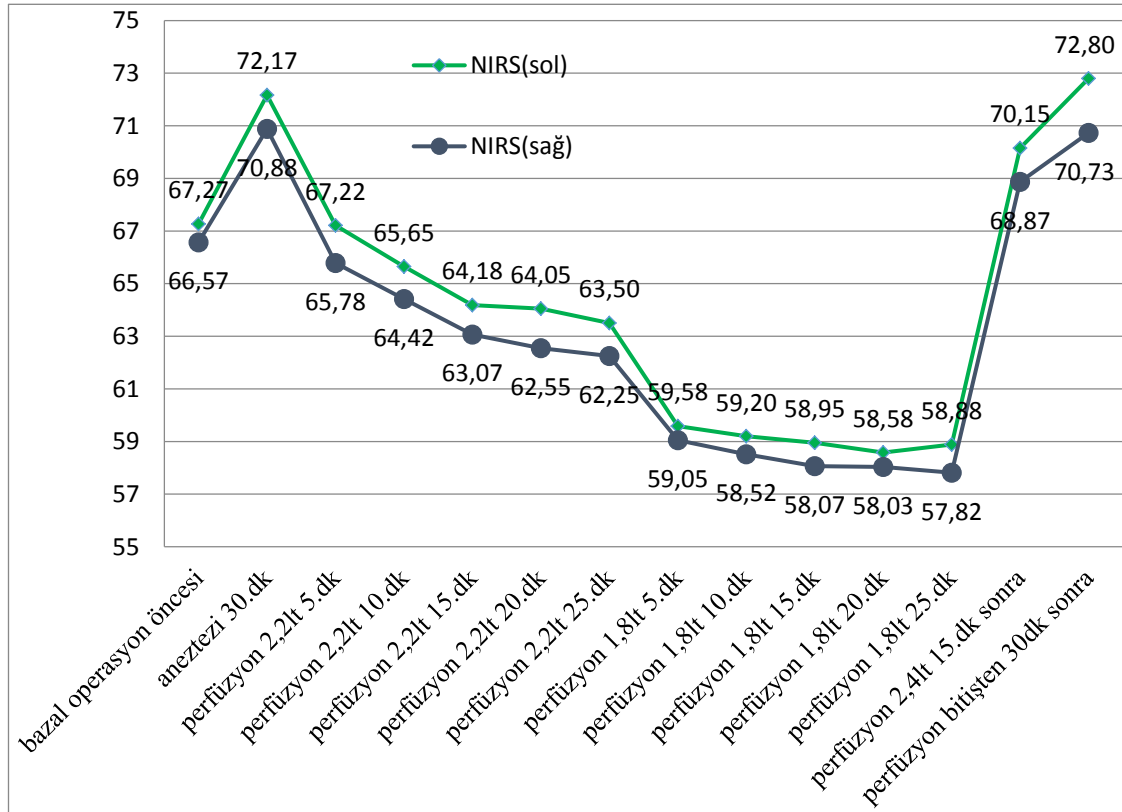
Aynı şekilde yüksek perfüzyon akımı 10.dk ile düşük perfüzyon akımı 10.dk NIRS (sağ) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,00<0,05*). Düşük perfüzyon akımı 10'ncü dk ortalama NIRS (sağ) değeri, yüksek perfüzyon akımı 10'ncü dk ortalama NIRS (sağ) değerinden daha düşüktür (58,52<64,42).

Bununla beraber yüksek perfüzyon akımı 15.dk ile düşük perfüzyon akımı 15.dk NIRS (sağ) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,00<0,05). Düşük perfüzyon akımı 15'nci dk ortalama NIRS (sağ)

değeri, yüksek perfüzyon akımı 15'nci dakikadaki ortalama NIRS (sağ) değerinden daha düşüktür (58,07<63,07).

Yine yüksek perfüzyon akımı 20.dk ile düşük perfüzyon akımı 20.dk NIRS (sağ) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,00<0,05*). Düşük perfüzyon akımı 20'nci dk ortalama NIRS (sağ) değeri, yüksek perfüzyon akımı 20'nci dk ortalama NIRS (sağ) değerinden daha düşüktür (58,03<62,55).

Benzer olarak; yüksek perfüzyon akımı 25.dk ile düşük perfüzyon akımı 25.dk, NIRS (sağ) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark oluşmuştur (p=0,00<0,05*). Düşük perfüzyon akımı 25'nci dk ortalama NIRS (sağ) değeri, yüksek perfüzyon akımı 25'nci dk ortalama NIRS (sağ) değerinden daha düşüktür (57,82<62,55).NIRS değerlerine ait ortalama grafiği Şekil 13 ile verilmiştir.



Şekil 13. Sağ ve sol NIRS ortalamaları.

Şekil 13'e göre operasyon sırasında serebral oksijenlenme düzeyi KPİ başlayıp yüksek perfüzyon akımı 5'nci dakikadan, düşük perfüzyon akımı 25'nci dakikaya, geçildiğinde düşmüş; bu andan itibaren operasyon bittikten ve KPİ sonlandırıldıktan

sonra yükselerek bazal değerden daha yüksek bir değere ulaşmış olduğu görülmektedir.

KPB esnasında, yüksek ve düşük perfüzyon akımlarındaki NIRS (sağ/sol) ile bazal değerlerin karşılaştırılması tablo 18 ve 19’ da gösterilmiştir

Tablo 18. NIRS (sağ) değerler ile bazal değerlerin karşılaştırılması.

NIRS (sağ)	N	Ortalama	Std. Sapma	t-değeri	p-değeri	Bazal Değere Göre Yüzde Değişim (%)
bazal operasyon öncesi perfüzyon 2,2lt 5.dk	60	66,57 65,78	9,18 9,91	1,052	0,297	1,18**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 2,2lt 10.dk	60	66,57 64,42	9,18 8,80	3,046	0,003*	3,23**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 2,2lt 15.dk	60	66,57 63,07	9,18 9,44	4,306	0,000*	5,26**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 2,2lt 20.dk	60	66,57 62,55	9,18 9,04	5,015	0,000*	6,03**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 2,2lt 25.dk	60	66,57 62,25	9,18 9,42	5,190	0,000*	6,48**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 1,8lt 5.dk	60	66,57 59,05	9,18 8,76	9,762	0,000*	11,29**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 1,8lt 10.dk	60	66,57 58,52	9,18 9,01	10,016	0,000*	12,09**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 1,8lt 15.dk	60	66,57 58,07	9,18 9,13	9,951	0,000*	12,77**
bazal operasyon öncesi & perfüzyon 1,8lt 20.dk	60	66,57 58,03	9,18 9,32	9,842	0,000*	12,82**
bazal operasyon öncesi perfüzyon 1,8lt 25.dk	60	66,57 57,82	9,18 9,63	10,134	0,000*	13,14**

*p<0,05 **BDGYD<%20,00

Tablo 19. NIRS (sol) değerler ile bazal değerlerin karşılaştırılması.

NIRS (sol)	N	Ortalama	Std. Sapma	t- değeri	p- değeri	Bazal Değere Göre Yüzde Değişim (%)
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 2,2lt 5.dk	60	67,22	9,38	0,066	0,947	0,07**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 2,2lt 10.dk	60	65,65	8,84	1,982	0,052	2,40**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 2,2lt 15.dk	60	64,18	8,48	3,784	0,000*	4,58**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 2,2lt 20.dk	60	64,05	8,43	4,058	0,000*	4,78**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 2,2lt 25.dk	60	63,50	8,32	4,570	0,000*	5,60**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 1,8lt 5.dk	60	59,58	7,32	9,211	0,000*	11,42**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 1,8lt 10.dk	60	59,20	7,41	9,745	0,000*	11,99**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 1,8lt 15.dk	60	59,58	7,32	9,211	0,000*	11,43**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 1,8lt 20.dk	60	58,58	7,20	10,237	0,000*	12,91**
bazal operasyon öncesi		67,27	8,45			
perfüzyon 1,8lt 25.dk	60	58,88	7,67	9,748	0,000*	12,46**

*p<0,05 **BDGYD<%20

NIRS (sağ/sol) değerleri için de ölçüm yapılan hemen hemen tüm zaman noktalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar (*p<0,05) oluşmasına rağmen; bazal değere göre karşılaştırmalarda ki tüm yüzde değişimler (BDGYD) %20'nin altında (**BDGYD<%20) kaldığı için operasyon sırasında hasta için herhangi bir

risk oluşturmadığı literatürde yer almaktadır. Yapılan klinik çalışmalar sonucunda varılan görüş birliğinde serebral oksijen saturasyon değerlerinin % 40'a düşmesi veya bazal değerlerinin %20'den fazla düşmesi olması anlamlı olarak kabul edilmektedir. Bundan ötürü serebral oksijen yetersizliği belirtisi olarak görölmektedir [60,61,62,79].

5. TARTIŞMA

Bu tez çalışmasında KPB ile açık kalp operasyonu geçiren hastalarda Kİ' göre iki farklı perfüzyon akımlarında NIRS değerlerinin değişimi incelendi ve çalışma prospektif olarak yürütüldü. Çalışma sırasında incelenilen değerler: NIRS (sağ/sol), tansiyon (sistol/diyastol), pH, pO₂, HCT ve Laktat değişkenleriydi.

Çalışmamızda demografik olarak değerlendirilmesinde 60 (42 erkek 18 kadın) hasta ile yapıldı. Boy (p=0.00), vücut ağırlığı (p=0.005) ve BSA (p=0.00) üzerinde cinsiyet etkilidir. Buna rağmen operasyon geçirme yaşı erkek ve kadınlar açısından aralarında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermedi (p=0.82). Postoperatif verilerin değerlendirilmesinde KPB süresi üzerinde (p=0.43): KK süresi üzerinde (p=0.403) ve EF üzerinde (p=0.124) hastanın kadın ya da erkek olmasında istatistiksel olarak anlamlı çıkmamıştır. Konu edilen tüm özelliklerin açısından cinsiyet karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur.

Çalışmada KPB esnasında, Kİ'e göre, 2,2lt/dk/m² (yüksek akım), ile 1,8lt/dk/m² (düşük akım), iki farklı perfüzyon akımlarıyla hastaların takip edildiği dönemlerde elde edilen verilerin zamanla değişimi incelendiğinde anlamlı istatistiksel farklılıklar bulundu. Bu ise doğal yaşam sistemlerinin yerini suni destek sistemleri almasının insan vücudunda önemli değişikliklere sebep olacağının bir göstergesidir. Aynı zamanda ölçülen değişkelerden de görülmüştür ki vücut suni destek sistemleriyle hiçbir zaman doğal sistem dengesine kavuşmamaktadır.

KPB esnasında; yüksek akım ve düşük akım 5 ve 10.dk tansiyon (sistol/diyastol) değerlerinin ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark çıkmıştır. KPB'da düşük akım 5'nci dk ortalama tansiyon (sistol) değeri, yüksek akım 5'nci dk. ortalama tansiyon(sistol) değerinden daha yüksektir (p=0,00<0,05*). Aynı şekilde düşük akım 10'uncu. dk. ortalama tansiyon (sistol) değeri, yüksek akım 10'uncu dk. ortalama tansiyon (sistol) değerinden daha yüksektir (p=0.005<0.050*). Benzer şekilde tansiyon (diyastol) için düşük akım 5'nci dk ortalama diyastol değeri, yüksek akım 5'nci dk ortalama tansiyon (diyastol) değerinden daha yüksektir (p=0,00<0,05*). Aynı şekilde düşük akım 10'uncu. dk ortalama tansiyon (diyastol) değeri yüksek akım daha yüksektir (p=0,022<0,050*). Grafikte de görüldüğü gibi

KPB'nin ilk dakikaları ve KK konulup başladığı zaman 5.dk. TA düşme eğiliminde olsa da normal sınırlar içerisinde kaldı, 10. dk yükselişe geçti ve 15.dk itibaren yükselerek sabit bir seyir ile çalışma yapılan KK zamanı tamamlandı. KPB başlanması ve hemodilasyonun etkisiyle TA değerleri literatüre uygun bir şekilde düşmektedir [71]. KPB'da TA değerleri literatür sınırları (OAB 55-80 mmHg) içerisinde yer almaktadır [72]. Joshi ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada 36-37 °C sıcaklıkta iken ortalama arter basınçları KPB'da 55-60 mm Hg altına düşmediği zamanda herhangi bir serebral otonöregülasyonda bozulma olmamıştır. Sıcaklık düşürülüp hipotermi sağlandığında metabolizma hızı azaldığından serebral oksijen ihtiyacı azaldığı bulunmuştur [71].

Bizim çalışmamızda KPB sırasında TA değerleri 5 ve 10. dk. istatistiksel olarak anlamlı olsa da, OAB 55-80 mmHg normal sınırlar arasında seyretmiştir. Her iki perfüzyon akımında da tansiyon (sistol/diyastol) değerlerinin zamana göre değişiminin de anlamlı fark olmadığı tespit edilmiştir. Tansiyon değerleri belli sabitlikte izlenmiştir. Bu ise operasyonun başarısı ve hastanın sağlığı için önemli bir durumdur.

pH değerinde operasyon esnasında farklı perfüzyon akımlarında çalışmanın hiç anlamlı etkisi gözükmemektedir. pH için referans aralığının 7,35-7,45 olduğu literatür bilgilerinden aşıkardır [63,82]. Yani pH üzerinde bu çalışmada perfüzyon akım debilerinin (yüksek akım ve düşük akım) herhangi bir etkisi olmamıştır ve tez çalışmamızdaki pH değerleri 7,39 ile 7,40 arasında seyretmektedir.

KPB esnasında vücut sıcaklığı 30⁰ C iken her iki perfüzyon akımında FiO₂ % 45 oranında oksijen verilmiştir. Bu iki akımdaki KG'ında arteriyel pO₂ değerlerine bakıldı ve arasındaki değişimlere gözlemlendi. KPB esnasında pO₂ ortalamalarının 252 ile 276 arasında olduğu gözlenmektedir. Yüksek perfüzyon akım sırasında pO₂ değerlendirmeler zamana bağlı değişiminde istatistiksel olarak anlamlı farklılık görülmedi. Ancak düşük perfüzyon akıma geçildiğinde elde edilen değerler yüksek perfüzyon akım ile karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulundu (p=0,014<0,05). KPB'da düşük perfüzyon akım döneminde iken pO₂ değeri düşmekte olsa da klinik olarak anlamlı olmadığı düşünülmüştür. Açıkça literatürde desteklemektedir ki, KPB esnasında pO₂ değerinin 200 ila 300 arasında olması fizyolojik olarak uygundur [68,69]. Bizim çalışmamızda da pO₂ değerleri bu referans aralığında seyrettiği için iki akım arasındaki istatistiksel farklılığın klinik olarak anlam ifade etmediği düşünülmektedir.

KPB'a başlamadan HCT değerleri belli seviyelerde iken KPB başlayıp hemodilasyonun etkisiyle düşmektedir. Hemodilasyon hastalarda mikro perfüzyonun artmasını sağlamaktadır. KPB sırasında hemodilasyon dokulara oksijen sunumunu artırmakta ve böylelikle serebral kan akımında artırarak serebral oksijenasyon korumada sağlamaktadır. KPB sırasında hemodilasyon etkisiyle HCT'in düşük tutulması kan viskozitesinin azaltır. Fakat oksijen taşıma kapasitesinin azaltmamaktadır [73]. KPB sırasında HCT değerleri sistemik sıcaklığa göre değişmektedir. KPB' da ideal HCT ve hipotermi sağlanması nörolojik hasarın ortaya çıkmamasında önemlidir. Bu ideal değer KPB' da ve 30 derecede iken %25-28 olarak bilinmektedir [70,74]. Bizim yaptığımız bu çalışmadaki HCT değerleri bu değerler arasında kalmıştır.

Çalışmamızda KPB başlamadan HCT değeri %37,05 iken KPB başlayıp yüksek perfüzyon akım ile çalışılmaya başlandıktan sonra %26,11 ve aynı akımın 25.dk' sında %26,52 ve düşük perfüzyon akıma geçilip ve sonrası 25.dk ise % 27,47 değerler ile çalışma tamamlandı. KPB başlayıp HCT değeri düştükten sonra hastanın hemokonsantrasyon etkisiyle yükselişe geçtiği gözlemlendi. HCT değerleri karşılaştırılması istatistiksel olarak anlamlı olsada klinik değerlendirmesinde bu farklılığın anlamlı olmadığı düşünüldü, çünkü KPB sırasında elde edilen HCT değerleri normal sınır arasında kalmıştır.

Bizim çalışmamızı destekleyen bir çalışmada Yichao Teng ve ark yapmış ve NIRS kullanmışlardır. KPB sırasındaki serebral oksijenasyon satürasyon izlemiş ve vücut sıcaklığı ve perfüzyon akımı ilişkilerini araştırırken serebral toplam hemoglobin konsantrasyonu değişimine de bakmışlardır. KPB'dan önce HCT % 35-40 arasında olduğunu göstermişlerdir. KPB'ın başlamasıyla tüm hastalar için hemodilasyon da uygulandığı için kanın viskozitesini sağlanmışlardır. Bununla birlikte serebral iskemi riskinden kaçınmak için de HCT değerini %20-30 arasında, çoğunlukla da % 25 civarında tutmuşlardır. Yayınlamış olduğu sonuçta: KPB sırasında hastalar için güvenli HCT değeri %20-30 arasında olduğunu bildirmektedir [65].

Laktat değeri düşük perfüzyon akımındayken, yüksek perfüzyon akımına göre yükselişe geçmektedir. Grafik de gösterildiği gibi yüksek perfüzyon akımının 5.dk. 1.21 mmol/L, aynı perfüzyon akımın 25.dk. 1.35mmol/L, düşük perfüzyon akımı 25.dk. 1.54 mmol/L sonuçları çıkmıştır. Bizim çalışmamızda laktat değişkeni için

operasyon sırasındaki zaman göre değişim anlamlı olmasına rağmen, Laktat >4 mmol/L'den üzerine çıkmamış olması doku perfüzyonunu bozulmadığını ve herhangi bir hasar durumu oluşmadığını gösterir [67].

Laktat değerleri üzerine, Philippe ve ark yaptığı bir çalışmada yetişkin kalp cerrahisinde KPB sırasındaki yüksek laktat seviyeleri üzerine araştırma yapmışlardır. 1376 hasta çalışmaya dahil edilmiş ve 227'si KPB sırasında 4,0 mmol/L veya daha yüksek bulundu. KPB sırasında laktat seviyelerinin 4,0 mmol/L'den yüksek olan hastalarda postoperatif mortalite oranı ve morbidite bu grupta daha yüksek bulunduğunu göstermişlerdir [67].

Başka bir benzer çalışmada Siegel ve ark yapmışlardır. Laktat seviyelerinin sebepleri, bradikardi ve doku oksijen atılımının azalması olabileceğini bildirmişlerdir. KPB süresi, hipotermi, soğuma-ısınma gradientleri ve süreleri HCT değeri ve PH yöntemleri, KPB esnasında doku perfüzyon bozukluğuna etki eden sebeplerdir. Ayrıca KPB'da sistemik inflamatuvar cevaplarda dokudaki oksijen değişimindeki bozulmaya neden olmaktadır. Bununla birlikte cerrahiden kaynaklanan venöz dönüşün bozulması, iç organlar arasındaki kan akımı veya fazla sistemik bozulmalar doku perfüzyonunu azaltmaktadır [75,83].

KPB sırasında, serebral oksijenasyon monötorozasyonu nörolojik hasarları önlemek için önemli olduğu bilinmektedir. KPB sırasında, serebral hipoksinin neden olduğu yapısal ve işlevsel hasarları önlemek için serebral oksijenasyonun doğru yansıtılabilirliğini kontrol edilmelidir. NIRS ölçüm tekniği, KPB esnasında ideale yakın bir serebral oksijen monitörizasyondur. NIRS hipotermi esnasında da kullanılabilir. Hipoterminin serebral fonksiyonlar üzerine koruyucu etkisi çok sayıda çalışmada gösterilmektedir. Nörobilimciler serebral hasarlı hastaların, vücut ısıları bazal değerden $2-5^{\circ}\text{C}$ altında yoğun bakımlarda takip edilmesinin serebral koruyucu olduğu görüşünü savunmaktadırlar [76]. Berntman L ve ark düşük dereceli hipoterminin beyin koruyucu etkisi üzerine, yaptığı bir çalışmada; tek taraflı karotis ligasyonu olan erkek wistar fareleri hipokside kalması sağlamışlar ve 20 dk boyunca pO_2 düzeyleri 20-23 arasında tutulmuş ve vücut sıcaklıkları 37, 36, 34 derece olması sağlanmış. Sonuç olarak 37°C olarak tutulan farelerde aşırı yüksek beyin laktat ve ciddi metabolik değişiklikler olmuş. 36°C olarak tutulan farelerde ise 37°C deki farelerle aynı şekilde olmuş. 34°C olarak tutulan farelerde ise beyin laktat düzeyi normotermik tutulanlara göre 3 kat daha az bulmuşlar. Vücut sıcaklığın düşmesi

hipoksi sırasında, beyin korumalarda faydalı olacağını klinik olarak önermektedirler [77].

KPB’da iki farklı Kİ’e (yüksek akım 2.2lt/dk/m² ile düşük akım 1,8lt/dk/m²), göre perfüzyon akımı ile çalışıldı, aynı zaman noktalarındaki NIRS üzerine etkilerinin değerlendirilmesi yapıldı. NIRS değerlendirilmesinde iki farklı perfüzyon akımı ayrı ayrı bazal değerler ile karşılaştırıldı ve her iki perfüzyon akımı da kendi arasında da karşılaştırıldı.

Bununla birlikte tez çalışmamızda, her iki perfüzyon akımın kendi arasında aynı zaman noktalarında ölçülen NIRS değerlerinin karşılaştırmasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulundu ($p=0,00<0,05^*$). Yüksek perfüzyon akımında iken NIRS (sağ/sol) değerleri, düşük perfüzyon akımında akım ölçülen NIRS (sağ/sol) değerleri değerinden daha yüksek bir seyir izlemektedir.

NIRS değerleri, yüksek perfüzyon akımının ilk 5.dk en yüksek olduğu zaman, aynı akımın 25. dk’sına kadar kademeli olarak minimal düşüşe geçmiştir. Düşük perfüzyon akımına geçildiğinden itibaren 5.dk sonra grafikte de çok açık görüldüğü gibi çok net bir düşüş olduğu ve aynı akımın 25. dk’sına kadar sabit bir seyirde olduğu gözlemlendi. Hung ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada genel anestezi altında iki gruba ayrılan genç ve yaşlı hastalar anestezi indüksiyonunda ve hemodinamik değişiklikleri ve serebral oksimetri üzerine olan etkilerini karşılaştırmış. Her iki gruptaki hastalarda OAB ve serebral oksimetri değerleri kaydedilmiş. Bu iki gruba indüksiyon sırasında propofol uygulanmış ve hipotansiyon geliştiğini belirtmişlerdir. İndüksiyon sırasında OAB ve serebral oksimetri değerlerinde bazal değerlere göre istatistiksel olarak anlamlı düşüşler olmuştur. Bu çalışmada serebral oksimetri değerinin OAB, pO_2 , cO_2 gibi değerlerden etkilendiğini bildirmişlerdir [78]. Burada ki karşılaştırma da, amacımız iki perfüzyon akımın geçişlerinde serebral oksijenasyon üzerindeki etkilerini göstermektir.

Bununla birlikte KPB sırasında yüksek ve düşük perfüzyon akımlarında NIRS (sağ /sol) değerleri ile bazal değerlerin karşılaştırılmasında ölçüm yapılan tüm zaman noktalarında istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulundu. NIRS (sağ) bazal değerler ile yüksek perfüzyon akımının da iken NIRS (sağ) değerlerinin, karşılaştırılmasında ilk 5.dk’ sında yüzdelerik değişim % 1,18 oldu ve aynı akımın 25.dk’ sına kadar en yüksek % 6,48 fark bulundu. Aynı şekilde NIRS (sol) bazal değerler ile yüksek

perfüzyon akımında NIRS (sol) değerleri için ilk 5.dk' sında yüzdelerik değişim % 0,07 oldu ve aynı akımın 25.dk' sına kadar en yüksek % 5,60 fark bulundu.

Benzer olarak NIRS (sağ/sol) bazal değerler ile düşük perfüzyon akımı karşılaştırılmasında ölçüm yapılan tüm zaman noktalarında istatikseler olarak anlamlı farklılıklar bulundu. NIRS (sağ) bazal değerler ile düşük perfüzyon akımında iken NIRS (sağ) değerlerinin, karşılaştırılmasında ilk 5.dk sında yüzdelerik değişim % 11.29 oldu ve aynı akımın 25.dk'sına kadar en yüksek % 13,14 fark bulundu. Aynı şekilde NIRS (sol) bazal değerleri ile düşük perfüzyon akımında NIRS (sol) değerleri için ilk 5.dk' sında yüzdelerik değişim % 11.42 oldu ve aynı akımın 25.dk sına kadar en yüksek % 12,46 fark bulundu.

Bununla birlikte her iki perfüzyon akımlarının, bazal değerlere göre tüm oranlar karşılaştırılmasında (BDGYD) %20'nin altında, (**BDGYD<%20) kaldığı için operasyon sırasında hasta için herhangi bir risk oluşturmadığı literatürde yer almaktadır [60,61,62,79]. Yapılan klinik çalışmalar sonucunda varılan görüş birliğinde serebral oksijen saturasyon değerlerinin % 40'a düşmesi ve/veya bazal değerlere göre %20'den fazla düşmesi anlamlı olarak kabul edilmektedir. Bu durum Serebral oksijen yetersizliği belirtisi olarak görülmektedir [60,61,62,79]. Gökçe Ültan ve arkadaşlarının yaptığı bir çalışmada yaşlı hastalar üzerinde yapılan göz sinir bloklarında serebral oksijen saturasyonu bazal değerlerin % 20'sinden daha fazla düşmediği takdirde hastaların bilişsel fonksiyonlarda değişiklik olmadığı, beynin klinik olarak etkilenmediği gösterilmiştir [79]. Guarcino ve arkadaşlarının yaptığı başka bir çalışmada KABG cerrahisi geçiren hastaların NIRS ile monotorizasyonu yapılmış ve rSO₂'nin % 40'ın altında seyrettiği hastalarda postoperatif frontol lop disfonksiyonu olduğu bildirilmiştir. Yine aynı çalışmada NIRS değerlerinin intraoperatif düşük seyretmesi ile postoperatif bilişsel bozukluklarla ilişkisi olduğu gösterilmiştir [80]. Bizim çalışmamızda da yukarıda belirtildiği gibi NIRS değerlerinin, bazal değerlerin %20'sinden fazla düşüş olmadığı için hastaların serebral oksijenasyonunda herhangi bir problem olmadığı düşünülmektedir

Yapılan başka bir çalışmada KABG cerrahisi yapılan 200 hasta rastgele olarak iki gruba ayrılmıştır. Bir gruba NIRS monitorizasyonu yapılmış fakat hastaya yapılan müdahaleler NIRS değerlerine bakılmadan yapılmıştır. İkinci gruba ise NIRS monitorizasyonu yapılmış ve bu gruptaki değerler monitorize edilmiştir. Başlangıç NIRS değerlerinde azalma olduğunda, serebral perfüzyon basıncı, OAB, Kİ, FiO₂ ve

HCT değerleri için girişimsel uygulamalar yapılmıştır. İkinici gruptaki hastaların % 56'sında serebral desaturasyonlar gözlenmiş ve hastaların % 80'inde yapılan girişimsel uygulamalar başarılı sonuçlar getirmiştir. Kontrol grubunda ise yoğun bakımda kalış süreleri uzun, ciddi organ morbidite ve mortalite oranının yüksek olduğu gösterilmiştir [81].

6. SONUÇ

Yapılan prospektif tez çalışmasında KPB esnasında sistemik sıcaklık 30⁰ C'de iken Kİ çalışma protokolüne göre hastalara iki farklı perfüzyon (yüksek akım 2,2lt/dk/m², düşük akım 1,8lt/dk/m²) uygulandı. Bununla beraber operasyonun başlangıcında-sonunda ve KPB esnasında operasyonun iyiliği ve hastaların sağlığını sürekli kılan belirli zamanlar da ölçümler yapıldı. Bu ölçümlerde yüksek ve düşük perfüzyon akımlarda aynı zaman noktalarında iken pH, Laktat, pO₂, HCT ve TA normal sınırlar arasında kalmıştır. Yine perfüzyon akımlarında ki NIRS değerleri ile başlangıçta ki NIRS değerlerine göre düşme olsada normal sınırlarda kalmıştır. Çalışmada sonuç olarak görülmüştür ki, rutin yapılan operayonlarda vücut ısısı 30⁰ C'de iken düşük perfüzyon akımı ile devam edilen KPB sürecinde hastada zararlı etki görülmediği gibi yüksek perfüzyon akımının da yan etkilerinden korunulmuştur. Bu çalışmadan çıkan bir başka sonuç ise her iki akımın kendi arasındaki karşılaştırmasında perfüzyon akım debisi arttıkça serebral oksijen düzeyi de artmaktadır. Bununla birlikte her iki akım sırasında TA değerlerinin serebral oksijenasyon değişikliklere çok etki etmediği ve serebral oksijenasyon değerinin belirleyicisinin daha çok perfüzyon akımları olduğu görülmüştür.

KPB süresince meydana gelebilecek risklerin belirlenerek önlem alınabilmesi için bu çalışmanın yüksek örneklem sayısı ile yapılmasının daha detaylı bilgi vereceği düşünülmektedir.

7. KAYNAKLAR

1. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi Ocak 1995, Cilt 3, Sayı 1, Sayfa(lar) 011-016.
2. Holman WL: Long-term results of coronary artery bypass grafting. Current Opinion in Cardiology 7:990-996,1992.
3. Edmunds LH, Jr: Cardiac Surgery in Adult.New York: McGraw Hill;1997.p.255.
4. Taylor KM, Edmonds WH, Russel M, Brannan JJ, Morton IJ. Peripheral vascular resistance and angiotensin II levels during pulsatile and no-pulsatile cardiopulmonary bypass. Thorax. 1979 ;34:594-598.
5. Paç MAA, Aka SA, Buket S, Sarıoğlu T. Kalp ve Damar Cerrahisi. Medikal æ Nobel, 2004;975-567-028-9.
6. Lees MH, Heer RH ,Hill JD ,Morgan CL ,Ochsner AJ 3rd,Thomas C,Van Fleet DL.Distribution Of systemic blood flow of the rhesus monkey during cardiopulmoner bypass .J Thorac Cardiovasc Surg.1.
7. Yao FS, Tseng CC, Ho CY, Levin SK, İllner P. Cerebral oxygen desaturation is associated with early postoperative neuropsychological dysfunction in patients undergoing cardiac surgery. J Cardiothorac Vasc Anesth, 2004;18(5):552-558.
8. Levy Wj, Levin S, Change B, Near-infrared measurement of cerebral oxygenation. Correlation with electroencephalographic ischemia during ventricular fibrillation. Anesthesiology. 1995;83(4):738-746.
9. Hessel EA, Murphy GS, Groom RC, Ghansah JN. Kardiyopulmoner bypass: Ekipman, devreler ve patofizyoloji içinde: Hensley FA,Martin D Gravlee GPKardiyak anestezi.Ed.Grawlee GP.(Denker Çe,Çev) 5.baskı Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri;2014.S 588-629.
10. Melrose DG. A history of cardiopulmonary bypass. İn Taylor KM editör Cardiopulmonary bypass. London: Chapman and Hall Ltd:1986.p.1-7.
11. Livesey SA, Lenox SC. Historical aspects .İn : Kay PH editör.Techniques in Extracorporeal circulation. Oxford: Btdutterworth-Heinemann Ltd:1192.p.1-8.
12. Miller GV. King of hearts: The true Story of the maverick Who Pioneered Open Heart Surgery. Crown.2000.
13. T.C Milli Eğitim Bakanlığı Biyomedikal Cihaz Teknolojileri Kalp Akciğer Makinesi, Ankara 2013.
14. Aytaç A, Total Correction For Fallot Tetrology. Operative and late results of 156 Cases Pahlavi Medical Journal, 1975,6:83.

15. Duran E. Dünyada kalp damar cerrahisinin tarihçesi. İn: Duran editör. Kalp ve damar cerrahisi. İstanbul: Çapa Tıp kitabevi 2004.s.13-21.
16. Tokcan A,Yaniz H.Türkiye’de kalp cerrahisinin tarihçesi. İn: Duran E editör. Kalp ve Damar cerrahisi. İstanbul: Çapa Tıp Kitabevi 2004.s13-21.
17. Hammon JW. Extracorporeal circulation In: Cohn LH, editör Cardiac Surgery in Adult. Boston :Mc Graw –Hill,2008:350-414.
18. Leschinsky BM, Itkin GP Zimin NK,Centrifugal blood pumps –a brief analysis: development of new designs.Perfusion 1991;6:115-121.
19. Pearson DT: Gaz exchange: bubble and membran oxjgenators. Semin Thorac Cardowasc Surg.2:313-9,1990.
20. Büket S,Engin Ç,Uç H.Kardiyopulmoner bypas. Editörler Paç M,Akçevin A, Aka, Büket S,Sarioğlu T. Kalp ve Damar Cerrahisi Ankara MN Medikal &Nobel 2004:115-150.
21. Zeybek R İşkesen İ.Klinik Perfüzyon El Kitabı 2. Baskı, Manisa, 1999.
22. Pearson DT Gas Exchange Bubble and membran oxygenators Semin Thorac Cardivas Surg. 1990:2:313.
23. Buket S. Çağatay E. Kardiyopulmoner baypas IN: Paç M Akçvin A, Aka S Buket S.Sarioğlu T. Kalp Ve Damar Cerrahisi Medikal; Nobel,2004.
24. Solak H,Gönmüş N.Ekstrakorporeal Dolaşım Nobel Tıp Kitabevleri, 2005.
25. Cohen G. Borger MA, Weisel RD, et al:Intra perative ve miyocardial protection :Current trends and future perspectives.Ann t-Thorac Surg 1999;68:1995.
26. Edmunds LH Jr. Saxena NC, Hillyer p,Wilson TJ. Relationship between platelet count and cardiotomy suction return.Ann Thorac Surg1978;25:306-10.
27. Hugnafel CA, Conrad PW, Schanno J, Pifarre R.Profound Cardiac Hypotermia. Ann Surg.153:790;1961.
28. Rao V, Weisel RD. Intraoperative Proetction Of Organs. In: Edmunds LH Editörs. Cardiac Surgery İn The Adult Philadelphia: Mc Graw-Hill;1997.
29. Tiryakioğlu O, Yıldız G, Vural H, Goncu t, Özyazıcıoğlu A, Yavuz Ş.Hydroxyethyl starch versus Ringer solution in cardiopulmonary bypass prime solutions (a randomized controlled trial).J Cardiothorac Surg.3:45,2008.
30. Pixley RA, Colman RW, Effect of heparin on the inactivation rate of human activated factör XII by anthrombin III. Blood 1985;66:198-203.
31. Holmer E. Low moleculer weigt heparin in Lane DA, Lindahl U, editörs. Heparin. Chemical and biological properties, clinical applications. Boca Roton, FL: CRC Pres, 1989, p.575-595.

32. Despotis GJ, Joist JH. Anticoagulation and anticoagulation reversal with cardiac surgery involving cardiopulmonary bypass: an update. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1999;13(4 Suppl 1):18-29.
33. Murphy GS, Hessel EA 2nd, Groom RC. Optimal perfusion during cardiopulmonary bypass: an evidence-based approach. *Anesth Analg* 2009;108:1394-417.
34. Suttner S, Piper SN, Kumle B, Lang K, Röhm KD, Isgro F, Boldt J. The influence of allogeneic red blood cell transfusion compared with %100 oxygen ventilation on systemic oxygen transport and skeletal muscle oxygen tension after cardiac surgery. *Anesth Analg* 2004;99:2-11.
35. Joshi B, Brady K, Lee I, Easley B, Panigrahi R, Smielewski P, Czosnyka M, Hogue CW Jr. Impaired autoregulation of cerebral blood flow during rewarming from hypothermic cardiopulmonary bypass and its potential association with stroke. *Anesth Analg* 2010; 110: 321-8.
36. Caputo M, Dihmis WC, Bryan M, Suleiman MS, Angelini GD. Warm blood hyperkalemic reperfusion (hot shot) prevents myocardial substrate derangement in patients undergoing coronary artery bypass surgery. *Eur J Cardiothorac Surg* 1998; 13: 559-64.
37. Schaff HV: New Surgical techniques; implications for the cardiac anesthesiologist; mini thoracotomy without cardiopulmonary Bypass. *J Cardiothorac Vasc Anesth*. 1997 Apr; 112(suppl 1): 6-9.
38. Coselli, J. S. Crawford. E. S., Beall A c Jr., et al Determination of brain temperatures for safe circulatory arrest during cardiovascular operation. *Ann. Thorac. Surg.* 1998; 45:638.
39. Fox, L.S., Blackstone E.H. Kirklin J. W., et al: Relationship of brain blood flow and oxygen consumption to perfusion flow rate during hypothermic cardiopulmonary bypass. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1984;87:658-9.
40. Mezrow CK, Midulla PS, Sadeghi AM, et al. Quantitative electroencephalography: a method to assess cerebral injury after hypothermic circulatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:925-
41. Johnson M, Haddix T, Pohlman T, Vamier ED Hypothermia reversibly inhibits endothelial cell expression of e-selection and tissue factor. *Journal of Cardiac Surgery* 1995;10:428-35.
42. Cameron DE, Gardner TJ. Principles of clinical hypothermia Cardiac surgery. state of the art reviews. *1998;2:13-25.*
43. Tönz M, Mihaljevic T, von Segesser LK et al. Normothermia versus hypothermia during cardiopulmonary bypass: a randomized, controlled trial. *The Annals of thoracic surgery*, 1995,59.1:137-143.
44. Edmark, K.w: Continuous blood pH measurement with extracorporeal cooling. *Surg Gynecol Obstet* 1959;109:743.
45. Kerr DN, Ward MK, Ellis HA, Simpson W, and Parkinson IS. Aluminium intoxication in renal disease. *Ciba Found. Symp* 1992;169:123-35

46. Mccord JM, Human disease, free radicals and the oxidant/antioxdiant balance. Clin Biochem 1993;26:351-7.
47. Beckera K.(at all);Oxidative stress in malaria parasite-infected erythorocytes: host-parasite interactions International Journal for Parasitology 2004;34:163-89.
48. Guyton AJ.Hall JE.Tıbbi Fizyoloji 11.Baskı.Nobel Tıp Kitabevleri; İstanbul, 2006.
49. Yiğit R.Kardiyopulmoner ve kan fizyolojisi Nobel Tıp Kitabevleri; İstanbul, 2001.
50. Page B. Assesing O2 Saturation :The how ,what and why of pulse oximetry,JEMS 2017 :42(5):247-249.
51. Ferşat KOLBAKIR, Beyin korumada ‘‘ Yakın Kızıl Ötesi Spektroskopisi ‘‘ (YKÖS). Kalp ve Damar Cerrahisi ABD, OMÜ Tıp Fakültesi SAMSUN, 2013.
52. Jobsis FF. Noninvasive infrarded monitoring of cerebral and myocardial oxygen sufficiency and circulatory parameters. Science 1977;198:1264e7.
53. Miller, R.D, serebral oksimetre, in nörolojik monitörizasyon, R.A.J Lee A.Fleisher. John j.Savarese, Janine P Wiener-Kronish, William L. Young, Editör.2010, İzmir Güven Kitabevi.p.1542-1545.
54. Benni PB, Bo Chen, Amory D, li JK-J.Nearinfrared spectroscopy (NIRS) monitoring of brain oxygenation during cardiopulmonary bypass.Engineering in Medicine and Biology Society, 1955.,IEEE 17th Annual Conference 20-25 Sep 1995;140(1):139-40.
55. Owen-Reece H, Smith M, Elwell CE, Goldstone JC.Near infrared spectroscopy.Br J Anaesth 1999;82(3):418-26.
56. Soul JS and Du Plessis AJ. Near-infrared spectroscopy. Seminars In Pediatric Neurolspectroscopy. Seminars In Pediatric Neurology 1999;6(2):101-10.
57. Brazy JE, Lewis DW, Minisk, Jobsis FF, Noninvasive monitoring of cerebral oxygination in preferin infants; prelimanry observation. Pediatric:1985,76:217.25.
58. Mamadou Elliott D, Tichauer JT, Lee KM, Keith TS. A broadband continuous-wave multichannel near-infrared system for measuring regional cerebral blood flow and oxygen consumption in newborn piglets.Review of Scientife Instruments 2009;80(5):543028.
59. Sorensen, H., H.P. Grocott, and N.H. Secher, Near infrared spectroscopy for frontal lobe oxygenation during non-vascular abdominal surgery.Clin Physiol Funct Imaging, 2015.
60. Yichao T, Haishu D, Lan H, Monitoring cerebral oxygen saturation using near infrared spectroscopy during cardiopulmonary bypass: comparing with monitoring mixed venous oxygen saturation. Complex Medical Engineering, 2007.CME 2007.IEEE/ICME International Conference on Issue Date:23-27 May 2007.p. 1008-13.
61. Kim MB, Ward Cartwright CR, Kolano J Chlebowski S, Henson LC. Estimation of Jugular Venous O2 Saturation From Cerebral Oximetry or Arterial O2 Saturation During İsoapnic Hypoxia. J Clin Moint Comput 16:191-199;2000

62. Murkin JM, Adams SJ, Novick RJ, Quantz M, Bainbridge D, Iglesias I et al. Monitoring brain oxygen saturation during coroner bypass surgery :a randomized , prospective study. *Anesth Analg* 2007;104(1):51-8.
63. Marik PE. Acid-base disturbances. In: Marik PE, editör. *Handbook of evidence-based critical care*. New York:Springer;2009;3:15-9.
64. O. Siggaard-Andersen ve N. Fogh-Anderson: Base excess or buffer base (strong ion difference) as measure of a non-respiratory aside-base disturbance, in *Acta Anaesthesiol Scand Supplementum* 1995; 107:123-8.
65. Yichao Teng. HAISHU Ding. Qingcheng Gong, Zaishen Jia and Lan Huang^^Monitoring cerebral oxygen saturation during cardiopulmonary baypass using near infared spectroscopy: Relationship with body temperature and perfusion rate ^^ *Journal of Biomedical optics* 11 (2), 024.016 (March1) 2006).
66. Hockhchka PW. *Living without oxygen*. Cambridge: Harvard University Press, 1980.
67. Philippe Demors MD, Raymond Cartier MD, Stephane Elkouri MD, Andre Courtier, Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary baypas in adult cardiak operation 2000;70,6:2082-2086.
68. Parlar AI, Seren M, Budak B. Kardiyopulmoner baypasta karşılaşılan olağan dışı problemler *Turkish J Cardiovasc. Surg.* 2004;5(3):115-129
69. Smit Et .Moderate Hypoxic Versus Near -Physiological oxygen targets during targets during and after coronary artery bypass surgery:A Randomised controlled trial. *Critical Care* (2016) 20:5.
70. Donmez A, Yurdakok O. Cardiopulmonary bypass in infants. *J Cardiothoracic Vasc Anesth* 2014; 28:778-88.
71. Shaaban Ali M, Harmer M, Kirkham F. Cardiopulmonary bypass temperature and brain function. *Anaesth.* 2005 Apr;60(4):365-72.
72. Caputo M, Dihmis WC, Bryan AJ, Sulelman MS, Angelini GD, Warm blood hypercaamic reperfusion (hot shot) prevents myocardial substrate derangement in patients undergoing coronary artery baypass surgery .*Eur J Cardiothorac Surg* 1998;13:559-64.
73. Licker M, Ellenberger C, Sierra J, Christenson J, Diaper J, Morel D. Cradiovasculer response to acute normovolemic hemodilution in patients with coroner artery diseases: assessment with transesophagel echocardiography. *Crit Care Med* 2005;33:591-597.
74. Sahu B, Chauhan S, Kiran U, Bisol A, Lakshmy R, Selvaraj T, Nehra A, Neurocognitive function in patients undergoing coronary artery baypas graft surgery with cardiopulmonary bypass the effect of two different rewarming strategies. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009;23,14-21.
75. Siegel LB, Hauser GJ, Hertzog JH, Hopkins RA, Hannan RL ,Dalton HJ. İntial postoperative serum lactate predicts outcome in children after open heart surgery. *Crit Care Med* 1995;23:205-6.

76. Ginsberg MD, Globus MY, Dietrich WD, Busto R, Temperature modulation of ischemic brain injury a synthesis of recent advances, Prog Brain Res,1993;96:13-22.
77. Berntman L, Galce FA, Arp jR cerebral protective effect of flow-grade hypothermia. Anesthesiology 01.Nov 1981,55(5):495-498.
78. Yu-Chung Hung, et al. The effcet of hemodynamic changes induced by propofol induciton on cerebral oxygenation in young and elderly patientsB. Journal of clinic anesthesia, 2005. 17:p. 353-357.
79. Gökçe Ü.Ö. 2017, Oftamik Cerrahide Uygulanan Yaşlı Hastalarda Lidikoin ve Levubupivakain ile Yapılan Retrobular Bloğun Bi-Hemisferik Serebral Oksijen Satürasyonu ve Erken Dönem Postoperatif Kognitif Fonksiyonlar Üzerine Etkisi. OMÜ doktora tezi Samsun (Dr.Cengiz Kaya).
80. Guaracino F, Cerebral monotoring during cardiovasculer surgery. Curr Opin Anaesthesiol. 2008 Feb;21(1):50-4.
81. Akpek EA. Kalp Cerrahisinde Serebral Monotorizasyon .Anestezi Dergisi 2004;16(3)117-24.
82. Day J, Pandit JJ. Analysis of blood gases and acid-base balance. Surgery Oxford 2011;29:107-11.
83. Aduen J, Bernstein WK, Khastgir T *et al.* The use and clinical importance of a substrate-specific electrode for rapid determination of blood lactate concentrations. JAMA 1994; 272,21: 1678-85.

8. EKLER

EK 1. Samsun Sağlık Müdürlüğü Araştırma Yapılması Onayı



T.C.
SAMSUN VALİLİĞİ
İl Sağlık Müdürlüğü



Sayı : 61646299-604.02
Konu : Baki VURGUN'un Yüksek Lisans
Tez Çalışması Onayı

SAMSUN SAĞLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİNE

İlgi : 05/02/2019 tarihli ve 61646299-1463 sayılı yazı.

İlgi tarih ve sayılı yazıya istinaden; Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyon Yüksek Lisans Öğrencisi Baki VURGUN'un, Dr. Öğr. Üyesi Erdem ÇETİN'in danışmanlığında yürüttüğü "Kardiyopulmoner Bypass(KBP)Sırasında İki Farklı Kardiyak İndeks Değerinin Serebral Oksijen Saturasyonu(NIRS)Üzerine Etkileri" konulu Yüksek Lisans niteliğindeki çalışmasını Eğitim Araştırma Hastanemiz'de KBP ile yapılan kalp ameliyatları sırasında serebral oksimetre cihazına yansımaların takip edilmesi şeklinde yapabileceği Müdürlüğümüz komisyon incelemeleri doğrultusunda uygun görülmüş olup, araştırmanın yapılabilmesi için İl Sağlık Müdürlüğümüz ile ilgili kişi arasında "Araştırma İzinleri İşbirliği Protokolü" imzalanarak Ek'te sunulmuştur.

Gereğini bilgilerinize rica ederim.

e-İmzalıdır.
Dr. Öğr. Üyesi Muhammet Ali ORUÇ
İl Sağlık Müdürü

Ek: Araştırma İzinleri İşbirliği Protokolü

Adalet Mah.100.yıl Bulvarı No:232 İlkadım/SAMSUN

Telefon: Faks No:

e-Posta: seda.hakyemez@saglik.gov.tr İnternet Adresi: S.HAKYEMEZ

Evrakın elektronik imzalı suretine <http://e-belge.saglik.gov.tr> adresinden c7249c7d-24ee-4575-bc2b-5b2c4bfc0849 kodu ile erişebilirsiniz.

Bu belge 5070 sayılı elektronik imza kanuna göre güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Bilgi için: SEDA HAKYEMEZ

HEMŞİRE

Telefon No: (0362)311 25 00 /3102

EK 2. Kurum Onayı

T. C.
Sağlık Bakanlığı
Sağlık Bilimleri Üniversitesi
Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi
Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulu

<u>Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulu Kararları</u>	Oturum Tarihi	Oturum sayısı
	12.03.2019	2019/ 6

Karar Sayısı TUEK 28-2019BADK/6-50

Karabük Üniversitesi Rektörlüğü Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyon Tezli Yüksek Lisans öğrencisi Baki VURGUNUN Dr. Öğr. Üyesi Erdem ÇETİN'İN danışmanlığında yürüttüğü "**Kardiyopulmoner Bypass (KBP) Sırasında İki Farklı Kardiyak İndeks Değerinin Serebral Oksijen Saturasyonu (NIRS) Üzerine Etkileri**" isimli tez çalışmasına ait başvuru formu ve ekleri Bilimsel Araştırma Değerlendirme Kurul'unda incelenerek uygun görülmüş olup; çalışmanın yürütülmesi Tıpta Uzmanlık Eğitim Kurulunda onaylanmıştır.

TUEK ÜYELERİ	
Uzm. Dr. Eda TÜRE (Başhekim V.)	İMZA
Prof. Dr. Süleyman Sırrı KILIÇ (Eğitim Koordinatörü)	İMZA
Doç. Dr. Özgür GÜNAL	İMZA
Doç. Dr. Mehmet Derya DEMİRAĞ	İMZA
Doç. Dr. Abdulkadir ÖZGÜR	İMZA
Doç. Dr. Murat YÜCEL	İMZA
Doç. Dr. Zahide DOĞANAY	İMZA

EK 3. Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurul Kararı



T.C.
KARABÜK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu

Sayı : 77192459-050.99-E.1829
Konu : 1/1 Nolu Karar

11/01/2019

Sayın Dr. Öğr.Üyesi Erdem ÇETİN

Etik Kurulumuza sunmuş olduğunuz "Kardiyo Pulmoner Bypass (KDP) Sırasında İki Farklı Kardiyak İndeks Değerinin Serebral Oksijen Saturasyonu (NIRS) Üzerine Etkileri" başlıklı çalışmanız incelenmiş olup etik olarak uygun olduğuna kurumumuz üyelerinin oy birliği ile karar verilmiştir.

Bilgilerinize rica ederim.

e-İmzalıdır
Dr. Öğr.Üyesi Zafer LİMAN
Kurul Başkanı

BELGENİN ASLI
ELEKTRONİK İMZALIDIR
17.01.2019

İrfan SENCAR
Bilgisayar İşletmeni

11/01/2019 Bilgisayar İşletmeni

İrfan SENCAR

9. ÖZGEÇMİŞ

Baki VURGUN 1980 yılında Tokat'ın Turhal ilçesine bağlı Kalaycık köyünde doğdu. İlkokulu köy okulunda, ortaokul ve liseyi ise Turhal'da okudu. Lise öğrenimini meslek lisesinde okuma tercihinde bulundu ve Turhal Sağlık Meslek Lisesi'nde sağlık memurluğu bölümünü okuyarak 1998 yılında bitirdi.1999 yılında İstanbul'da Anadolu Çınar Hastanesi'nde acil bölümünde sağlık memuru olarak çalışmaya başladı. 2000-2007 yıllarında İsviçre Hastanesi'nde perfüzyonist eğitimi alarak, devamında perfüzyonist görevinde bulundu. 2007 yılında Samsun Eğitim ve Araştırma Hastanesi tayin olup ve burada perfüzyonistlik görevini halen yürütmektedir.2008 yılında Anadolu Üniversitesi İşletme lisans bölümünde mezun oldu.2009-2010 yılları arasında askerlik görevini Samsun ve Kıbrıs'ta yerine getirdi.2011 yılında Anadolu Üniversitesi Laborant ve Veterinerlik ön lisans bölümünden mezun oldu.2018 yılında başlamış olduğu Karabük Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Ana Bilim Dalı Perfüzyon Tezli Yüksek Lisans eğitimi devam etmektedir. 2019 yılında Atatürk Üniversitesi Acil Yardım ve Afet Yönetimi Lisans tamamlama ile ikinci lisans eğitimini bitirdi.

ADRES BİLGİLERİ

Adres: Yeni Mahalle mahallesi, 3382. Sok no:3 /3B/27

Atakum/SAMSUN

Telefon:0(505)7852985

E-posta:bakivurgun55@gmail.com