



T.C.

ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ

SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PERFÜZYON ANABİLİM DALI

PERFÜZYON YÜKSEK LİSANS PROGRAMI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**YETİŞKİN AÇIK KALP CERRAHİSİ AMELİYATLARINDA
KULLANILAN FARKLI KARDİYOPEJİK SOLÜSYONLARIN
İNTRAOPERATİF SEREBRAL DOKU OKSİJENASYONUNA
ETKİSİ**

Mustafa ERKAN

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Ali KOCAİLİK

İSTANBUL-2023

T.C.
ÜSKÜDAR ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

PERFÜZYON ANABİLİM DALI
PERFÜZYON YÜKSEK LİSANS PROGRAMI
YÜKSEK LİSANS TEZİ

YETİŞKİN AÇIK KALP CERRAHİSİ AMELİYATLARINDA
KULLANILAN FARKLI KARDİYOPEJİK SOLÜSYONLARIN
İNTRAOPERATİF SEREBRAL DOKU OKSİJENASYONUNA
ETKİSİ

Mustafa ERKAN

Tez Danışmanı
Prof. Dr. Ali KOCAİLİK

İSTANBUL-2023

ÖZET

Yetişkin açık kalp cerrahisi ameliyatlarında kullanılan farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif serebral doku oksijenasyonuna etkisini incelemek ve bu konuda yapılacak olan çalışmalara destek olmak amacıyla planlanmıştır.

Araştırmamız, tanımlayıcı retrospektif ve randomize çalışmadır. Araştırmamızın örneklemini, Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezinde Ocak 2021-Aralık 2021 tarihleri arasında kardiyopleji uygulanan yetişkin açık kalp ameliyatı yapılan 67 hasta çalışmaya dahil edilmiştir. Kardiyopulmoner bypass uygulanan hastalar, altta yatan hemotolojik hastalığı olmayan, bilinen bir kanama patolojisi olmayan, bilinen karotis hastalığı olmayan hastalar, araştırmaya dahil edilmiştir.

Bu çalışmada, farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif dönemde cerebral doku oksijenasyonuna etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sağ ve sol taraftaki NIRS değerleri kullanılarak beyin oksijenasyon düzeyleri ölçülmüştür.

Çalışmanın sonuçlarına göre, Del-Nido kardiyoplejinin sağ NIRS ve sol NIRS değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunmamıştır. Fakat kan kardiyopleji solüsyonu ile sağ NIRS ve sol NIRS değerleri için istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunmuştur. Bu farklılıkların nedeni, solüsyonun beyin kan akımı, hemoglobin veya hematokrit düzeyleri üzerindeki etkileri olabilir.

Bu çalışma, kullanılan kardiyopleji solüsyonlarının beyin oksijenasyon düzeyinde farklılıklara neden olabileceğini göstermektedir. Bu bulgular, kardiyak ameliyatlar gibi beyin fonksiyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan prosedürlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler: Kardiyopleji, Del-Nido, NIRS, Cerebral Doku Oksijenasyonu, Açık Kalp Ameliyatı, Kardiyopulmoner Bypass

ABSTRACT

THE EFFECT OF DIFFERENT CARDIOPLEGIC SOLUTIONS USED IN ADULT OPEN HEART SURGERY ON INTRAOPERATIVE CEREBRAL TISSUE OXYGENATION

It was planned to examine the effect of different cardioplegic solutions used in adult open heart surgery on intraoperative cerebral tissue oxygenation and to support the studies to be done on this subject.

Our research is a descriptive retrospective and randomized study. The sample of our study included 67 adult open heart surgery patients who underwent cardioplegia between January 2021 and December 2021 in the heart center of Muğla Training and Research Hospital. Adult patients undergoing open heart surgery, patients undergoing cardiopulmonary bypass, patients with no underlying hematological disease, no known bleeding pathology, and patients with no known carotid disease were included in the study.

In this study, the effect of different cardioplegic solutions on cerebral tissue oxygenation in the intraoperative period was investigated. For this purpose, brain oxygenation levels were measured using the right and left NIRS values.

According to the results of the study, no statistically significant difference was found for the right NIRS and left NIRS values of Del-Nido cardioplegia. However, a statistically significant difference was found for blood cardioplegia solution and right NIRS and left NIRS values. These differences may be due to the effects of the solution on cerebral blood flow, hemoglobin or hematocrit levels.

This study shows that the cardioplegia solutions used can cause differences in brain oxygenation level. These findings could help develop procedures that have a significant impact on brain function, such as cardiac surgeries.

Keywords: Keywords: Cardioplegia, Del-Nido, NIRS, CerebralTissueOxygenation, Open HeartSurgery, Cardiopulmonary Bypass

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans eğitim sürem boyunca bilgi ve becerilerimin gelişmesinde ayrıca deneyimlerini benimle paylaşan, mesleki hayatıma önemli katkıları olan sayın hocam Prof. Dr. Ali KOCAİLİK’e,

Perfüzyonist mesleğini öğrenmemde ve çalışma hayatımda bana destek olan değerli hocam Prof. Dr. Buğra HARMANDAR’a

Perfüzyonist mesleğini bana öğreten, destek olan ve bu mesleği bana sevdiren değerli arkadaşım Perfüzyonist Emre GÜNER’e,

Hepsinden önce sevgisi ve desteklerini hiçbir zaman esirgemeyen eşim Tuğba ERKAN ve oğlum Ahmet Talha ERKAN’asansız teşekkürlerimi sunarım.

Mustafa ERKAN

BEYAN FORMU

Bu çalışmadaki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi, görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu, kullandığım verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı, yararlandığım kaynaklara bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu, tezimin kaynak gösterilen durumlar dışında özgün olduğunu, tarafımdan üretildiğini ve Üsküdar Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzuna göre yazıldığını beyan ederim.

21/06/2023

Mustafa ERKAN

İÇİNDEKİLER

ÖZET	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
BEYAN FORMU	iv
İÇİNDEKİLER	v
TABLolar DİZİNİ.....	viii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ	xiii
1.GİRİŞ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Tarihçe	3
2.2. Miyokardiyal Koruma.....	5
2.3. Miyokardiyal Koruma Yöntemleri	7
2.3.1. Hipotermi	7
2.3.2. Kardiyoplejik olmayan yöntemler	8
2.3.2.1. Aralıklı x-clemp ve fibrilasyon.....	8
2.3.2.2. Sistemik hipotermi ve elektif fibrilatuvararrest	9
2.3.3. Kardiyoplejik yöntemler	9
2.3.3.1. Kristalloid kardiyoplejisi	10
2.3.3.2. Kan kardiyoplejisi.....	10
2.3.3.3. Del nido kardiyopleji	12
2.5. Kardiyopulmoner ByPass Sırasında Doku Oksijenasyon Takibi	14
2.5.1. Serebral kan akımı ve otoregülasyon.....	15

2.5.2. Kardiyopulmoner bypass sonrası nörolojik komplikasyonlar	16
2.5.3. NIRS (NearInfraredSpectroscopy)	18
3.GEREÇ VE YÖNTEM.....	21
3.1. Araştırmanın Şekli	21
3.2. Araştırmanın Örnekleme	21
3.3. Çalışmaya dâhil edilme kriterleri:.....	21
3.4. Çalışmaya dâhil edilmeme kriterleri:.....	21
3.5. Değerlendirme	22
3.6. Veri Toplama Araçları ve Özellikleri	22
3.7. Verilerin İncelenmesi.....	23
4.BULGULAR.....	24
4.1. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile Kalp Akciğer Makinesi Süresinin karşılaştırılması ve farklılıkları	24
4.3. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile tanılara göre karşılaştırılması ve farklılıkları	26
4.4. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile ameliyatlara göre karşılaştırılması ve farklılıkları	28
4.5. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile Kalp Akciğer Makinesinden çıkarken destek durumuna göre karşılaştırılması ve farklılıkları.....	31
4.6. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile demografik özelliklerine göre karşılaştırılması ve farklılıkları	33
4.7. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile preoperatif dönemde HTC değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları	35
4.9. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Kan Gazı (ph, pco2, Po2, Na+, K+, Ca+, Glikoz, Laktat, Htc, Hb, Hco3, Be, Spo2) değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları	37
4.10. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Flow değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları	43

4.11. Farklı Kardiyopleji Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Tansiyon değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları.....	46
4.12. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Hemofiltrasyon değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları.....	48
4.13. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde NIRS değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları (tarafllara göre %20 düşüşü araştırıldı)	49
4.13.2 SOL NIRS.....	52
4.14. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde özefagus ısı değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları.....	56
4.15. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Balans değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları.....	58
4.16. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde alınan kan ürünü miktar değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları.....	59
4.17. Kardiyopleji Solüsyonlar İle İdrar Değişkeni Arasındaki Farklılıkların İncelenmesi.	60
5.TARTIŞMA.....	62
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	65
KAYNAKLAR	66

TABLolar DİZİNİ

Sayfa

Tablo 1: Del Nido kardiyopleji içeriği.....	14
Tablo 2: KPB Süresi Normal Dağılım Testi.....	24
Tablo 3: Kardiyopleji Solüsyonuna Göre KPB Süresi İstatistikleri ve Bağımsız Örneklem T Testinden Elde Edilen P-Değeri	24
Tablo 4: Kross Klemp Süresinin Normal Dağılım Testi Sonuçları	25
Tablo 5: Kardiyopleji Solüsyonuna Göre Kross Klemp Süresi İstatistikleri Ve Bağımsız Örneklem T Testi Analizinde Elde Edilen P-Değeri	25
Tablo 6: Kardiyopleji Solüsyonları ile Tanı İçin Çapraz Tablo Sonuçları	26
Tablo 7: Kardiyopleji Solüsyonları ile Tanı Ki-Kare Testi Sonuçları.....	26
Tablo 8: Kardiyopleji Solüsyon Değeri İçin Normal Dağılım Testi	27
Tablo 9: Del-Nido Kardiyopleji ve Kan Kardiyopleji Değeri Tanı'ya Göre İncelenmesi (Mann-Whitney U Test)	27
Tablo 10: Kardiyopleji Solüsyonlar ile Ameliyatlar için Çapraz Tablo Sonuçları.....	28
Tablo 11: Kardiyopleji Solüsyonları ile Ameliyatlar İçin Ki-Kare Testi Sonuç Tablosu	29
Tablo 12: Kan Kardiyopleji Solüsyon Değeri Ameliyatlar'a Göre İncelenmesi (Kruskal-Wallis Test)	29
Tablo 13: Del-Nido Kardiyopleji Değeri Ameliyatlar'a Göre İncelenmesi (Kruskal-Wallis Test).....	30
Tablo 14: KAM'dan Ayrılırken Destek Durumuna Göre Kullanılan Kardiyopleji Solüsyon Tipleri İçin Çapraz Tablo Sonuçları (İntraortik Balon Katateri, ECMO).....	31
Tablo 15: KAM'dan Ayrılırken Destek Durumuna Göre Ki-Kare Test Sonuçları	31
Tablo 16: Mann-Whitney-U Testi ve kardiyopleji Solüsyon Değeri Medyan ve IQR Değeri	32
Tablo 17: Demografik Değişkenler İçin Normal Dağılım Testi Sonuçları	33
Tablo 18: Yaş, Boy, Vücut Yüzey Alanına Göre Kardiyopleji Solüsyonları Arası Farklılıklar	33
Tablo 19: Kiloya Göre Kardiyopleji Solüsyonları Arası Farklılıklar	34
Tablo 20: Cinsiyete Göre Kardiyopleji Solüsyonları Arası Farklılığın İncelenmesi (Çapraz	

Tablo)	34
Tablo 21: Cinsiyete Göre Kardiyopleji Solüsyonları İçin Ki-Kare Testi Sonuçları	35
Tablo 22: HTC Değişkenini İçin Normallik Testi	35
Tablo 23: Kardiyopleji Solüsyonlara Göre HTC Değerinin Farklılığının İncelenmesi	36
Tablo 24: HB Değişkenini İçin Normallik Testi	36
Tablo 25: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Hb Değerinin Farklılığının İncelenmesi	36
Tablo 26: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Ph Değerlerinin Farklarının Araştırılması	37
Tablo 27: Kardiyopleji Solüsyonları ve PCO2 Farkları İçin İkili Karşılaştırma Testi	37
Tablo 28: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre PO2'nin Farklılığının Araştırılması	38
Tablo 29: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Na'nin Farklılığının Araştırılması	38
Tablo 30: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre K'nin Farklılığının Araştırılması	39
Tablo 31: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Ca'nin Farklılığının Araştırılması	39
Tablo 32: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Glikoz'un Farklılığının Araştırılması	40
Tablo 33: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Laktat Farklılığının Araştırılması	40
Tablo 34: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Htc Farklılığının Araştırılması	41
Tablo 35: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre HCO3 Farklılığının Araştırılması	41
Tablo 36: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre BE Farklılığının Araştırılması	42
Tablo 37: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre SPO2 i Farklılığının Araştırılması	42
Tablo 38: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Hb Farklılığının Araştırılması	43
Tablo 39: Del Nido Kardiyopleji Solüsyonu için İntraoperatif Dönemde Flow Farklarının İncelenmesi	44
Tablo 40: Kan Kardiyopleji Solüsyonu için İntraoperatif Dönemde Flow Farklarının İncelenmesi	44
Tablo 41: Kan Kardiyopleji Solüsyonu İçin Flow Değerlerinin Bağımlı Örneklem T-Testi İle Karşılaştırılması	45
Tablo 42: Del-Nido Kardiyopleji Solüsyonu İçin Flow Değerlerinin Bağımlı Örneklem T-Testi İle Karşılaştırılması	45
Tablo 43: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Flow ort Değerleri ve İstatistikleri	46
Tablo 44: Del-Nido Kardiyopleji Solüsyonu İçin İntraoperatif Dönemde Tansiyon Değişimlerinin İncelenmesi	46
Tablo 45: Kan Kardiyopleji Solüsyonu İçin İntraoperatif Dönemde Tansiyon	

Değişimlerinin İncelenmesi	47
Tablo 46: Kan Kardiyopleji Solüsyonu İçin Tansiyon Değerlerindeki Farklılıkların Kaynağının İncelenmesi (Bağımlı T-İstatistiği)	48
Tablo 47: Hemofiltrasyon İçin Normallik Testi	48
Tablo 48: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Hemofiltrasyon Farklılığının İncelenmesi	49
Tablo 49: Del Nido Kardiyopleji Solüsyonu İçin Tekrarlı Sağ-NIRS Ölçümler Arası Farkın İncelenmesi	49
Tablo 50: Kan Kardiyopleji Solüsyonu için Tekrarlı Sağ-NIRS Ölçümler Arası Farkın İncelenmesi	50
Tablo 51: Kan Kardiyopleji Solüsyonu İçin Tekrarlı Sağ NIRS Ölçümler Arası Farkın İkili-Testler ile İncelenmesi	51
Tablo 52: Del Nido Kardiyopleji Solüsyonu İçin Tekrarlı Sol NIRS Ölçümler Arası Farkın İncelenmesi	52
Tablo 53: Kan-Kardiyopleji Solüsyonu İçin Tekrarlı Sol NIRS Ölçümler Arası Farkın İncelenmesi	53
Tablo 54: Kan Kardiyopleji Solüsyonu için Tekrarlı Sol-NIRS Ölçümler Arası Farkın İkili-Testler ile İncelenmesi	54
Tablo 55: NIRS Ortalamalarının Normallik Testleri	55
Tablo 56: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Sağ NIRS Ortalamalarının İncelenmesi	55
Tablo 57: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Sol NIRS Ortalamalarının İncelenmesi.....	56
Tablo 58: Del-Nido Kardiyopleji Solüsyonu Kullanıldığında Özofagus Isı Değerlerinin Tekrarlı Ölçümlerinin İncelenmesi	56
Tablo 59: Kan Kardiyopleji Solüsyonu Kullanıldığında Özofagus Isı Değerlerinin Tekrarlı Ölçümlerinin İncelenmesi.....	57
Tablo 60: Özofagus Isı Ortalamalarının Normallik Testi	57
Tablo 61: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Özofagus Isı Ortalamalarının İncelenmesi	58
Tablo 62: Balans Değişkeni İçin Normallik Testi	58
Tablo 63: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre Balans Değişkenindeki Farklılıkların İncelenmesi	59
Tablo 64: ES Kan ve TDB Değişkenleri İçin Normallik Testi.....	59
Tablo 65: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre ES Değişiminin İncelenmesi (Bağımsız	

Örnekleme T-Test)	60
Tablo 66: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre TDB Değişiminin İncelenmesi (Kruskal-Wallis).....	60
Tablo 67: İdrar Değişkeni İçin Normal Dağılım Testi	60
Tablo 68: Kardiyopleji Solüsyonlarına Göre İdrar Değişkeninin Farkları İçin Mann-Whitney U-Testi Sonuçları	61



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1: Nırs cihazı (somanetics (usa)).....	20
--	----



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACT :Etkinleştirilmiş Pıhtılaşma Zamanı (ActivatedClotting Time)

ADP :Adenosindifosfat

ASD : Atriyal Septal Defekt

ATP : Adenozin Tri Fosfat

BKİ : Beden Kitle İndeksi

BSA : Vücut Yüzey Alanı (Body SurfaceArea)

CA : Kalsiyum

CABG :CoronaryArtery Bypass Grafting

CO₂ : Karbondioksit

EEG : Elektroensefalografi

EF : Ejeksiyon Fraksiyonu

EKD : Ekstrakorporeal Dolaşım

FDA : Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi (FoodandDrug Administration)

FİO₂ : Havanın Oksijen Yüzdesi (Fraction of inspiredoxygen)

HCT : Hematokrit

HGB : Hemoglobin

IVC :Inferior Vena Cava

KPB : Kardiyopulmoner Bypass

LDH : Laktat Dehidrogenaz

LPM :Liter Per Minute

MG : Magnezyum

NIRS :NearInfraredSpectroscopy

O2 : Oksijen

OSD : Optik Örnekleme Yoğunluğu (Optical SamplingDensity)

PCO2 : Parsiyel Karbondioksit

PO2 : Parsiyel Oksijen

PVC : Polivinil Klorür

RPM : Dakikada Dönme Sayısı (Revolutions Per Minute)

rSO2 : Serebral Rejyonal Oksijen Satürasyonu

SIRS : Sistemik İnflamatuvar Yanıt Sendromu

SPSS : Statistical PackagefortheSocialSciences (Sosyal Bilimler İstatistik Paketi)

SVC :Süperior Vena Kava

TDP : Taze Donmuş Plazma

1. GİRİŞ

Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalbin pompalama görevinin durdurulduğu ve akciğerlerin gaz alışveriş fonksiyonlarının geçici olarak devre dışı bırakıldığı, dolaşımın ise kalp-akciğer makinesi (KAM) adı verilen cihazla sağlandığı bir işlemdir (Hessel ve Edmunds 2003). Kalp cerrahisinin başlangıç yıllarında, açık kalp ameliyatları genellikle atan kalp üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ancak yapılan araştırmalar sonucu KPB ve kardiyopleji teknikleri geliştirilmiş ve günümüzde çoğu KPB ile yapılan açık kalp ameliyatları kalpakciğer makinesi (KAM) kullanılarak gerçekleştirilmektedir (Bilal ve Sarıoğlu, 1992).

KPB işlemi sırasında meydana gelebilecek komplikasyonların önlenmesi için doku oksijenasyonunun izlenmesi önem arz etmektedir. Bu işlem sırasında doku oksijenasyonunda meydana gelen değişiklikler, KPB'ye bağlı komplikasyonların temel nedenlerinden biridir. Dolayısıyla erken dönemde oluşabilecek komplikasyonların öngörülmesi ve tanınması da önemlidir. Bu sayede tedbirler alınarak KPB sonucu oluşabilecek komplikasyonlar en aza indirgenebilir (Teoman ve ark., 2013).

Açık kalp ameliyatlarında miyokardın korunması için kullanılan kardiyopleji solüsyonları üç farklı çeşide ayrılır: Kristaloid kardiyoplejisi, Kan kardiyoplejisi ve Del-Nido kardiyoplejisi. Bu farklı kardiyopleji solüsyonlarının bileşimleri ve özellikleri birbirinden farklıdır ve hangi yöntemin tercih edileceği, cerraha ve hastaya bağlı olarak değişebilir.

Kristaloid kardiyopleji solüsyonları, potasyum, kalsiyum, magnezyum ve sodyum gibi elektrolitleri içermektedir. Fakat, bu kardiyoplejide oksijen desteği bulunmamaktadır (Özgöz, 2021). Bu nedenle, uzun süreli kalp duruşlarında miyokarda hasar riski yüksek olabilir. Kristaloid kardiyoplejisi, kısa süreli kalp duruşlarında hızlı ve etkili bir şekilde uygulanabilir.

Kan kardiyoplejisi solüsyonları, kristaloid kardiyoplejisi solüsyonlarından farklı olarak, oksijen taşıyan bir bileşen içerirler (genellikle eritrosit süspansiyonu). Bu yöntem, miyokarda oksijen desteği sağlamak ve hemodilüsyona neden olmadan daha yüksek tamponlama özelliği sunmaktadır. Ayrıca, plazma proteinleri aracılığıyla interstisyel ödemi engellediği de belirtilmektedir (Yıldırım, 2020).

Del Nido kardiyoplejisi yöntemi aslında pediatrik kalp cerrahisinde kullanılmak üzere geliştirilmiştir ancak zamanla erişkin hastaların kalp cerrahilerinde de kullanılmaya başlanmıştır. Bu yöntemde kullanılan solüsyon, ekstrasellüler içeriğe sahiptir ve uzun süreli arreste neden olabilmektedir. Ancak, cerrahi akışı bozmadan işlem yapılmasına imkan veren özellikleri vardır. Solüsyon ayrıca miyokardiyal ödemi engelleyebilen maddeler içermekte ve serbest radikalleri yok edebilmektedir. Bu nedenle del Nido kardiyoplejisi, özellikle uzun süreli kalp duruşları gerektiren operasyonlarda tercih edilebilir (Kaymakçı, 2018).

KPB sırasında beyin, böbrek, karaciğer gibi organlarda oluşabilecek iskemik değişiklikler ciddi komplikasyonlara neden olabilir ve ameliyat sonrası dönemde morbidite ve mortalitenin sebeplerindendir. Bu nedenle, standart monitörle takip edilen parametrelerin doku oksijenasyonunu tam olarak yansıtmayabileceği bilinmektedir (Pasch ve Zalunardo, 2000).

Bu noktada, rejyonel serebral oksijen satürasyonu (rSO₂) takibi, KPB sırasında oluşabilecek nörolojik hasarları, organ disfonksiyonlarını, mortalite ve morbiditeyi en aza indirmek önem arz etmektedir. NIRS, non-invaziv bir yöntem olup, rSO₂ ölçmek için kullanılır ve KPB sırasında tercih edilir (Pasch ve Zalunardo, 2000). Bu yöntem sayesinde, cerrahi işlem sırasında beyin dokusunun oksijenasyon seviyelerini sürekli olarak takip etmek mümkündür. Böylece, erken dönemde oluşabilecek komplikasyonlar tespit edilerek tedbir alınabilir (Daşdemir ve ark., 2022).

Çalışmamızda yetişkin açık kalp cerrahisi ameliyatlarında kullanılan farklı kardiyoplejik solüsyonların intraoperatif serebral doku oksijenasyonuna etkisini araştırmayı planladık. Bu çalışma sonuçları, cerrahide teknik gelişmeler ve serebral monitörizasyonla nörolojik komplikasyonların önlenebileceği düşüncesine katkı sağlamayı hedefledik.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Tarihçe

Modern kalp cerrahisi tarihinde 1938 yılında Dr. Robert Gross'un pulmoner arteriyel displazi (PDA) adı verilen bir kalp rahatsızlığının tedavisi için gerçekleştirdiği başarılı operasyonla başladığı kabul edilir. Bu işlem, patent duktusarteriyozus (PDA) adı verilen bir kalp anomalisi için yapılan bir ameliyattı. Daha sonra, 1944'te Crafoord'un ilk başarılı aorta koarktasyon rezeksiyonu gerçekleştirildi. Ardından, 1945'te Blalock-Taussig'ant ameliyatı önemli bir aşama olarak kabul edildi ve Fallot Tetralojisi gibi bazı kalp rahatsızlıklarının palyatif tedavisinde kullanıldı (Crafoord ve Nylin, (1945). 1948'de ise Bailey-Harken ve Brock tarafından yapılan kapalı mitral kommissürotomi ameliyatlari gerçekleştirildi. Daha önce, 1923'te Leuine ve 1925'te Souttar tarafından mitral darlık için girişimlerde bulunulmuş olsada, 1948'e kadar başarılı olunamamıştır (Aytaç, 1991).

1953 yılında, Lewis ve Taufic ilk kez kalp ameliyatı gerçekleştirdiler. Bu ameliyat için "Hipotermi+İnflow Oklüzyon" tekniğini kullandılar ve 5 yaşındaki bir kız çocuğunun ASD'sini başarıyla kapattılar. Ayrıca aynı yıl içinde Swan da bu tekniği seri halinde kullanmaya başladı (Aytaç, 1991).

1953 yılında, Gibbon ilk kez Akciğer-Kalp makinesini kullanarak genç bir kızda ASD'yi başarıyla kapattı. Ancak, 4 hasta ex olunca moral olarak bozuldu ve devam edemedi (Aytaç, 1991). 1954 yılında Lillehei ve Varco, düşük akımlı "Azygosflowprinciple" ve "Controlled Cross Circulation" yöntemlerini kullanarak normotermik şartlarda anne veya babayı kullanarak VSD ameliyatı gerçekleştirdiler ve 1955'te 8 vakayı yayınladılar. Bu seri modern açık kalp cerrahisinin başlangıcı olarak kabul edildi ve daha sonra Cooley tarafından "Cardio-Pulmonary bypass" olarak tanımlandı. 1954 sonlarında, Lillehei ve Varco aynı metotla Fallot Tetralojisinde total korreksiyonu gerçekleştirdiler (Lillehei ve ark., 1955). 1955'te Kirklin, KAM kullanarak VSD ve daha sonra Fallot Tetralojisinde total korreksiyon ameliyatı yaptı. Bu dönemde Lillehei, "Cross-Circulation" yöntemini terk ederek açık kalp ameliyatını Akciğer-Kalp makinesiyle yapmaya başladı. 1957'de Lillehei ve Merendino, mitral darlığı ve yetmezliğini ayrı ayrı açık kalp metoduyla ameliyat ettiler (Merendino ve Bruce, 1957).

Lillehei ve arkadaşları, aortanın klempili olduğu sırada kalbin perfüzyonunu sağlamak için retrograd koroner dolaşım yöntemini kullanarak kalp cerrahisinde yeni bir teknik geliştirdiler. Hufnagel ve meslektaşları ise, miyokardın korunması için kardiyak perfüzyonla ile derin kardiyak hipotermi gerekliliğinden söz edilir (Hufnagel ve ark., 1961). Bu çalışmaların sonucunda, kalp cerrahisi alanındaki teknikler ve prosedürler önemli ölçüde geliştirilmiştir.

Kalp cerrahisi sırasında iskemik hasarı önlemek amacıyla bilim insanları Melrose ve ekibi, 1955 yılında potasyum klorür ile diyastolik arrest yaparak kalbin elektromekanik aktivitesini tamamen durdurmayı önermişlerdir. İlk klinik çalışma ise 1958 yılında gerçekleştirilmiştir (Gerbode ve Melrose, 1958). Sealy ve Melrose tarafından geliştirilen bir solüsyona neostigmin eklenmiş ve bu solüsyon ilk kez kardiyopleji terimi ile adlandırılmıştır (Sealy ve ark., 1958). Hoelscher, Melrose tarafından geliştirilen solüsyondaki sitratın hücre içi ve dışı kalsiyum (Ca^{2+}) ve magnezyumu (Mg^{2+}) azalttığını bildirdi. Hoelscher daha sonra magnezyum ve prokaini membran stabilizatörü olarak kullanarak yeni bir kardiyopleji solüsyonu geliştirdi. Bretschneider ise Hoelscher'in çalışmalarına devam ederek ilk kez hücre içi kardiyopleji kavramını kullanmıştır (Bretschneider ve ark., 1975). Kirsh ve Rodewald, 1972 yılında Kirsch kardiyopleji solüsyonunun klinik kullanımını gerçekleştirdiler (Kirsch ve ark., 1972). Daha sonra, Gay ve Ebert 1973'te yüksek potasyum klorür içeren kardiyoplejiler üzerinde çalışmalarını yayınladılar. Roe ve diğer araştırmacılar ise 1977'de benzer bir çalışmayı gerçekleştirdiler. Gay ve Ebert, Melrose tarafından geliştirilen yüksek potasyum klorür içeren solüsyondaki potasyum klorür miktarını azaltarak kardiyoplejik arrest ve miyokardiyal koruma sağladıklarını rapor etmişlerdir (Gay ve Ebert, 1973). Bu çalışma, potasyum klorür içeren solüsyonların kalp cerrahisinde kullanımını iyileştirmek için önemli ilerleme olmuştur. Bu bulgular sayesinde, daha güvenli ve etkili kardiyopleji solüsyonları geliştirilmiştir ve bu da kalp cerrahisi başarı oranlarını artırmıştır.

David Hearse ve Mark Braimbridge tarafından Londra St. Thomas Hastanesi'nde yürütülen çalışmalar, kristalloid kardiyopleji solüsyonlarının Bretschneider ve Kirsh kardiyopleji solüsyonları gibi hücre içi değil, ekstraselüler bileşimli olması gerektiğini düşünülmüştür. Bu çalışmaların sonucunda, St. Thomas solüsyonu adı verilen yeni bir kardiyopleji solüsyonu geliştirilmiştir (Hearse ve ark., 1976). Grup, çalışmalarına devam ederek solüsyonun kalsiyum içeriğini azaltarak günümüzde hala birçok yerde kullanılan St.

Thomas II solüsyonunu geliştirdiler (Ledingham ve ark., 1987). Ayrıca, Gerald Buckberg 1979'da kanın iyi bir kardiyoplejik ajan olduğunu belirtti ve intraoperatif miyokard koruma için ilk kez soğuk kan kardiyoplejisi yöntemini geliştirerek önemli bir katkı sağladı (Buckberg, 1979). Bretschneider, 1980'lerde düşük potasyum klorür içerikli kardiyopleji solüsyonunun hipotermi ile birlikte verilmesi gerektiğini gösteren çalışmalar yapmıştır (Bretschneider, 1980).

Bu bulgular, kalp cerrahisi sırasında kullanılan kardiyopleji solüsyonlarına yönelik yeni bir yaklaşım sunmuştur. Düşük potasyum klorür içeren solüsyonların hipotermi ile birleştirilmesi, kalbin daha iyi korunmasını ve daha az hasar almasını sağlayabilir. Bu da kardiyopleji yöntemlerinin daha etkili hale getirilmesine yardımcı olur. Bu çalışmalar, kalp cerrahisinde kullanılan kardiyopleji teknolojilerinin sürekli olarak geliştirildiğini ve iyileştirildiğini göstermektedir.

2.2. Miyokardiyal Koruma

KPB sırasında ortaya çıkan sorunlardan biri de miyokardiyal iskemidir. Özellikle iskemik arrest durumunda, kalp kasının korunması hayati önem taşır. Bu koruma, enerji depolarının korunmasına dayanmakla birlikte, miyositlerdeki iskemik değişikliklerin önlenmesi ve fonksiyonel bütünlüğün korunabilmesi de oldukça önemlidir (Özcan ve ark., 2004).

KPB sırasında oluşan miyokard hasarının temel nedeni iskemidir. İskemi, dokuların kan akımının kesilmesi veya azalması ile oluşan oksijen yetersizliğine bağlı bir durumdur. Bu durum, perfüzyon yetersizliği olarak tanımlanır ve KPB sırasında önemli bir sorundur (Ortadeveci ve Öz, 2017).

KPB sırasında meydana gelen miyokardiyal iskemi, enerji bağları içeren fosfatların tükenmesine ve kalsiyum homeostazisinin bozulmasına sebep olur. Dokulardaki kan akımının kesilmesi veya azalması sonucu oluşan oksijen yetersizliği hücre içindeki parsiyel oksijen basıncının 5-10 mmHg'nin altına düşmesine neden olur. Bu da oksidatif fosforilasyonun azalmasına yol açar ve hücrelerin enerji ihtiyacı karşılanamayabilir. Bu durumda, kreatinin fosfat ve anaerobik metabolizma, enerjinin temel kaynakları haline gelir.

Ancak, kreatinin fosfat kaynağı sınırlıdır ve laktat gibi metabolik atıklar tarafından inhibe edilebilir. Bu metabolik atıklar, enzim sistemlerinin işleyişini engeller. Enerji depolarının tükenmesiyle, kalp hücreleri Ca^{++} 'u hücre dışına çıkaramazlar. Hücre içindeki Ca^{++} miktarının artması, hücre bütünlüğünün ve fonksiyonunun bozulmasına neden olur (Uğuz, 2007).

Kalbin, işlevlerini yerine getirmesi ve enerji üretimi için oksijene kullanımına ihtiyaç vardır. Bu nedenle, miyokard dokusu canlılığını korumak için sürekli olarak oksijen almalıdır. Adenozin trifosfat (ATP), kalp kasındaki tüm hücre içi olayların gerçekleştirilmesi için temel enerji kaynağıdır (Barlas ve ark., 1994).

Miyokard oksijen tüketiminin yaklaşık %80'i, kasılabilirlik (kontraktilite) sırasındaki elektromekanik iş için harcanır. Bu nedenle, kalp kasının sağlıklı bir şekilde çalışabilmesi için yeterli miktarda oksijen sunumu gerekmektedir (Bilal ve Sarioğlu, 1992).

Kontraktilite, kalbin kasılma gücüyle ilişkili bir biyolojik durumdur. Miyokard lifinin kasılması esnasında kısalması önceki yüke doğru ve sonraki yüke ters orantılıdır. Kalp durması sırasında en az enerjiye ihtiyaç duyulurken, iskemi veya fibrilasyon gibi durumlarda daha fazla enerji gereklidir. Miyokardın oksijen tüketimini etkileyen faktörlerden biri de miyokardın duvar gerilimidir. Laplace yasası, organ duvarındaki gerilimin, organ içi basınç ve lümen çapı ile ilişkili olduğunu belirtir. Kalp kasının duvar gerilimi ise önceki yük (preload) ve sonraki yük (afterload) faktörlerine bağlıdır. Önceki yük, Frank-Starling prensibine göre, diyastol sonunda miyokard lifinin gerilim derecesi ve miyofibril uzunluğu ile ilgilidir. İntakt kalpte, kontraksiyon başlangıcındaki miyofibril uzunluğu diyastol sonu volümüne bağlıdır. Azalan hacim, önceki yükün ve kalp debisinin azalmasına neden olur. Sonraki yük ise, ejeksiyon sırasında duvar gerilimini oluşturarak, kontraksiyon sırasında miyofibrilin kısalmasına karşı koyan bir güçtür. Ana arterlere karşı atılan kan direnci artarsa, afterload da artar ve kalbin daha fazla çalışması gerekir. Bu durumda, kalp kasının gerilimi de artarak miyofibrilin kısalmasına karşı koyan bir güç oluşur. Bu nedenle, kalp işlevi açısından hem önceki yük hem de sonraki yük faktörleri önemlidir ve bu faktörler dengeli bir şekilde kontrol edilmelidir (Aykaç ve Bilgili, 2015).

Miyokard ısısı, metabolizma hızını doğrudan etkileyen üçüncü önemli faktördür. Koroner arterlerdeki kanın her kalp atışında miyokarddan geçişi sırasında, kalbe sunulan

oksijenin %75'i harcanır. Kanın taşıdığı oksijen miktarı, hemoglobin içeriği, arteriyel oksijen satürasyonu ve arteriyel oksijen basıncına bağlıdır. Miyokard iskemisi, genellikle koroner kan akışının azalmasına bağlı olarak ortaya çıkar ve mevcut koroner patolojiye ek olarak hipoksemi veya anemi gibi sorunları da neden olabilir (Uğuz, 2007).

2.3. Miyokardiyal Koruma Yöntemleri

Bu bilgiye dayanarak, kardiyak cerrahi operasyonlar sırasında miyokardiyal hasarın önemli bir sorun olduğunu ve erken postoperatif mortalite ve morbiditenin sebeplerinden biri olabilir. Bununla birlikte, kros klemp, iskemi, hipotermi ve kardiyopleji gibi yöntemler sayesinde miyokardiyal hasarın etkisi azaltılabilir. Miyokard hücrelerinin canlılığı ve fonksiyonları operasyon sonrası devam eder, ancak bu miyokard koruma tekniklerinin başarısına bağlıdır. Bu nedenle, miyokard koruması için üç ana başlık altında uygulanan yöntemler vardır (Ürküp, 2016).

2.3.1. Hipotermi

Hipotermi, günümüzde kardiyak cerrahide sıkça tercih edilen miyokardiyal koruma stratejilerinden biridir. Bu yöntem sayesinde kalp ve vücudun metabolik ihtiyaçları azaltılır, oksijen tüketimi ve ihtiyacı da düşürülür. Kardiyopulmoner baypas (KPB) sırasında pompa debisinin düşürülmesine imkan tanınarak, KPB'nin olumsuz yan etkileri azaltılabilir. Ayrıca, hipotermi vital organların korunmasına yardım eder, reperfüzyon hasarını ve apoptozisi azaltır. Hücresel seviyede enzimatik reaksiyon hızı ve metabolizma hızı düşürülerek, membran bütünlüğünün korunması sağlanır (Kurth, 1952).

Normal çalışan bir kalpte miyokardiyal oksijen tüketimi 8-10 ml/dk/100 gr doku iken, normotermik KPB sırasında ventilasyon yapılmış bir kalpte bu tüketim yaklaşık 5,2 ml/dk/100 gr doku seviyesine düşer. Normotermik asistol durumunda ise bu oran %65 azalarak yaklaşık olarak 1,85 ml/dk/100 gr dokuya düşer. Bu durumun 32°C'de gerçekleştirilmesi halinde tüketim %55 daha da azalarak 0,9 ml/dk/100 gr dokuya iner. Daha ileri hipotermi (15°C) durumunda ise bu seviye 0,33 ml/dk/100 gr dokuya kadar düşer (Chitwood, 1979).

Hipotermi, hasta özelliklerine göre ayarlanmalıdır. Ancak, hipoterminin bazı yan

etkileri olabilir. Bu etkiler arasında karbondioksit çözünürlüğünün artması, oksijenle hemoglobin arasındaki bağlanma eğrisinin sola kayarak hemoglobinin oksijene afinitesinin artması, kan viskozitesinin artması, pulmoner komplikasyonların oluşması, hiperglisemiye eğilim ve koagülasyon faktörlerinin azalması sayılabilir (Kiriş, 2018) .

Sistemik hipoterminin yanı sıra, kardiyak topikal hipotermi de sıkça kullanılan bir koruma yöntemidir. Bu yöntemde, perikard içinde epikardiyal buz (slush) veya sürekli soğuk su dökerek (shumway) uygulama yapılır. Kardiyopleji ile internal olarak soğutulan kalbin eksternal olarak da soğutulması metabolizmayı azaltmada sınırlı da olsa faydalı olabilir. Ancak, bu yöntemin negatif yönleri arasında frenik sinir felci riski ve tamamen homojen bir soğutma sağlanamaması yer almaktadır (Kiriş, 2018).

2.3.2. Kardiyoplejik olmayan yöntemler

2.3.2.1. Aralıklı x-clemp ve fibrilasyon

Orta derecede hipotermik perfüzyon ile fibrilasyonlu aralıklı kros klempleme yöntemi, koroner arter bypass cerrahisi uygulanan hastalar için bir koruma stratejisi olarak kullanılmıştır. Bu yöntemde, vücut sıcaklığı 30-32°C arasına düşürülerek hastanın metabolizması yavaşlatılır ve kalp daha az oksijen tüketir. Ayrıca, kardiyak arrest (kalbin geçici olarak durdurulması) sağlanır. Bu işlem sırasında, kalp durduğundan, koroner arterler açık değildir ve miyokard oksijensiz kalır. Ancak, bu süreçte kalp kasının hasar görmemesi için koruyucu önlemler alınır. Örneğin, kan dolaşımı devam eder ancak kalpte değil, vücudun başka bölgelerinde yapay bir pompa yardımıyla gerçekleştirilir. Ayrıca, miyokardın beslenmesi için Kardiyoplejisolüsyonlar kullanılır. Bu yöntem, Bonchek ve arkadaşları tarafından 1992 yılında yayınlanan 3000 hastalık verileri ile Raco ve arkadaşları tarafından 2002 yılında yayınlanan 800 hastalık serisi gibi çalışmalarda, koroner arter bypass cerrahisi uygulanan hastalarda miyokardı korumada etkili bir yöntem olarak gösterilmiştir. Ancak, günümüzde diğer yöntemler daha yaygın olarak kullanılmaktadır çünkü yeni teknolojiler sayesinde koroner bypass cerrahisi sırasında kalbin durdurulması olmadan da işlem gerçekleştirilebilmektedir. (Urcun, 2018). Bu teknikte, koroner bypass operasyonu sırasında ventriküler fibrilasyon döneminde distal anastomozlar yapılır. Tek bir kros klemp kullanılarak tüm distal anastomozlar yapılır ve daha sonra kros klemp alınarak proksimal

anastomozlara geçilir. Bu yöntem, miyokard iskemisi süresini azaltarak miyokard hasarını engelleyebilir. Ancak, kros klemp uygulama süresi 20 dakikayı aşmamalıdır çünkü uzun süreli kros klemp uygulaması, miyokardın oksijensiz kalmasına neden olabilir ve bu da kalp krizi riskini artırabilir.

2.3.2.2. Sistemik hipotermi ve elektif fibrilatuararrest

Temel olarak sistemik hipotermi (26-30 derece), elektif fibrilatuararrest ve 80-100 mmHg basınçta sistemik perfüzyon kullanılır. Bu teknik, aort klemplenmesinin komplikasyonlara neden olabileceği kalsifiye aortlarda tercih edilir. Proksimal anastomozlar genellikle hipotermikfibrilatuararrest sırasında yapılır ya da internalmammarian artere anastomoz yapılabilir. Ancak bu yöntemin dezavantajları da vardır. Revascularizasyon sırasında devam eden koroner akım nedeniyle cerrahi konfor olumsuz etkilenebilir. Artan kas tonusu, ventriküler fibrilasyona bağlıdır ve anastomoz için kalbin istenen pozisyonunun verilememesine neden olabilir. Ayrıca, bu yöntem kardiyak boşlukların açıldığı prosedürler için uygun değildir çünkü hava embolisi riski yaratabilir. Ayrıca, aort yetmezliğinin artması da bir dezavantajdır (Yıldırım, 2020).

2.3.3. Kardiyoplejik yöntemler

Açık kalp cerrahisi sırasında, hareketsiz ve kan akışına müsaade etmeyen bir cerrahi alanın oluşturulması, cerrahi konfor ve başarısı açısından önem arz etmektedir. Bu doğrultuda, kalp cerrahisinin tarihi boyunca, kalbin durdurulması ve aynı zamanda sistemin canlılığının korunması amacıyla pek çok yöntem denendi. Kardiyoplejik solüsyonlar kalbin cerrahi müdahale sırasında durdurulması ve kan akışının kesilmesi için kullanılır. Bu işlem sayesinde kansız bir ortam yaratılır ve cerrahi müdahale daha kolay yapılabilmektedir. Ancak, bu işlem sırasında kros klemp gibi araçlar kullanıldığında kardiyoplejik solüsyonların aralıklı verilmesi nedeniyle miyokardın iskemi riski artar. Miyokardın kasılma fonksiyonları üzerine olumsuz etkisi olan bu durumun hafifletilmesi için halen kardiyopleji solüsyonlarının içerikleri ve verilme yöntemleri geliştirilmeye çalışılmaktadır. Çünkü miyokardın yeterli korunmaması önemli bir komplikasyon olan düşük debi sendromu gibi sorunlara neden

olabilir ve hala çözülmesi gereken bir konudur (Sarkar ve Prabhu, 2017).

İyi bir kardiyopleji solüsyonundan beklenen özellikler şunlar olabilir:

-Miyokard hücrelerinin ATP tüketimini azaltarak hızlı bir diastolik arrest sağlamalıdır.

-Reperfüzyon hasarını sınırlandırmalı ve geri dönüşümsüz miyokard hasarı oluşumunu engellemelidir.

-Etkisi hızla tersine çevrilebilir olmalıdır (reversibl).

-Toksik etkisi olmamalı veya minimal düzeyde olmalıdır.

Bu özellikler, kardiyak cerrahi gibi işlemlerde kalp fonksiyonlarının geçici olarak durdurulması gerektiğinde kalp koruyucu bir solüsyon kullanmanın önemini vurgulamaktadır. İyi bir kardiyopleji solüsyonu, kalbin korunmasını sağlayarak cerrahi müdahale sonrası kalp fonksiyonlarının normal olarak geri kazanılmasına yardımcı olur (Chambers ve Fallouh, 2010).

2.3.3.1. Kristalloid kardiyoplejisi

Kristalloid kardiyopleji solüsyonları, intraselüler ve ekstraselüler olmak üzere iki gruba ayrılır. İntraselüler solüsyonlar, sodyum ve kalsiyum miktarları açısından fakirdir. Ekstraselüler solüsyonlar ise intraselüler solüsyonlara göre daha yüksek magnezyum, kalsiyum ve sodyum oranına sahiptir. Ayrıca, kristalloid solüsyonlar genellikle soğuk (4-20 oC) şekilde uygulanır. Hiperkalemik solüsyonların koroner vasküler endoteline zarar verdiği prelinik olarak saptanabilmiştir ancak klinik olarak önemli bir etkisi tespit edilmemiştir. Yapılan çalışmalar, kristalloid kardiyopleji solüsyonlarının miyokardiyal korumada kan kardiyoplejileri kadar etkili olduğunu göstermiştir (Jacob ve ark., 2008).

2.3.3.2. Kan kardiyoplejisi

Kalp cerrahisinde ilk başta kristalloid kardiyopleji kullanılıyordu, ancak 1950'lerde Ebert ve arkadaşları tarafından kanla birlikte hazırlanması önerildi. Yaklaşık 20 yıl sonra Buckberg ve ekibi tarafından kan kardiyoplejisi yeniden gündeme geldi ve yaygınlaştı

(Molina, 2005). Kan kardiyoplejisinin optimal koruma sağlayacak formülü hala araştırılmaktadır.

Kan kardiyoplejisinin kullanılmasındaki temel neden, oksijen taşıma kapasitesinin yüksek olmasıdır. Arter hattı üzerinden elde edilen kan kardiyoplejisi farklı şekillerde hazırlanabilir. Kan ve kristaloid sıvılar 4:1 oranında karıştırılarak hematokrit düzeyi yükseltilebilir (Guru ve ark., 2006). Kan kardiyoplejisiyle elektromekanik arrest hızlı bir şekilde sağlanabilir ve miyokardın oksijen tüketimi azaltılabilir. Hipotermi de oksijen tüketimini azaltıcı etkiye sahiptir ve farklı kliniklerde kardiyopleji hazırlama oranları ve içeriği modifiye edilerek uygulanabilir (Baikoussis, 2015).

KPB işlemi sırasında, kalbin durdurulması gerekmektedir. Bunun için kullanılan yöntemlerden biri kardiyoplejik solüsyonlar kullanmaktır. Kardiyoplejik solüsyonlar, genellikle potasyum iyonları, magnezyum iyonları ve diğer bileşenler içerebilir. Bu solüsyonlar, kalpteki elektrik aktivitesini tamamen durdurarak, kalbin kasılmasını durdurur. Ayrıca koroner kan akımını azaltarak miyokardiyal oksijen tüketimini de azaltır. Hiperkalemi gibi bazı bileşenler içeren kardiyoplejik solüsyonların kullanımı, miyokardiyal oksijen tüketimini %65 oranında azaltabilir. Buckberg ve arkadaşları yaptıkları çalışmada ise kimyasal arrest sağlandığında miyokardiyal oksijen tüketim oranının normotermik şartlarda 1.1 ml/dak/100 gr iken 22°C'de 0.3 ml/dak/100 gr düzeyine gerilediğini belirlemişlerdir. Normotermik kan kardiyoplejisi kullanımı, daha düşük bir sıcaklıkta kan kullanarak elektromekanik arrest yerine kimyasal bir arrest ile kalbi durdurmayı içerir. Bu yöntem, miyokardiyal oksijen ihtiyacını azaltarak koroner kan akışını optimize eder. Bu da normotermik koşullarda dokulara oksijen verilebilmesinin kolaylaştığını ve aerobik metabolizmanın desteklenmesinin avantajlı olduğunu gösterir. Bu nedenle, elektromekanik arrest yerine kimyasal bir arrest ile kalbi durdurarak uygulanabilen normotermik kan kardiyoplejisi yöntemi, miyokardiyal oksijen ihtiyacını azaltarak koroner kan akışını optimize etmeye yardımcı olur ve normotermik koşullarda aerobik metabolizmanın faydalarını sağlar (Molina, 2005).

Kardiyopleji sırasında ideal hematokrit düzeyi miyokardın ısısına ve uygulama sıklığına göre değişebilir. Mikropleji olarak adlandırılan bir yöntemde, kristaloid oranı minimal düzeyde tutularak yüksek hematokrit seviyeleri kullanılır. Bu yöntem, düşük

hemodilüsyon sağlar, dolayısıyla miyokardiyal ödemi azaltır ve ameliyat sonrası sol ventrikül fonksiyonunu iyileştirir. Bu bilgiler, kardiyak cerrahide uygun tedavi seçeneklerinin belirlenmesine yardımcı olabilir (Entwistle ve Wechsler, 2004).

2.3.3.3. Del nido kardiyopleji

1990'ların başında Pittsburgh Üniversitesi'nden araştırmacılar, immatür kalpleri korumak için kullanılan St. Thomas kardiyoplejik solüsyonun etkililiği konusunda literatürdeki çelişkili çalışmaların yanı sıra tek doz kardiyoplejinin etkili kalp koruması sağladığını gösteren çalışmalar nedeniyle yeni bir formül geliştirme yoluna gittiler (Park ve Lucchesi, 1999). Pedro Del Nido liderliğindeki HungCao-Danh, K. Eric Sommers ve Akihiko Ohkado'dan oluşan ekip, bu yeni formülü geliştirdi ve patent aldı. Farklı kliniklerde farklı modifikasyonları kullanılsa da genellikle literatürde ve klinik uygulamada Del Nido kardiyoplejisi olarak bilinir.

Del Nido kardiyoplejinin temel bileşeni Plazma-Lyte A adlı ekstrasellüler bir kardiyopleji solüsyonudur. Bu solüsyon, farklı miktarlarda magnezyum sülfat, mannitol, potasyum klorid, lidokain ve sodyum bikarbonat gibi bileşenlerle zenginleştirilir (Tablo 1). Solüsyona, kanın dört katı oranında ilave edilir. Bu kristalloid ve kan karışımı solüsyon, elektromekanik sessizliği, yani kalbin elektriksel aktivitesinin durması ve hareketsiz kalması durumunu 60 dakikaya kadar güvenle sürdürür (Govindapillai ve ark., 2013). DelNido solüsyonu, hücre içi yüksek enerjili fosfatları ve pH'ı koruyarak, iskemik arrest sonrası reperfüzyon döneminde hücre içi kalsiyum girişini engeller. Ayrıca kolay hazırlanması, düşük maliyeti ve operasyon kesintilerinin önlenmesi nedeniyle giderek daha yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

Elektif kardiyak arrest sağlamak için en yaygın kullanılan yöntem, hücre dışındaki alana yüksek konsantrasyonda potasyum (K⁺) iyonu verilmesidir. Bu yöntem, hızlı bir şekilde arrest oluşturabilen basit bir yöntemdir. Ancak, kardiyomiyositlerde depolarize edici bir etki yaratarak dezavantajları da vardır. İskemi sırasında, hücreleri hiperpolarize etmek, enerji kullanımını ve hücre içi kalsiyum birikimini azalttığından, prokain veya lidokain gibi polarize edici ajanlar ve magnezyum gibi kalsiyum iyonu ile yarışacak maddeler, bu kardiyoplejik solüsyona eklenmiştir. Bu sayede, potasyum kaynaklı hiperpolarizasyonun

neden olduğu olumsuz etkiler minimize edilmeye çalışılmaktadır (Yıldırım, 2020).

Del Nido kardiyoplejisi işlemi sırasında, hücre dışı sıvıya benzeyen Plazma Lyte A elektrolit kompozisyonu baz solüsyon olarak kullanılır. Bu solüsyonda sodyum, potasyum, magnezyum, klor, asetat ve glukonat gibi bileşenler bulunur. Solüsyonun pH değeri 7.4'tür. İşlem sırasında hastanın kilosuna göre 4 birim Plazma Lyte A solüsyonu bypass devresinden alınan 1 birim arteriyel kan ile karıştırılır. Bu sayede solüsyonun son şekli, kanla karıştırıldığı için içerisinde kalsiyum da olabilir. Ancak kalsiyum, kalp kas hücrelerinin kontraksiyonunu tetikleyebilir, bu nedenle solüsyonda hiç kalsiyum olması önemlidir. Kardiyak arrest sırasında kalbin hiperpolarize edilmesi ve enerji tüketiminin azaltılması gibi etkileri olan polarize edici ajanlar, depolarizan etkinin önlenmesi için eklenir. Kalsiyum blokerleri gibi bazı ajanlar da kalp kas hücrelerinin depolarizasyonunu engellemeye yardımcı olabilir (Yıldırım, 2020).

Kardiyoplejekarrest ve sonrasındaki reperfüzyon sürecinde, miyokard hasarının en önemli nedenlerinden biri serbest oksijen radikallerinin oluşmasıdır. Bu serbest radikaller normalde hücre içi reaksiyonlarda oluşur ve vücuttaki antioksidan savunma mekanizmaları tarafından temizlenir. Ancak kardiyak arrest sırasında miyokard hücreleri oksijensiz kalır ve bu nedenle antioksidan savunma mekanizmalarının işlevi bozulabilir. Reperfüzyon sürecinde ise, kardiyak dokuya tekrar oksijen gitmesiyle birlikte serbest radikal salınımı artabilir. Bu serbest radikaller, hücre zarlarında lipid peroksidasyonu gibi patolojik değişikliklere neden olarak miyokard hasarını arttırabilirler. Bu nedenle, kardiyoplejekarrest ve sonrasındaki reperfüzyon sürecinde serbest oksijen radikallerine karşı alınabilecek önlemler, miyokard hasarını azaltmada etkili olabilir. Bu önlemler arasında antioksidan ilaçlar ve reaktif oksijen türlerini nötralize eden enzimler gibi tedaviler yer alabilir (Sealy, 1958). Bu nedenle, post-iskemik miyokardiyal yetmezlikte miyokardiyal ödemde görülebilir.

Del Nido kardiyopleji solüsyonundaki hiperosmotikmannitol, serbest oksijen radikallerinin temizlenmesini sağlayarak miyokardiyal hücre şişmesini engeller (Hoelscher ve ark., 1961). Ayrıca % 20 oranında tam oksijenlenmiş kan Del Nido kardiyoplejiye ilave edilir. Bu, sınırlı sürede olsa aerobik metabolizmayı destekler ve anaerobik glikolizin devamlılığı için gerekli olan tamponlayıcı maddeleri sağlar. Bu sayede, miyokardın oksijen ihtiyacı karşılanır ve hasarın önlenmesine yardımcı olunur.

Tablo 1: Del-Nido kardiyopleji içeriği.

Plazma Lyte A 1000 ml
Mannitol % 20 16.3 ml (3,3 gr)
Mg sülfat % 50 4.0 ml (2 gr)
Sodyum Bikarbonat 1mEq-ml 13ml
Lidokain % 1 13ml (130 mg)
KCL 2mEq-ml 13ml

2.5. Kardiyopulmoner ByPass Sırasında Doku Oksijenasyon Takibi

Serebral monitörizasyon yöntemleri, beyin fonksiyonlarının sürekli olarak takip edilerek nörolojik komplikasyonların en aza indirilmesini amaçlayan önemli bir araçtır. Bu yöntemlerden biri olan elektroensefalografi (EEG), beyin aktivitesini ölçmek için kullanılır ve hasta başına yerleştirilen elektrotlar vasıtasıyla beyin dalgalarını kaydeder.

Bispektral İndeks (BİS) ise EEG sinyallerinin işlenmesiyle elde edilir ve anesteziğin etkinin sürekli olarak takibi için kullanılır. Transkraniyel doppler (TCD) ise beyin kan akışını ölçmek için kullanılan bir ultrason yöntemidir.

NearInfraredSpectroscopy (NIRS) ise beyin dokusunun oksijenasyon seviyesini izlemek için kullanılan bir yöntemdir. Miks venöz oksimetre ise beyindeki oksijenasyonu ölçmek için kullanılan bir diğer yöntemdir.

Son olarak, biyokimyasal parametreler de serebral monitörizasyon yöntemleri arasında yer alır ve beyin metabolizmasının takibi için kullanılır.

Klinikte tercihe göre farklı serebral monitörizasyon yöntemleri kullanılabilir. Ancak Muğla Eğitim Araştırma Hastanesi Kalp MerkerzindeNearInfraredSpectroscopy (NIRS) yöntemi rutin olarak kullanılmaktadır. Bu yöntem, beyin dokusunun oksijenasyon seviyesini ölçmek için oldukça kullanışlıdır ve kolayca uygulanabilir (Daşdemir ve ark., 2020).

2.5.1. Serebral kan akımı ve otoregülasyon

Beyin kan akımının çoğu (% 90'ı) karotid arterlerle, geri kalan %10'u ise vertebral arterlerle sağlanır. Arkus aort, kalpten çıkan ve vücudun üst kısmına kan taşıyan bir damardır. Arkus aort, göğüs boşluğunda bulunur ve sol akciğerin kökünün hemen üzerinde yer alır. Arkus aort, ilk olarak brakiosefalik arter, sağ subklavyan arter ve sol karotis arter olmak üzere üç dala ayrılır. Brakiosefalik arter, baş-boyun trunkusunun en büyük dalıdır ve sağ subklavyan arter ve sağ karotis arteri de içerir. Sağ subklavyan arter, sağ klavikula kemiksinin alt kısmından geçerek sağ kolun kanlanmasını sağlar. Sol karotis arter ve sol subklavyan arter, arkus aorttan çıkarak kendi yollarına devam ederler. Sol karotis arter, arkus aortun ikinci büyük dalıdır ve brakiosefalik arterin hemen sol arkasındadır. Sol karotis arter, boyun bölgesine kan taşır ve beyne oksijenli kan akışını sağlar. Sol subklavyan arter ise, sol karotis arterin yaklaşık 2,5 cm distalinden arkus aortadan çıkar ve sol kolun kanlanmasını sağlar.

Bu damarların her biri, vücutta önemli bir rol oynayan birçok organın kanlanmasını sağlar. Örneğin, karotis arterler beyne kan taşıdığı için, beyin fonksiyonları için önemlidirler. Subklavyan arterler ise kol ve omuz bölgesinin kanlanmasını sağlayarak, bu bölgelerin hareketliliği ve işlevselliği için gereklidirler.

Sağ ve sol subklavyan arterler boyun bölgesinden dallanır ve her iki boyun kökünün derininde vertebral artere ayrılırlar. Vertebral arter, foramentransversarium adı verilen açıklıklardan geçerek kafa boşluğuna girer. Daha sonra, karşı taraftaki vertebral arter ile birleşerek baziler arteri oluşturur. Baziler arter, karotis internal arterlerle birlikte "circulusarteriosuscerebri" olarak bilinen bir dairesel yapıyı şekillendirir ve beyinin beslenmesini sağlar (Williams ve ark., 1995).

Eksternal karotis arter baş ve yüzün kaslarını, kemiklerini ve dura materini beslerken, internal karotis arter beyin korteksinin ve ön kısmının yanı sıra iç kısmını beslemektedir. Vertebral arterler ise spinal kordun ön kısmı, beyin sapı ve beyin arka kısmını besler. Beyin venleri ince duvarlı, valfsiz ve elastik bir yapıya sahiptir. Kanın büyük bir kısmı büyük venöz sinüse dökülür. Venöz sinüs, iki dura kılıfı arasında yer alır. Venöz kanın büyük bir kısmı kafatasını internaljuguler venlerle terk eder, geri kalan kısım ise vertebral venler ve spinal yollar aracılığıyla geri döner (Aydın, 2015).

Beyin oksijen veya karbondioksit reaktivitesine karşı kan akımını ayarlamada benzersiz bir kapasiteye sahiptir. Bu özelliği sayesinde, beynin fonksiyonel ve metabolik aktivitesindeki değişikliklere yanıt olarak kan akımı artırılabilir veya azaltılabilir. Ayrıca serebral kan akımı nörojenik regülasyon mekanizmalarının da etkisiyle değişebilir. Beyindeki özel merkezler, kan damarlarındaki kasların kasılması veya gevşemesi yoluyla serebral kan akımını düzenleyebilir. Bu nedenle, serebral kan akımı hem lokal hem de sistemik düzeyde çeşitli faktörler tarafından kontrol edilir (Aydın, 2015).

Normal koşullarda serebral kan akımı beyin ihtiyacını karşılayacak şekilde düzenlenir. Bu durumu "akım-metabolizma bağıllığı" veya metabolik regülasyon olarak ifade ederiz. Serebral aktivite arttığında glukoz kullanımı ve kan akımı da artar. Bununla birlikte, anestezide ve komada serebral metabolizma ve kan akımı azalır. Vücut ısısı da serebral kan akımında önemli bir rol oynar. Vücut ısısındaki her bir derecelik düşüş merkezi sinir sisteminin çoğu bölgesinde glukoz tüketimini %5-10 oranında değiştirir. Metabolizmanın arttığı bölgelerdeki hücrelerin enerji ihtiyacını karşılamak için daha fazla oksijen ve besin maddesine ihtiyaçları vardır. Bu da kan akışının artmasına neden olur. Ancak, bu artan metabolizma sonucu ortaya çıkan hidrojen iyonları ve laktat birikimi, ekstrasellüler pH'da bir değişikliğe neden olabilir. Bu da kan damarlarının genişlemesi veya daralması gibi etkiler yaratarak kan akımını etkileyebilir.

Serebral otonöregülasyon, sistemik kan basıncındaki değişikliklere rağmen beyin dokusuna sabit bir kan akımı sağlayan bir mekanizmadır. Bu mekanizma, kan basıncındaki büyük dalgalanmaların zararlı etkilerinden korunmak için önemlidir. Beynin normal fonksiyonlarının devamı ve iskemik hasar veya beyin kanamasının önlenmesi için serebral kan akışının düzenlenmesi hayati önem taşır. Serebral otonöregülasyon, serebral damarların miyogenik, metabolik ve nörojenik faktörler arasındaki karmaşık etkileşimler yoluyla düzenlenmesiyle gerçekleşir.

2.5.2. Kardiyopulmoner bypass sonrası nörolojik komplikasyonlar

Açık kalp cerrahisi sonrası santral sinir sistemi komplikasyonları, yani beyin ve omurilik gibi merkezi sinir sistemi sorunları, gerçekten de ciddi bir risk taşır. Bu komplikasyonların en sık nedenleri arasında embolizm, hipotansiyon, anemi, tromboz ve

ateroskleroz gibi faktörler yer alır. Bu nedenlerden dolayı hastaların ameliyat öncesi ve sonrası dikkatli bir şekilde değerlendirilmesi, mümkün olan risk faktörlerinin tespit edilmesi ve uygun önlemlerin alınması gereklidir. Nörolojik ve nöropsikolojik komplikasyonlar açık kalp cerrahisinin diğer bir risk kaynağıdır. İnme, geçici iskemik atak (TIA), deliryum, bellek kaybı ve kognitif disfonksiyon bu komplikasyonlara örnek olarak verilebilir. Bu komplikasyonlar genellikle ameliyat sonrası ilk bir hafta içinde ortaya çıkar ve bazı hastalarda uzun süre devam edebilir. Açık kalp cerrahisi sonrası mortalite oranının hala %3'ün üzerinde olması, kalp cerrahisindeki riskleri göstermektedir. Postoperatif atrial fibrilasyon (AF) ve LCOS (Düşük Kalp Debisi Sendromu) en sık görülen ölüm nedenleri arasında yer alır. AF, kalbin ritmindeki bozukluklardan kaynaklanır ve tromboembolik komplikasyonlara neden olabilir (Stamou ve ark., 2001).

Açık kalp cerrahisi sırasında kullanılan kardiyopulmoner bypas (KPB) teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, kardiyovasküler morbidite ve mortalite oranları azalmıştır. Ancak günümüzde daha yaşlı hastaların da bu ameliyata başvurusu, KPB teknolojisindeki ilerlemelere rağmen nörolojik komplikasyonlarla ilişkili ölüm oranının %7,2'den %19,6'ya kadar yükselmesine neden olmuştur. Bu yeniliklerle birlikte daha önce operasyon yapılamayan ve yaşları ilerlemiş hastaların da bu ameliyatı olabilmesi, nörolojik komplikasyonların daha fazla görülmesinin başka bir sebebidir. Özellikle 75 yaşın üzerindeki hastalarda, 65 yaşın altındakilere göre 9 kat daha fazla nörolojik komplikasyon gözlemlenmektedir. Kalp cerrahisi hastaları genellikle hipertansiyon, diyabet ve %50'nin üzerinde karotis stenozu gibi diğer sağlık sorunlarıyla da mücadele etmek zorunda kalırlar (McKhann ve ark., 2006).

KPB (Kardiyopulmoner Baypas) sırasında meydana gelen hipoksi, hipotansiyon, emboliler ve salınımı artmış çeşitli sitotoksinler gibi faktörler, nörolojik komplikasyonların ana nedenleridir. Bu faktörler, iskemi, infarkt, ödem veya kanama gibi problemlere yol açabilir. Ek olarak, aortik kanülasyon sırasında düşük perfüzyon basıncına neden olan makroemboliler veya aortik diseksiyon gibi komplikasyonlar da nörolojik sorunlara yol açabilir. Nadir olmakla birlikte, aortik veya venöz kanülün yanlış yöne takılması da bu tür komplikasyonlara neden olabilir (Demir, 2020).

Düşük arteriyel pCO₂ ve yüksek pO₂ seviyeleri, serebral vazokonstriksiyona neden

olarak serebral hasara yol açabilir. Bu durumda, postoperatif nörofizyolojik testler yapılan hastaların %50'sinde geçici nörolojik defisitler gözlemlenmiştir. Ancak, bu defisitlerin çoğu geçicidir ve postoperatif 6 ay-5 yıl içinde hastaların %80'inin nörolojik olarak normale döndüğü gösterilmiştir. Geri kalan %20'lik nörolojik defisitlerin mikroembolilere bağlı olduğu düşünülmektedir (Demir, 2020)

Mikroemboliler, küçük boyuttaki pıhtıların kan dolaşımında taşınması sonucu beyin damarlarının tıkanmasına neden olabilir. Bu tıkanıklıklar, oksijenatörlerden, arteriyel filtrelerden veya hatlardan kaynaklanan trombosit kümeleri, mikro hava kabarcıkları veya çıkan aortadan kaynaklanan aterosklerotik plaklar gibi faktörler tarafından tetiklenebilir. Açık kalp cerrahisi sonrası ensefalopati durumları, hastanın beyinde işlev bozukluğuna neden olan bir grup semptomdur. Bu semptomlar arasında hafıza kaybı, düşük dikkat seviyesi, karışıklık, konuşma bozukluğu ve koordinasyon kaybı gibi nörolojik semptomlar yer alır. Bu durumlarda, tanıda ateş, hipoksi (oksijen eksikliği), ilaç etkisi, sepsis (kan enfeksiyonu), böbrek yetmezliği, hepatik koma (karaciğer yetmezliği) ve hiperozmolar durumlar da göz önünde bulundurulmalıdır. (Demir, 2020).

2.5.3. NIRS (NearInfraredSpectroscopy)

NIRS (Yakın Kızılötesi Spektroskopi), 1970 yılında keşfedilmiş bir teknolojidir. Bu teknoloji, hemen hemen her tür materyalin kızılötesi emisyonunu ölçerek analiz etmek için kullanılır. İnsan vücudu da dahil olmak üzere biyolojik materyallerin kızılötesi emisyonları, bu teknoloji sayesinde ölçülebilir. 1985 yılında Ferrari ve arkadaşları, NIRS'yi ilk kez insanda serebral ölçüm yapmak için kullanmıştır. Bu ölçümler, beyin sağlığı ile ilgili durumları belirlemek için kullanılmıştır. 1993 yılında ise Amerikan Gıda ve İlaç Dairesi, çeşitli marka ve modellerde üretilen NIRS cihazlarının kliniklerde kullanımına onay vermiştir. O zamandan beri, NIRS, beyin fonksiyonları, kas aktivitesi ve diğer fizyolojik parametrelerin ölçümü gibi birçok alanda kullanılmaktadır (Pasch, 2000).

NIRS, bir bölgedeki serebral oksijenasyonu (rSO₂) ölçmek için non-invaziv bir yöntemdir. Bu, oksihemoglobin ve deoksihemoglobin sinyallerinin yorumlanması ile gerçekleştirilir. Hemoglobin sinyali %75 venöz ve %20 arteriyal olmak üzere alınır. Bu nedenle normal rSO₂ değeri genellikle %60'ın üzerindedir. Optimal SamplingDensity (OSD)

olarak adlandırılan bir teknik kullanılarak, cihaz tarafından hemoglobin molekülü ile karşılaşma olasılığına bağlı olarak derinliğe göre bir ışık hüzmesi belirlenir. Bir prop ile frontal temporal bölgeye yerleştirilen NIRS cihazında, bir ışık kaynağı ve iki farklı ışık sensörü bulunur. Cilt ve kemik dokulardan 3 cm uzaklıktaki bir sensör ve hem ekstrakraniyal hem de beyin dokusundan veriler alabilen 4 cm uzaklıktaki bir sensör kullanarak iki kaynak arasındaki fark hesaplanır. Bu veriler daha sonra INVOS® gibi bir monitöre yansıtılır. Diğer taraftan, Hamamatsu® gibi farklı bir cihaz, serebral oksijenasyonu yanı sıra sitokrom aa3 redoks durumunu da ölçebilecek şekilde tasarlanmıştır (Daşdemir, 2020).

Sitokrom aa3 redoks durumu, serebral doku oksijenizasyonunu değerlendirmede faydalı bir ölçüm olarak kabul edilir. Özellikle alfa-stat pH stratejisi, hipotermi ve hemodilüsyon gibi durumlarda kullanımı önerilir. Normal rSO2 değeri beyinde %60 veya daha yüksek olmalıdır. Başlangıç değeri, düşük FiO2, normal PCO2 ve başlangıç hemodinamisi ile birlikte kaydedilmelidir. İdeal olarak, anestezi indüksiyonu öncesi hasta uyanıkken kayıt alınmalıdır. Bu, hastanın genel durumunun belirlenmesine ve bir referans noktası oluşturulmasına yardımcı olabilir (Daşdemir, 2020).

Standart monitorizasyon sırasında kullanılan bazı parametreler (kan basıncı, oksijen saturasyonu gibi) doku oksijenasyonunu tam olarak yansıtmayabilir. Bu nedenle, NIRS gibi daha etkin bir yöntem geliştirilmiştir. Bu yöntem, serebral rejijyonel saturasyonu ölçer ve non-invazivdir. Diğer yöntemlerde olduğu gibi arteriyel kan basıncını anlık olarak ölçmek yerine, NIRS değişiklikleri daha uzun süreli etkilerini yansıtır. Bu nedenle, cerrahi veya anestezi sürecindeki beyin hasarının tespit edilmesi için önemli bir cihaz olarak kabul edilir. Ayrıca, NIRS'nin non-invaziv olması, hastalara minimum rahatsızlık vererek kolayca kullanılabilmesini sağlar (Demir, 2020).

Sensörlerin belirli bir mesafe aralığında yerleştirildiği ve algoritmaların derin emilimden yüzeysel ışık emilimini ayırdığı bir sistemden bahsediyor. Bu sistem, doku oksijenasyonu endeksi sağlamak için kullanılıyor ve cihazın adı NIRS olarak geçiyor. NIRS cihazı, serebral rejijyonel oksijen saturasyonu ölçümünde kullanılıyor ve infrared ışınlarının kullanıldığı belirtiliyor. Bu ışınların derinlikte 1-1,5 cm'ye kadar ulaşabildiği ve bu bölgede %75-85 oranında venöz, %15-25 oranında arteriyel karışımından oluşan "watersheedzone" denilen bir bölgenin saturasyonunu gösterdiği ifade ediliyor. Ayrıca, NIRS pediatrik

hastalarda somatik olarak da kullanılabilir ve örneğin karaciğer, böbrek, mezenter gibi organlardaki oksijen seviyelerinin ölçümünde de faydalı olabiliyor (Murkin ve ark., 1995).



Şekil 1. Nirs cihazı (somanetics (usa))

3. GEREÇ VE YÖNTEM

3.1. Araştırmanın Şekli

Araştırmamız, tanımlayıcı retrospektif ve randomize çalışmadır.

3.2. Araştırmanın Örneklemi

Çalışmaya başlanabilmesi için Üsküdar Üniversitesi'nden 29/07/2022 tarihli 61351342/TEMMUZ 2022-21 sayılı etik kurul onayı verilen çalışmamız, Helsinki deklarasyonuna uygun olarak yürütüldü (EK-1).

Araştırmamızın örnekleme, Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezinde Ocak 2021-Aralık 2021 tarihleri arasında kardiyopleji uygulanan yetişkin açık kalp ameliyatı hastalarından 67 hasta çalışmaya dahil edilmiştir.

3.3. Çalışmaya Dâhil Edilme Kriterleri:

- Kardiyopulmoner bypass uygulanan hastalar,
- Altta yatan hemotolojik hastalığı olmayan,
- Bilinen bir kanama patolojisi olmayan,
- Bilinen Karotis Hastalığı olmayan,
-

3.4. Çalışmaya Dâhil Edilmeme Kriterleri:

- Kardiyopulmoner bypass uygulanmayan hastalar
- Reoperatif vaka olan hastalar,

3.5. Değerlendirme

Bu tez çalışması için sternotomi yöntemi ile ameliyat edilen santral veya periferik kanülasyon tekniği kullanılmış olup ACT parametre değeri 480 üzerinde olan ve heparin uygulamasının 300 IU/kg yapılan yetişkin açık kalp ameliyatı uygulanan hastalar dahil edildi. Ele alınan vakalarda kalp-akciğer makinesi olarak Stockert S5 ve Stockert C5; oksijenatör olarak Terumo Fx-25 Arteriyal Filtre Entegreli; tubig set ise 3/8-1/2 (arter-venöz) tercih edilmiştir.

Rutin prime solüsyonu olarak tüm hastalara Isolayt-S, %20 Mannitol, % 8.4molar sodyum bikarbonat, %15 magnezyum sülfat, heparin kullanıldı.

Hastanın kalp-akciğer makinesine bağlanma evresinde sırasıyla arter ve venöz kanülasyon yapıldıktan sonra eğer ACT değeri 480 ve üzerinde çıktıysa kardiyopulmoner bypassa geçildi ve roller pompa akımı kademeli olarak 2,4 L/dk /m² yükseltildi. Tam flowa ulaşıldıktan sonra hasta 32 °C' ye getirildi ve aortaya crossklemp konularak antegrad yoldan kan kardiyoplejisi verilerek kalp diyastolde arrest hale getirildi. Vaka boyunca ortalama arteriyal basınç 60-80 mmHg olacak şekilde çalışıldı. Ve ameliyata devam edildi.

Vaka boyunca ortalama arteriyal basıncı, idrar takibi, serebral NIRS takibi ve her yarım saatte bir kan gazı takibi yapılarak kayıtları tutuldu. Hasta kalp akciğer makinesinden ayrıldıktan sonra yüksek ACT değeri protamin ile nötralize edilip dekanülasyon yapıldı. Ve hastalar KVC Yoğunbakım ünitesine sevk edildi.

3.6. Veri Toplama Araçları ve Özellikleri

- Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezi Perfüzyon Takip Formları (Doküman No: AH.FR.013 Yayın Tarihi: 08/08/2018 Revizyon Tarihi: 27/07/2020 Revizyon No: 1); Hastanın genel bilgileri, ameliyat ile ilgili bilgiler, Kardiyopulmoner bypass sırasındakullanılan sıvı ve ilaçlarla ilgili bilgiler, kalp akciğer makinesi ile uygulanan perfüzyon vekardiyoplejik sıvılar ile ilgili verilerin toplanmasında kullanılan form.
- Kan Gazı cihazından alınan sonuçlar; pO₂, pCO₂, Ph, laktat, K⁺ gibi değerlerle ilgili verilerin toplanmasında kullanıldı.

- Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezi Anestezi takip formu (Doküman No: AH.FR.004 Yayın Tarihi: 12/12/2012 Revizyon Tarihi: 22/10/2021 Revizyon No: 1) Preoperatif ve intraoperatif dönemde hastanın hayati bulgularının takibi ile ilgili verilerin toplanmasında kullanılan form.
- Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezi Kalp Damar Cerrahisi Yoğun Bakım Hemşire Gözlem Formu (Doküman No: YB.FR.012 Yayın Tarihi: 27/09/2018 Revizyon Tarihi: Revizyon No: 0); Postoperatif dönemde hastanın genel takip bulguları ve kanama kontrolü ile ilgili verilerin toplanmasında kullanılan form.
- Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi KARMED Otomasyon Sistemi; hastanın sosyodemografik özelliklerini ve laboratuvar sonuçları ilgili verilerin toplanmasında kullanıldı.
- Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp Merkezi Kalp Damar Cerrahi Servisi Hemşire Gözlem Formu; Preoperatif dönemde hasta bulgularının takibi ile ilgili verilerin toplanmasında kullanılan form.
-

3.7. Verilerin İncelenmesi

Bu tezin tüm istatistiksel analizleri IBM SPSS v23.0 (IBM Corp. 2015, Armonk, NY, US) ile gerçekleştirilmiştir. Sürekli değişkenler için Kolmogorov-Smirnov ve Shapiro-Wilk testleri normallik testleri yapılmıştır. Kardiyopleji solüsyonları açısından Nominal değişkenler arasında farklılık olup olmadığı ki-kare testi ile test edilmiştir. Sürekli değişkenlerin solüsyonlar bakımından farklılıkları normal dağılıma uyan değişkenler için bağımsız örneklem ve eşleştirilmiş t-testleri ile test edilmiştir. Normal dağılım uymayan değişkenler için solüsyonlara göre farklılıklar Mann-Whitney U-testi ve tekrarlı ikili ölçümler için Wilcoxon sign-rank testleri ile test edilmiştir. Ayrıca ikiden fazla tekrarlı ölçümler içeren Flow, Tansiyon, Özofagus, NIRS gibi değişkenler için doğrusal model kullanılarak tekrarlı ölçüm testleri uygulanmıştır. Tüm testler iki-yönlü olarak yapılmış, p-değerleri sunulmuş ve sonuçlar yorumlanmıştır.

4.BULGULAR

4.1. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile Kalp Akciğer Makinesi Süresinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 2: Kpb süresi normal dağılım testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-değeri	Statistic	df	p-değeri
KPB Süresi	0,090	67	0,200*	0,974	67	0,172

Normallik testi incelendiğinde KPB süresinin normal dağılmadığı hipotezi reddedilir. Bu nedenle solüsyonlar arası farklar incelenirken, tek yönlü varyans analizi ve t-testleri yapılabilir. Bu bağlamda ikiden fazla grup olduğu için (2 farklı solüsyon) tek yönlü varyans analizi (ANOVA) ve post-hoc test sonuçları aşağıda verilmiştir. Post-hoc testi her bir grup farklı sayıda gözlem içerdiğinden dolayı Tukey testi kullanılmıştır.

Tablo 3: Kardiyopleji solüsyonuna göre kpb süresi istatistikleri ve bağımsız örneklem t testinden elde edilen p-değeri

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	KPB Süresi	11	147,00	53,33	0.005*
Kan Kardiyopleji	KPB Süresi	56	207,75	72,56	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır.

4.2. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile Cross Klemp Süresinin karşılaştırılması ve farklılıkları

İlk olarak Klemp süresi değişkeninin normalliği incelenir. İlgili tablo aşağıdadır. Sonuçlar Klemp süresinin normal dağıldığını gösterir. Dolayısıyla ilk maddede olduğu gibi ANOVA testi ve post-hoc testleri uygulanabilir.

Tablo 4: Kross klemp süresinin normal dağılım testi sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Toplam Kross Klemp Süresi	0,065	67	0,200*	0,971	67	0,118

Tablo 5: Kardiyopleji solüsyonuna göre kross klemp süresi istatistikleri ve bağımsız örneklem t testi analizinde elde edilen p-değeri

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Cross Klemp Süresi	11	105,55	44,47	0.021*
Kan Kardiyopleji	Cross Klemp Süresi	56	146,13	53,31	

t-testi sonucunda, solüsyonlara göre ölçülen Klemp süreleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmüştür ($p = 0,021 < 0,05$).

4.3. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile tanılara göre karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 6: Kardiyopleji solüsyonları ile tanı için çapraz tablo sonuçları

			Kardiyopleji Solüsyonu		
			Del-Nido	Kan Kardiyopleji	Total
Tanı	AY	Count	5 _a	0 _b	5
		% of Total	7,5%	0,0%	7,5%
	Diğer	Count	3 _a	2 _b	5
		% of Total	4,5%	3,0%	7,5%
	KAH	Count	1 _a	54	55
		% of Total	1,5%	80,6%	82,1%
	MY	Count	2 _a	0 _b	2
		% of Total	3,0%	0,0%	3,0%
Total		Count	11	56	67
		% of Total	16,4%	83,6%	100,0%

Tablo 7: Kardiyopleji solüsyonları ile tanı ki-kare testi sonuçları

	Value	df	p-değeri
PearsonChi-Square	51,100^a	3	0,000*
LikelihoodRatio	43,109	3	0,000
Linear-by-LinearAssociation	11,910	1	0,001
N of ValidCases	67		

Yukarıdaki Tablolar incelendiğinde Ki-kare testinden elde edilen p-değeri ($p=0,000<0.05$) elde edildiği için kullanılan solüsyonların konulan tanıya göre farklılık gösterdiği istatistiksel

olarak anlamlıdır. Farklılık ile ilgili detaylı bilgi ilk tabloda gösterilen çapraz tablodan görülebilir.

Tablo 8: Kardiyopleji solüsyon değerleri için normal dağılım testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Kan Krdiyopleji Ortalaması	0,138	33	,114	0,963	33	,318
Del-Nido Kardiyopleji Ortalaması	0,533	33	,000	0,257	33	,000

Tablo 9: Del-Nido kardiyopleji ve kan kardiyopleji değerlerinin tanı'ya göre incelenmesi (mann-whitney u test)

	N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Kan Krdiyopleji Ortalaması	57	475	1700	1141,56	209,337	0.188
Del-Nido Kardiyopleji Ortalaması	44	1000,00	1800,00	1036,3636	143,20405	0.016*

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Tabloda görüldüğü gibi Del-Nido değerlerinin tanı durumuna göre %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık gösterdiği görülmektedir. Bu farklılığın kaynaklandığı Tanı durumları tabloda açıkça görülmektedir.

4.4. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile ameliyatlara göre karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 10: Kardiyopleji solüsyonlar ile ameliyatlar için çapraz tablo sonuçları

Ameliyat * Kardiyopleji Solüsyonu Crosstabulation					
			Kardiyopleji Solüsyonu		Total
			Del-Nido	Kan Kardiyopleji	
Ameliyat	AORT Kapak Değişimi	N	6	0	6
		%	9,0%	0,0%	9,0%
	CABGX3	N	1	13	14
		%	1,5%	19,4%	20,9%
	CABGX4	N	0	25	25
		%	0,0%	37,3%	37,3%
	CABGX5	N	0	12	12
		%	0,0%	17,9%	17,9%
	Diğer	N	4	6	10
		%	6,0%	9,0%	14,9%
	Toplam	N	11	56	67
		%	16,4%	83,6%	100,0%

Tablo 11: Kardiyopleji solüsyonları ile ameliyatlar için ki-kare testi sonuç tablosu

Chi-SquareTests			
	Value	df	Asymp. Sig. (2-sided)
PearsonChi-Square	42,744^a	4	0,000
LikelihoodRatio	39,171	4	0,000
Linear-by-LinearAssociation	2,874	1	0,090
N of ValidCases	67		

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Aşağıdaki tablolarda, ortalama verilen Solüsyon değerlerinin (miktarlarının?) ameliyat türüne göre farklılık gösterip göstermediği Kruskal-Wallis testi ile %95 güven düzeyinde incelenmiş fakat hiçbir solüsyon için anlamlı bir farklılık görülmemiştir. Bu bağlamda, verilen ortalama solüsyon değerlerinin ameliyat türlerine göre farklılık göstermediği istatistiksel olarak anlamlı şekilde söylenebilir.

Tablo 12: Kan kardiyopleji solüsyon değerlerinin ameliyatlar'a göre incelenmesi (kruskal-wallis test)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum	P değeri
AORT Kapak Değişimi	5	1000,33	190,833	85,343	750	1175	0,238
CABGX3	8	1150,42	140,183	49,562	875	1333	
CABGX4	22	1184,55	249,320	53,155	475	1700	
CABGX5	10	1184,33	194,954	61,650	900	1550	
Diğer	12	1080,07	170,211	49,136	750	1350	
Toplam	57	1141,56	209,337	27,727	475	1700	

Yukarıdaki Tablo incelendiğinde p-değeri ($p=0,238>0,05$) elde edildiği için solüsyonların ameliyat türüne göre farklılık göstermediği istatistiksel olarak anlamlı elde edilmiştir.

Tablo 13: Del-Nido kardiyopleji değerlerinin ameliyatlar’a göre incelenmesi (kruskal-wallis test)

	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error	Minimum	Maximum	p- değeri
AORT Kapak Değişimi	4	1175,0000	236,29078	118,14539	1000,00	1500,00	0.052
CABGX3	11	1072,7273	241,20908	72,72727	1000,00	1800,00	
CABGX4	15	1006,6667	25,81989	6,66667	1000,00	1100,00	
CABGX5	8	1000,0000	,00000	,00000	1000,00	1000,00	
Diğer	6	1000,0000	,00000	,00000	1000,00	1000,00	
Toplam	44	1036,3636	143,20405	21,58882	1000,00	1800,00	

4.5. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile Kalp Akciğer Makinesinden çıkarken destek durumuna göre karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 14: Kam'dan ayrılırken destek durumuna göre kullanılan kardiyopleji solüsyon tipleri için çapraz tablo sonuçları (intraortik balon katateri, ecmo)

			Kardiyopleji Solüsyonu		Toplam
			Del-Nido	Kan Kardiyopleji	
Destek Durumu	Desteksiz	N	11	52	63
		%	16,4%	77,6%	94,0%
	Destekli	N	0	4	4
		%	0,0%	6,0%	6,0%
Toplam		N	11	56	67
		%	16,4%	83,6%	100,0%

Tablo 15: Kam'dan ayrılırken destek durumuna göre ki-kare test sonuçları

	Value	df	p-değeri
PearsonChi-Square	0,836 ^a	1	0,361
ContinuityCorrection ^b	0,048	1	0,827
LikelihoodRatio	1,484	1	0,223
Fisher'sExact Test			
Linear-by-LinearAssociation	0,823	1	0,364
N of ValidCases	67		

Yukarıdaki tablolar Destek durumunun solüsyonlara bağlı değişiklik göstermediğini %95 güven düzeyinde kanıtlar ($p=0.361>0.05$). Yukarıda sorulara benzer şekilde, Solüsyon değerleri ile destek durumu da Mann-whitney-U testi ile test edilmiş (iki grubun medyanları arasındaki farklılığa araştırmak için) ve sonuçlar aşağıdaki tablolarda verilmiştir.

Tablo 16: Mann-Whitney-U testi ve kardiyopleji solüsyon değerlerinin medyan ve iqr değerleri

Destek Durumu			Kan Kardiyopleji Ort.	Del Nido Kardiyopleji Ort.
Desteksiz	N	N	54	41
		Missing	17	30
	Median		1137,50	1000,0000
	IQR		1225	800,00
Destekli	N	N	3	3
		Missing	1	1
	Median		1200,00	1000,0000
	IQR		217	,00
p-değeri			0.259	0.792

Elde edilen p-değerleri incelendiğinde, ki-kare testinde de olduğu gibi destek durumuna göre verilen solüsyon değerleri arasında da istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır. Bu bağlamda, verilen solüsyon değerinin de destek durumuna göre değişmediği %95 güven düzeyinde söylenebilir.

4.6. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile demografik özelliklerine göre karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 17: Demografik değişkenler için normal dağılım testi sonuçları

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-değeri	Statistic	df	p-değeri
Yaş	0,097	67	0,191	0,954	67	0,015
Boy	0,245	67	0,000	0,436	67	0,000
Kilosu	0,082	67	0,200*	0,979	67	0,323
Vücut Yüzey Alanı	0,532	67	0,000	0,169	67	0,000

Tabloda görüldüğü gibi Kilo değişkeni hariç diğerleri normal dağılıma sahip değildir. Dolayısıyla Kilo için Mann Whitney U testi, diğer değişkenler için bağımsız örneklem t-testi yapılmıştır. Sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 18: Yaş, boy, vücut yüzey alanına göre kardiyopleji solüsyonları arası farklılıklar

	Kardiyopleji Solüsyonu	N	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Yaş	Del-Nido	11	53,2727	18,41245	0,169
	Kan Kardiyopleji	56	61,6429	9,00793	
Boy	Del-Nido	11	165,6364	11,83446	0.793
	Kan Kardiyopleji	56	167,5893	23,86765	
Vücut Yüzey Alanı	Del-Nido	11	1,7527	,26077	0,523
	Kan Kardiyopleji	56	8,1659	32,93364	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Tablo 19: Kiloya göre kardiyopleji solüsyonları arası farklılıklar

	Kardiyopleji Solüsyonu	N	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Kilosu	Del-Nido	11	69,4545	19,46465	0.039*
	Kan Kardiyopleji	56	77,5000	12,68356	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Boy, yaş ve vücut yüzey alanına göre elde edilen tablolar incelendiğinde, boy yaş ve vücut yüzey alanı için kullanılan solüsyonlar arasında bir farklılık olmadığı görülmüştür. Kilo değişkeni için elde edilen değerler incelendiğinde kilo bakımından kullanılan solüsyonlar arasında bir farklılık olduğu %95 güven düzeyinde söylenebilir. ($p = 0.039 < 0.05$).

Tablo 20: Cinsiyete göre kardiyopleji solüsyonları arası farklılığın incelenmesi (çapraz tablo)

			Kardiyopleji Solüsyonu		Total
			Del-Nido	Kan Kardiyopleji	
Cinsiyet	Kadın	N	6	10	16
		%	9,0%	14,9%	23,9%
	Erkek	N	5	46	51
		%	7,5%	68,7%	76,1%
Total		N	11	56	67
		%	16,4%	83,6%	100,0%

Tablo 21: Cinsiyete göre kardiyopleji solüsyonları için ki-kare testi sonuçları

	Value	df	p-değeri
PearsonChi-Square	6,808^a	1	0,009*
ContinuityCorrection ^b	4,939	1	0,026
LikelihoodRatio	5,949	1	0,015
Fisher'sExact Test			
Linear-by-LinearAssociation	6,706	1	0,010
N of ValidCases	67		

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Solüsyonların cinsiyete göre değişiminin anlamlılığı yukarıdaki tabloda ki-kare testi ile incelenmiş elde edilen p-değerine göre ($p=0.009<0.05$), farklılığın istatistiksel anlamlı olduğu söylenmiştir.

4.7. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile preoperatif dönemde HTC değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 22: Htc değişkenini için normallik testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-değeri	Statistic	df	p-değeri.
HTC	,127	67	,009	,955	67	,017

Tabloda HTC değişkeninin normal dağılmadığı görülmüştür. Bu bağlamda Mann Whitney u testi sonuçları aşağıda verilmiştir. Test sonucu solüsyonlara göre HTC değerinin değişmediğini %95 güven düzeyinde ispatlar ($p=0.542>0.05$).

Tablo 23: Kardiyopleji solüsyonlara göre htc değerinin farklılığının incelenmesi

	Kardiyopleji Solüsyonu	N	Mean	Std. Deviation	p-değeri
HTC	Del-Nido	11	38,1364	5,19158	0.542
	Kan Kardiyopleji	56	39,1571	5,46113	

4.8. Farklı Kardiyopleji Solüsyonları ile preoperatif dönemde Hb değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 24: Hb değişkenini için normallik testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-değeri	Statistic	df	p-değeri
HB	0,127	67	0,009	0,966	67	0,063

Normallik testi HB değişkeninin Kolmogorov-Smirnov testi normal dağılmadığını gösterir ($p < 0.05$). Bu bağlamda Mann Whitney U testi sonuçları aşağıdaki tabloda sunulmuştur. Aşağıdaki tabloda ortalamalar incelendiğinde görüldüğü gibi solüsyonlara göre HB değişkeninde istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar gözlenmemiştir ($p = 0.168 > 0.05$).

Tablo 25: Kardiyopleji solüsyonlarına göre hb değerinin farklılığının incelenmesi

Group Statistics					
	Kardiyopleji Solüsyonu	N	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Hb	Del-Nido	11	12,6455	1,97148	0.168
	Kan Kardiyopleji	56	13,1809	1,90730	

4.9. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Kan Gazı (ph, pco₂, Po₂, Na⁺, K⁺, Ca⁺, Glikoz, Laktat, Htc, Hb, Hco₃, Be, Spo₂) değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 26: Kardiyopleji solüsyonlarına göre ph değerlerinin farklarının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu	N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	53	7,35	7,60	7,45	7,4553	0,05750	p<0.001*
Kan Kardiyopleji	323	7,15	7,59	7,43	7,4141	0,28425	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Tabloda görüldüğü gibi Ph değerleri solüsyonlara göre %95 güven düzeyinde farklılık göstermektedir. Farklılık her ne kadar Median değerleri birbirine yakın görünse de standart sapmaların küçüklüğünden dolayısıyla güven aralıklarının dar olmasından dolayı istatistiksel anlamlılık görülmüştür ($p=0.001<0.05$).

Tablo 27: Kardiyopleji solüsyonları ve pco₂ farkları için ikili karşılaştırma testi

	N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	53	26,00	43,00	32,00	32,0943	3,46557	0,828
Kan Kardiyopleji	323	15,00	48,00	32,00	32,6967	4,20740	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Tablolar incelendiğinde PCO₂ değerinin, solüsyonlara göre istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde anlamlı bir farklılık göstermediği belirlenmiştir.

Tablo 28: Kardiyopleji solüsyonlarına göre po2'nin farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	PO2	53	79,00	466,00	313,0	310,9434	75,69407	0,425
Kan Kardiyopleji		323	50,00	501,00	304,0	297,2632	86,68401	

PO2 için sonuçlar incelendiğinde p-değeri=0.425>0.05 bulunduğundan PO2'nin solüsyonlara göre değişmediği %95 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

Tablo 29: Kardiyopleji solüsyonlarına göre na'nin farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Na	53	100,00	151,00	135,0	134,41	5.82	0.068
Kan Kardiyopleji	Na	323	115,00	160,00	136,0	135,6471	3.99	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Sonuçlar Na'nın solüsyonlara göre farklı ölçülmediğini göstermektedir. Buna göre farklılığın Del-Nido ve Kan Kardiyopleji solüsyonlarından elde edilen Na değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark olmadığı %95 güven düzeyinde söylenebilir. (p=0.068>0.05).

Tablo 30: Kardiyopleji solüsyonlarına göre k'nin farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido		53	2,00	5,80	3,90	3,94	0,831	p<0.001*
Kan Kardiyopleji	K	323	1,80	6,90	4,50	4,49	0,850	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Solüsyonlara K'nin farklılığı araştırılmış ve Kan Kardiyoplejiden elde edilen K değerlerinin Del-Nido'dan farklı olduğu (Fazla) istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde kanıtlanmıştır.

Tablo 31: Kardiyopleji solüsyonlarına göre ca'nın farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido		53	0,90	1,29	1,08	1,0804	0,099	0,455
Kan Kardiyopleji	Ca	323	0,58	1,73	1,07	1,0740	0,114	

Tabloda da görüldüğü gibi, medyanlar arasındaki mesafe çok küçük olduğundan dolayı, p-değeri 0,455>0.05 olarak elde edilmiştir buna göre Ca değerlerinin solüsyonlara göre farklılık göstermediği %95 güven düzeyinde anlamlı olarak gösterilmiştir.

Tablo 32: Kardiyopleji solüsyonlarına göre glikoz'un farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Glikoz	53	70,00	401,00	160,00	160,16	58,39	0,027*
Kan Kardiyopleji		323	75,00	287,00	176,00	175,27	42,61	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Verilen tablo incelendiğinde kardiyopleji solüsyonları açısından Glikoz değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılık gösterdiği belirlenmiştir. Buna göre Kan-Kardiyopleji solüsyonu kullanıldığında ölçülen Glikoz değerleri Del_nido kullanıldığında ölçülen Glikozdan anlamlı şekilde fazladır. ($P=0,027>0.05$)

Tablo 33: Kardiyopleji solüsyonlarına göre laktat farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Laktat	53	0,60	11,00	1,80	2,2717	1,85279	0,888
Kan Kardiyopleji		323	0,50	33,00	1,80	2,7220	3,52169	

Laktat değişkeni solüsyonlara göre farklılık göstermemiştir. Görüldüğü gibi median ve ortalamaları oldukça birbirlerine yakındır ve istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık göstermemiştir.

Tablo 34: Kardiyopleji solüsyonlarına göre htc farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido		53	16,00	39,00	24,00	24,32	4,842	0,044*
Kan Kardiyopleji	Htc	323	15,00	48,00	22,00	23,00	4,559	

HTC değişkeni ise solüsyonlara göre istatistiksel olarak anlamlı farklılık göstermiş ve ortalama değer açısından Del Nido kullanıldığında HTC değerinin daha yüksek olduğu %95 güven düzeyinde söylenebilir.

Tablo 35: Kardiyopleji solüsyonlarına göre hco3 farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido		53	20,04	31,30	23,40	23,94	2,729	0.010*
Kan Kardiyopleji	HCO3	323	15,90	31,20	22,90	22,72	1,912	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Tablo incelendiğinde solüsyonlara göre HCO3'ün istatistiksel olarak anlamlı şekilde farklılık gösterdiği söylenebilir. Ortalama ve medyan değerleri incelendiğinde açıkça görülebilir Kan Kard. HCO3 değerleri Del-Nido solüsyondan daha düşük elde edilmiştir.

Tablo 36: Kardiyopleji solüsyonlarına göre be farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido		53	-6,10	8,30	-2,10	-1,09	3,67	0.025*
Kan Kardiyopleji	BE	323	-11,70	8,20	-2,60	-2,62	2,25	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Yukarıdaki tablodan da anlaşılacağı üzere solüsyonlar arasında BE değerleri bakımından farklılık olduğu %95 güvenle istatistiksel olarak anlamlı olduğu söylenebilir. Del-Nido solüsyonu kullanıldığında elde edilen BE değerlerinin Kan Kardiyopleji solüsyonu kullanıldığında elde edilen değerlerden daha yüksek olduğu görülmüştür.

Tablo 37: Kardiyopleji solüsyonlarına göre spo2 i farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido		53	96,00	139,00	100,00	100,6415	5,39977	0,480
Kan Kardiyopleji	SPO2	323	90,00	150,00	100,00	99,9938	2,98641	

Üstte verilen tabloda görüldüğü gibi SPO2 bakımından solüsyonlar arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık yoktur ($p=0.488>0.05$). Medyan ve ortalama değerleri incelendiğinden SPO2 değerlerinin solüsyonlara göre oldukça yakın değerler verdiği açıkça görülebilir.

Tablo 38: Kardiyopleji solüsyonlarına göre hb farklılığının araştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimu m	Maximu m	Media n	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido		53	5,00	11,50	7,40	7,471	1,412	0,041
Kan Kardiyopleji	Hb	323	4,40	13,00	6,80	7,091	1,360	

Tablodan da anlaşılabileceği gibi kardiyopleji solüsyon kullanımının Hb değerleri bakımından anlamlı bir farklılığa sebep olduğu açıktır ve %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır.

4.10. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Flow değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Aşağıda verilen tablolarda, her bir solüsyon için tekrarlı ölçülen Flow değerleri arasındaki farklılık istatistiksel olarak tekrarlı ölçümler için genel doğrusal model kullanılarak araştırılmış ve ölçülen Flow değerlerinde yalnızca Kan-Kardiyopleji solüsyonunda farklılık gözlenmiş Del-Nido solüsyonunda flow değerlerinde intraoperatif dönemde anlamlı bir değişim gözlenmemiştir. Ortalamalar incelendiğinde Flow'daki değişimler açıkça izlenebilir. Bu bağlamda Kan kard. Solüsyonu için farklılık araştırılması için Flow değerleri normal dağılıma sahip olduğundan bağımlı örneklem t-testi ile ikili testler şeklinde farklılıkların kaynakları incelenmiştir.

Tablo 39: Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde flow farklarının incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Flow_0	11	2,22	5,76	4,41	1,15	0,557
	Flow_15	11	3,61	5,65	4,60	0,73	
	Flow_30	11	4,20	5,83	4,86	0,68	
	Flow_45	11	3,30	5,83	4,57	0,81	
	Flow_60	11	1,56	5,83	4,30	1,27	
	Flow_75	11	3,12	5,83	4,62	0,87	

Tablo 40: Kan kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde flow farklarının incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Kan Kardiyopleji	Flow_0	55	2,22	6,91	4,83	0,92	0,262
	Flow_15	55	3,61	6,28	4,91	0,72	
	Flow_30	55	3,07	6,30	4,75	0,69	
	Flow_45	55	3,30	6,23	4,71	0,65	
	Flow_60	55	1,56	6,54	4,73	0,86	
	Flow_75	55	2,40	6,51	4,83	0,84	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Tablo 41: Kan kardiyopleji solüsyonu için flowdeğerlerinin bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu			N	Test istatistiği	p-değeri
Kan Kardiyopleji	Pair 1	Flow_0 & Flow_15	55	-0,960	0,338
	Pair 2	Flow_15 & Flow_30	55	2,410	0,019*
	Pair 3	Flow_30 & Flow_45	55	0,682	0,498
	Pair 4	Flow_45 & Flow_60	55	-0,241	0,810
	Pair 5	Flow_60 & Flow_75	55	-0,550	0,585

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır.

Tablo 42: Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için flow değerlerinin bağımlı örneklem t-testi ile karşılaştırılması

Kardiyopleji Solüsyonu			N	Test istatistiği	p-değeri
Del-Nido	Pair 1	Flow_0 & Flow_15	11	-1,588	0,163
	Pair 2	Flow_15 & Flow_30	11	-1,115	0,302
	Pair 3	Flow_30 & Flow_45	11	0,812	0,444
	Pair 4	Flow_45 & Flow_60	11	1,019	0,335
	Pair 5	Flow_60 & Flow_75	11	-0,950	0,370

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Ayrıca aşağıdaki tabloda, Solüsyonlara göre ortalama flow değerlerinin farklılığı da bağımsız örneklem t-testi ile incelenmiştir sonuçlar sunulmuştur. Bağımsız örneklem t-testi sonucunda Flow ortalamalarının solüsyona göre farklılık göstermediği ($p>0.05$) açıkça görülmüştür.

Tablo 43: Kardiyopleji solüsyonlarına göre flow ort değerleri ve istatistikleri

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Flow_ORT	11	2,83	5,79	4,41	0,94	0.140
Kan Kardiyopleji	Flow_ORT	55	3,07	6,44	4,79	0,69	

4.11. Farklı Kardiyopleji Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Tansiyon değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 44: Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde tansiyon değişimlerinin incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Tansiyon_0	11	52,00	90,00	69,1818	12,96779	0,413
	Tansiyon_15	11	60,00	86,00	69,0909	9,59640	
	Tansiyon_30	11	64,00	84,00	72,2727	7,19848	
	Tansiyon_45	11	62,00	83,00	71,5455	7,25760	
	Tansiyon_60	11	62,00	82,00	70,5455	6,08874	
	Tansiyon_75	10	62,00	78,00	72,2000	5,95912	

Tablo 45: Kan kardiyopleji solüsyonu için intraoperatif dönemde tansiyon değişimlerinin incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Kan Kardiyopleji	Tansiyon_0	55	33,00	85,00	65,3818	10,05262	0,007*
	Tansiyon_15	55	51,00	85,00	68,7273	7,03814	
	Tansiyon_30	55	54,00	87,00	69,0182	7,71120	
	Tansiyon_45	55	60,00	86,00	71,1636	5,81111	
	Tansiyon_60	55	54,00	94,00	70,1273	7,78425	
	Tansiyon_75	55	52,00	100,00	71,4364	9,33286	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Tablolar incelendiğinde, Tansiyon değerlerinin solüsyonlara göre farkı incelendiğinde, intraoperatif dönemde Del-Nido solüsyonunda anlamlı bir farklılık görülmezken, Kan Kardiyopleji solüsyonu için tansiyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu yapılan tekrarlı ölçümler için genel doğrusal model sonucunda elde edilen p-değerlerinden görülebilir. Bu bağlamda, farklılığın hangi dönemlerden kaynaklandığını ortaya çıkarmak için bağımlı örneklem t-testi yapılmış ve sonuçlar sunulmuştur. Buna göre Kan Kard. Solüsyonunda her dönemde tansiyonlarda anlamlı bir değişim olduğu sonuçlarda görülmüştür.

Tablo 46: Kan kardiyopleji solüsyonu için tansiyon değerlerindeki farklılıkların kaynağının incelenmesi (bağımlı t-istatistiği)

Kardiyopleji Solüsyonu			Df (serbestlik derecesi)	t-istatistiği	p-değeri
Kan Kardiyopleji	Pair 1	Tansiyon_0 & Tansiyon_15	54	-2,42	0,019*
	Pair 2	Tansiyon_15 & Tansiyon_30	54	-0,284	0,778
	Pair 3	Tansiyon_30 & Tansiyon_45	54	-2,09	0,041*
	Pair 4	Tansiyon_45 & Tansiyon_60	54	1,221	0,227
	Pair 5	Tansiyon_60 & Tansiyon_75	54	-0,979	0,332

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

4.12. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Hemofiltrasyon değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 47: Hemofiltrasyon için normallik testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-değeri	Statistic	df	p-değeri
Hemofiltrasyon	0,306	75	0,000	0,708	75	0,000

Normallik testi değişkenin normal dağılıma sahip olmadığını gösterir ($p < 0.05$). Buna göre solüsyonlar arası fark Mann-Whitney U-testi ile incelenmiştir. Test sonucunda, ortalama ve medyanlardan da anlaşılabileceği gibi istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görülmemiştir ($p = 0,461 > 0.05$). Dolayısıyla ikili testler yapılmamıştır.

Tablo 48: Kardiyopleji solüsyonlarına göre hemofiltrasyon farklılığının incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Hemofiltrasyon	4	300	1000,00	750,0	700,0	294,39	0,461
Kan Kardiyopleji	Hemofiltrasyon	26	200	2000,00	500,0	665,3	464,92	

4.13. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde NIRS değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları (tarafllara göre %20 düşüşü araştırıldı)

4.13.1 SAĞ NIRS

Tablo 49: Del-Nido kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sağ-nirs ölçümler arası farkın incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Referans (%20)	p-değeri
Del Nido NIRS SAĞ	0	11,00	46,00	78,00	63,55	10,06	50,84	0,581
	15	11,00	47,00	68,00	59,18	7,39		
	30	11,00	42,00	66,00	58,73	7,71		
	45	11,00	47,00	70,00	60,73	7,72		
	60	11,00	46,00	80,00	59,82	9,02		
	75	10,00	50,00	71,00	60,10	7,25		

Tekrarlı ölçümler için yapılan analizler sonucunda yalnızca Kan kardiyopleji solüsyonu için sağ-NIRS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık bulunmuştur ($p<0.05$). Buna göre Kan-Kardiyopleji için farklılığın görüldüğü periyotların tespiti için bağımlı örneklem t-testleri yapılmış sonuçları sunulmuştur.

Tablo 50: Kan kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sağ-nırs ölçümler arası farkın incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Referans (%20)	p-değeri
Kan Kardiyopleji NIRS SAĞ	0	55	33,00	95,00	66,3636	11,15109	53,32	p<0,001*
	15	55	28,00	87,00	64,6545	9,59980		
	30	55	44,00	87,00	62,2545	8,00976		
	45	55	38,00	83,00	60,8545	7,47197		
	60	55	43,00	82,00	61,2909	7,60281		
	75	54	43,00	80,00	61,4074	7,75453		
	90	54	41,00	79,00	61,8333	7,41938		
	105	52	41,00	88,00	62,8846	8,30463		

Aşağıdaki tabloda görüldüğü gibi farklılığın görüldüğü periyotlar 0-15, 15-30 ve 30-45 periyotlarıdır ($p<0.05$).

Tablo 51: Kan kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sağ nırs ölçümler arası farkın ikili-testler ile incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu			PairedDifferences					t	df	p- değer i
			Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% ConfidenceInterval of theDifference				
						Lower	Upper			
Kan Kardiyo pleji	Pair 1	0-15	2,1515 2	6,01087	,7398 9	,67386	3,6291 7	2,90 8	65	0,005 *
	Pair 2	15-30	2,0757 6	5,65226	,6957 4	,68626	3,4652 6	2,98 4	65	0,004 *
	Pair 3	30 - 45	,83333	3,11613	,3835 7	,06729	1,5993 7	2,17 3	65	0,033 *
	Pair 4	45 - 60	- ,21212	5,23161	,6439 7	- 1,4982 1	1,0739 7	- ,329	65	0,743
	Pair 5	60 - 75	- ,40625	3,82854	,4785 7	- 1,3625 9	,55009	- ,849	63	0,399

4.13.2 SOL NIRS

Tablo 52: Del-Nido kardiyoleji solüsyonu için tekrarlı sol nirs ölçümler arası farkın incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Referans (%20)	p-değeri
Del Nido NIRS SOL	0	11,00	50,00	82,00	62,73	11,16	50,18	0,354
	15	11,00	49,00	72,00	59,18	8,08		
	30	11,00	43,00	72,00	59,27	8,92		
	45	11,00	47,00	71,00	59,18	8,61		
	60	10,00	47,00	72,00	59,30	9,32		
	75	9,00	49,00	74,00	59,00	9,30		

Sağ-NIRS analizlerinde olduğu gibi sol-NIRS ölçümlerinde de intraoperatif dönemde yalnızca Kan kardiyopleji solüsyonu kullanıldığında sol-NIRS değerlerinde belirli periyotlarda istatistiksel olarak anlamlı farklılıklar bulunmuştur. Bu farklılıkların nedeni olan periyotlar yine ikili testler ile incelenmiştir. Bu bağlamda farklılığın kaynaklandığı periyotlar ($p<0.05$) tablodan görülebilir.

Tablo 53: Kan kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sol nırs ölçümler arası farkın incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	Referans (%20)	p-değeri
Kan Kardiyopleji NIRS SOL	0	55	34,00	95,00	66,4182	11,00621	53,33	p<0,001*
	15	55	27,00	77,00	64,1091	9,35844		
	30	55	45,00	77,00	62,5455	7,52482		
	45	55	37,00	77,00	61,5818	7,78101		
	60	55	41	78	60,71	7,630		
	75	54	44	75	61,39	7,597		
	90	54	41	79	62,22	8,063		
	105	52	41	95	63,29	9,308		

Tablo 54: Kan kardiyopleji solüsyonu için tekrarlı sol-nırs ölçümler arası farkın ikili-testler ile incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu			PairedDifferences					t	df	p- değeri
			Mean	Std. Deviation	Std. ErrorMean	95% ConfidenceInterval of theDifference				
						Lower	Upper			
Kan Kardiyopleji	Pair 1	0- 15	2,51515	6,27876	,77286	,97164	4,05866	3,254	65	0,002*
	Pair 2	15- 30	1,28788	4,85407	,59749	,09460	2,48116	2,155	65	0,035*
	Pair 3	30 -45	,81818	3,47700	,42799	-,03657	1,67293	1,912	65	0,060
	Pair 4	45 -60	,70769	5,87027	,72812	-,74689	2,16227	,972	64	0,335
	Pair 5	60- 75	-,810	3,711	,468	-1,744	,125	-1,732	62	0,088

4.13.3. NIRS Ortalamalarına göre Solüsyonlar arası farkların incelenmesi

Tablo 55: Nirs ortalamalarının normallik testleri

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-değeri	Statistic	df	p-değeri
NIRS SAG Ortalama	0,123	75	0,006	0,893	75	0,000
NIRS SOL Ortalama	0,073	75	0,200*	0,912	75	0,000

Yukarıdaki tabloda normallik testinde, Kolmogorov-Smirnov testi dikkate alınmış ve sonuçta Sağ NIRS ortalamasının normal dağılmadığı, sol NIRS ort.'nın ise normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. Bu bağlamda, sağ NIRS için Mann-Whitney U-testi sol NIRS için bağımsız örneklem t-testi uygulanmış ve p-değerleri elde edilmiştir.

Tablo 56: Kardiyopleji solüsyonlarına göre sağ nirs ortalamalarının incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del- Nido	NIRS SAG Ortalama	11	49,31	70,00	61,72	62,1239	6,58675	0,796
Kan Kardiyopleji	NIRS SAG Ortalama	55	48,00	84,58	63,70	63,3716	6,98194	

Tablo 57: Kardiyopleji solüsyonlarına göre sol nirs ortalamalarının incelenmesi

Kardiyopleji Solusyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	NIRS SOL Ortalama	11	52,00	70,00	61,72	61,01	5,977	0,196
Kan Kardiyopleji	NIRS SOL Ortalama	55	50,29	79,00	63,21	63,7757	7,21643	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Del-Nido ve Kan kardiyopleji solüsyonları kullanıldığında ölçülen sol-NIRS ve sağ-NIRS değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık görüşmemiştir. Ortalama ve medyanlar incelendiğinde değerlerin birbirlerine yakın olduğu görülebilir.

4.14. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde özefagus ısı

değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 58: Del-Nido kardiyopleji solüsyonu kullanıldığında özofagus ısı değerlerinin tekrarlı ölçümlerinin incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	0	11	34,60	36,20	35,7182	0,50758	p<0.001*
	15	11	33,00	35,30	29,8455	8,97122	
	30	11	29,00	34,10	32,1000	1,31529	
	45	11	28,70	34,50	32,2273	1,49204	
	60	11	27,00	35,00	32,0000	1,94936	
	75	10	27,00	36,60	32,2700	2,37208	

Tablo 59: Kan kardiyopleji solüsyonu kullanıldığında özofagus ısı değerlerinin tekrarlı ölçümlerinin incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Kan Kardiyopleji	0	55	31,80	36,20	35,4055	0,78538	p<0,001*
	15	55	,00	35,10	31,4182	5,96897	
	30	55	33,00	36,00	30,9473	5,63247	
	45	55	,00	36,00	30,2455	7,02724	
	60	55	,00	36,00	30,8000	5,98074	
	75	55	33,00	36,50	29,9091	7,81957	
	90	54	33,00	36,20	31,4352	4,32907	
	105	52	28,00	37,50	32,3885	2,07068	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

4.14.1. Özofagus ortalamalarının solüsyonlara göre incelenmesi

Tablo 60: Özofagus ısı ortalamalarının normallik testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Özofagus Isı Ortalaması	0,235	75	0,000	0,746	75	0,000

Normallik testine göre Özofagus ortalaması normal dağılıma sahip değildir. Buna göre aşağıdaki tabloda solüsyonlara göre Özofagus ort. Farklılık Mann-Whitney U testi ile incelenmiştir ve solüsyonlara göre bir farklılık görülmemiştir ($p>0.05$).

Tablo 61: Kardiyopleji solüsyonlarına göre özofagus ısıortalamalarının incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del Nido	Özofagus Isı Ortalaması	11	27,08	34,47	33,55	33,0651	2,04408	0,286
Kan Kardiyopleji	Özofagus Isı Ortalaması	55	21,03	35,86	33,17	32,6388	2,57697	

4.15. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde Balans değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tablo 62: Balans değişkeni için normallik testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Balans	0,158	75	0,000	0,924	75	0,000

Balans değişkeninin normal dağılmadığı yukarıdaki tablodaki normallik testinden görülmektedir. Bu bağlamda solüsyonlara balans değişimi Mann-Whitney U testi ile aşağıda test edilmiş ve Balans değerlerinin solüsyonlara göre farklılık göstermediği %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır ($p=0.308>0.05$). Burada medyan ve ortalamalar incelendiğinde, fark elde edilmesi gerektiği öne sürülebilir fakat yayılım ölçüleri (Std. Devaition ve IQR) çok büyük olduğundan farkın anlamlılığını engellerler. Buna göre daha fazla veri toplandığı takdirde, farkın çıkması beklenebilir. Fakat mevcut verilerle elde edilen sonuç aşağıdaki gibidir.

Tablo 63: Kardiyopleji solüsyonlarına göre balans değişkenindeki farklılıkların incelenmesi

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	Balans	11	-397,00	242,00	23,00	37,6364	196,97983	0,308
Kan Kardiyopleji	Balans	55	-377,00	552,00	123,00	125,8364	172,90575	

4.16. Farklı Kardiyoplejik Solüsyonlar ile intraoperatif dönemde alınan kan ürünü miktar değerlerinin karşılaştırılması ve farklılıkları

Tabloda ES ve TDB değişkenlerinin normallik testi sonuçları verilmiştir. Kolmogorov-Smirnov testi dikkate alındığında, ES değişkeni normal dağılıma sahipken TDB ise normal dağılıma uymaz. Bu bağlamda ES_kan için bağımsız örneklem t-test, TDB için Mann-Whitney-U test testi uygulanmıştır.

Tablo 64: Es kan ve tdb değişkenleri için normallik testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	p-değeri	Statistic	df	p-değeri
ES_kan	0,188	6	0,200*	0,937	6	0,639
TDB	0,333	6	0,036	0,814	6	0,078

Tablo 65: Kardiyopleji solüsyonlarına göre es değişiminin incelenmesi (bağımsız örneklem t-test)

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	ES Kan	11	0,0	2100,00	630,909	639,46	0.438
Kan Kardiyopleji		55	0,0	3600,00	482,109	578,85	

Tablo 66: Kardiyopleji solüsyonlarına göre tdb değişiminin incelenmesi (kruskal-wallis)

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değer
Del-Nido	TDB	1	400	400	400,0	400,00	0,00	0,33
Kan Kardiyopleji		5	250	300	300,0	280,00	27,386	

Her iki tabloda da, TDB ve ES değişimlerinin solüsyonlardan bağımsız olduğu istatistiksel olarak %95 güven düzeyinde söylenebilir. Bu farksızlığın, yüksek standart sapma ve veri azlığından kaynaklandığı öne sürülebilir. Bu bağlamda yüksek sayıda veri ile tekrar çalışıldığından solüsyonları farklı ES ve TDB sonuçları verme ihtimali göz önüne alınmalıdır.

4.17. Kardiyopleji Solüsyonlar İle İdrar Değişkeni Arasındaki Farklılıkların İncelenmesi

Tablo 67: İdrar değişkeni için normal dağılım testi

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
İdrar	0,143	66	0,002	0,846	66	0,000

Tablo 68: Kardiyopleji solüsyonlarına göre idrar dğeişkeninin farkları için mann-whitney u-testi sonuçları

Kardiyopleji Solüsyonu		N	Minimum	Maximum	Median	Mean	Std. Deviation	p-değeri
Del-Nido	İdrar	11	400,00	2600,00	800,00	1050,8182	653,62326	0,046*
Kan Kardiyopleji		55	500,00	5100,00	1235,00	1442,8182	763,76732	

*: %95 güven düzeyinde istatistiksel olarak farklılık anlamlıdır

Yukarıdaki ilk tabloda normal dağılım testi yapılmış idrar dğeişkeninin normal dağılmadığı ($p<0.05$) görülmüştür. Mann-Whitney U-testinin sunulduğu tabloda ise test sonucunda p-değeri ($p=0.046<0.05$) olarak elde edilmiş ve solüsyonlara göre ölçülen idrar değerlerinde görülen farklılığın istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür.

5. TARTIŞMA

Kardiyopulmoner baypas (KPB), özellikle açık kalp cerrahilerinde sıklıkla kullanılan bir işlem olup, hastanın kalbinin durdurulması ve solunum fonksiyonlarının mekanik olarak desteklenmesi anlamına gelmektedir. Bu süreçte, vücudun ihtiyaç duyduğu oksijen ve besin maddeleri, Kalp Akciğer Makinesi (KAM) tarafından sağlanmaktadır. Ancak, bu sırada organların ihtiyaç duyduğu oksijen miktarı tam olarak karşılanamayabilir ve bu nedenle organlarda iskemik değişiklikler meydana gelebilir.

Kardiyak cerrahinin serebral dokular üzerindeki etkileri uzun zamandır incelenmektedir. Kardiyoplejinin serebral doku oksijenasyonu üzerindeki etkileri de bu çalışmaların bir parçasıdır. Kardiyoplejik solüsyonların kullanımı, kalp cerrahisi sırasında miyokardiyal koruma sağlamaya yardımcı olurken, aynı zamanda serebral doku oksijenasyonu üzerinde de etkileri olabilir. Kardiyak cerrahi sırasında, beyin kan akışı ve oksijenasyonu kritik öneme sahiptir. Kardiyoplejik solüsyonlar, miyokardiyal koruma sağlar. Ancak, bu durumda serebral perfüzyon da azalır ve beyin dokusuna yeterli kan ve oksijen akımı sağlanamayabilir. Bu nedenle, kardiyak cerrahide kardiyoplejik solüsyonların kullanımı, serebral doku oksijenasyonunu etkileyebilir. Kardiyak arrestin gerçekleştiği dönemde, serebral perfüzyonun azalması ve hipoksiden kaynaklanan nörolojik yaralanmalar riski artabilir.

KPB işlemi sırasında doku oksijenasyonunun takibi son derece önemlidir. Standart monitörler ile takip edilen parametrelerin doku oksijenasyonunu tam olarak gösteremeyebileceği için, rejyonal serebral oksijen satürasyonu (rSO₂) takibi tercih edilmektedir. Bu yöntem, beyin fonksiyonlarını korumak için son derece önemlidir. Çünkü beyin, yeterli oksijen alamadığı takdirde ciddi hasarlar görebilir. NIRS ise, rSO₂ takibi için sıklıkla tercih edilen bir non-invaziv yöntemdir. Bu yöntem, ışık Emilimi prensibine dayanarak doku oksijenasyonunu ölçmekte ve sonuçları anında vermektedir. Bu sayede, KPB işlemi sırasında oluşabilecek iskemik değişikliklerin erken dönemde tespit edilmesi mümkün hale gelmektedir.

Biz bu çalışmada, farklı kardiyoplejik solüsyonların intraopertaif dönemde serebral doku oksijenasyonuna etkisi araştırılmıştır. Bu amaçla, sağ ve sol taraftaki NIRS değerleri kullanılarak beyin oksijenasyon düzeyleri ölçülmüştür.

Çalışmanın bulgularına göre, kan kardiyopleji solüsyonu (Sağ ve Sol NIRS için $p<0,001$) uygulanan hastalarda, hastaların kardiyopulmoner bypass süresince beyin oksijenasyon düzeylerindeki sapma ve farklılıklar ameliyat süresince Del Nido kardiyoplejiye (Sağ NIRS $p<0,581$ ve Sol NIRS $p<0,354$) göre daha büyük farklılıklar göstermiş ve istatistiksel olarak anlamlı değişim olduğu görülmüştür. Bu durum kan kardiyoplejisinin eritrosit taşıma ve oksijenasyon kabiliyetindeki farklılığa bağlı olabileceği düşünülmüştür. Bu farklılıkların nedeni, solüsyonun beyin kan akımı, hemoglobin veya hematokrit düzeyleri üzerindeki etkileri olabilir.

Ayrıca, kan kardiyoplejisinin uygulama sıklığı ve arter hattından alınan oksijenli kanın kan akım hızını düşürmesinin de bu farklılıklara neden olabileceği düşünülmektedir. Kan akım hızı da nörolojik komplikasyonların oluşmasını etkileyen önemli bir faktördür. Cerrahi müdahale sırasında kan akım hızının düşmesi, beynin yeterli oksijen ve besin maddesi almasını engelleyebilir ve nörolojik problemlere yol açabilir. Demir'in yaptığı çalışmada KPB öncesi NIRS değerleri, kross klemp öncesi ve kross klemp sonrası NIRS değerlerinden yüksektir. Tansiyon değerlerinin kardiyopleji solüsyonlarına göre farkı incelendiğinde, intraoperatif dönemde Del-Nido solüsyonunda anlamlı bir farklılık görülmezken, Kan Kardiyopleji solüsyonu için tansiyon değerlerinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık olduğu, yapılan tekrarlı ölçümler için genel doğrusal model sonucunda elde edilen p-değerlerinden ($p<0,007$) görülebilir. Fakat Flow değerlerinin kardiyopleji solüsyonlarına göre farkı incelendiğinde istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır (Del-Nido; $p<0,567$, Kan Kardiyoplejisi $p<0,262$).

Cerrahi müdahale sırasında hemodilüsyon, kanın oksijen taşıma kapasitesini azaltır bu durum serebral perfüzyonu etkileyebilir. Lassnigg ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada hemodilüsyon sonrası hemoglobin konsantrasyonundaki düşüş ile NIRS değerleri arasında bir ilişki bulunmuştur. Benzer şekilde, Soller ve arkadaşları da kas dokusuna oksijen sunumunun azalmasının NIRS ile hemodinamik verilerden daha önce tespit edildiğini belirtmişlerdir. Bu bulgular, NIRS'in doku oksijenasyonunu izlemede faydalı bir yöntem olabileceğini göstermektedir (Soller ve ark., 2008). Araştırmamızda yapılan istatistiki çalışmaya bakıldığında farklı araştırmacıların yaptığı çalışmalardaki verilerle uyumlu olarak, kardiyoplejik solüsyonlara göre hemoglobin ve hemotokrit değerlerine bakıldığında kısmi olarak Sağ ve Sol NIRS değerlerinde düşüş mevcuttur. Fakat Del-Nido ve Kan kardiyopleji

değerleri karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık bulunamamıştır.

Sistemik soğutma, vücut sıcaklığının düşürülmesi anlamına gelir. Cerrahi müdahaleler sırasında, bu yöntem serebral hipoperfüzyonun azaltılmasına yardımcı olabilir. Ancak aynı zamanda düşük sıcaklıklar da nörolojik komplikasyonlara sebep olabildiğini gösteren çalışmalarda bulunmaktadır. Çalışmamızda Özafagustan ölçülen vücut ısı değerleri için yapılan istatistiksel ortalama analizde kardiyoplejik solüsyon değerleri incelendiğinde anlamlı bir fark bulunmamıştır. Lassnigg ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada da KPB'daki sıcaklık azaltılması dönemini takiben NIRS değerlerinde istatistiksel değişiklik gözlenmemiştir. Ancak Daşdemir ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada hipotermide NIRS değerlerinin normotermiye göre daha fazla düştüğü görüldü.

Kan gazı ile takip edilen laktat ve pH ölçümleri yeterli oksijen sunumunu değerlendirmek için rutin uygulamalar arasında yer alır. Kardiyoplejik solüsyonlar ile laktat değerleri arasında yapılan istatistiksel çalışmada anlamlı bir fark bulunmamıştır ($p < 0,888$). Asit-baz stratejisi de nörolojik komplikasyonları etkileyen diğer bir faktördür. Cerrahi müdahale sırasında vücudun pH seviyesi değişebilir ve bu durum beyin dokusuna zarar verebilir. Bu nedenle, cerrahi ekipler asit-baz dengesini kontrol altında tutmak için uygun tedbirler almalıdır.

Türkyılmaz ve arkadaşlarının yaptığı çalışmada Ph ve laktat değerlerinin serebral oksijenasyon monitörizasyonu üzerine yaptıkları çalışmada her iki değer için anlamlı bir fark bulunamamışlardır (Türkyılmaz ve ark. 2017). Çalışmamızda kardiyoplejik solüsyonlar ile Ph ortalama değerleri birbirine yakın görülmekte ve Del-Nido ve Kan kardiyopleji değerleri karşılaştırıldığında anlamlı fark bulunamamıştır ($p = 0.001 < 0.05$).

Bu çalışmada, kan kardiyoplejisi ve Del-Nido kardiyoplejisi solüsyonları kullanılarak yapılan ölçümler sonucunda, beyin fonksiyonları üzerindeki etkilerinin istatistiksel analizi gerçekleştirilmiştir. Kan kardiyoplejisi solüsyonunun eritrosit taşıma ve oksijenasyon kabiliyetindeki farklılıkları nedeniyle, beyin oksijenasyon düzeylerinde Del-Nido kardiyoplejisine göre daha anlamlı farklılıklar olduğu tespit edilmiştir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

Kardiak cerrahi gibi ciddi bir cerrahi müdahalede, yüksek riskli bir işlem olduğu unutulmamalıdır. Bu nedenle, hastanın durumu önceden dikkatlice değerlendirilmeli, uygun anestezi planı hazırlanmalı, ameliyat sırasında serebral perfüzyonu optimize etmek için uygun kan basıncı, kalp atış hızı ve vasküler direnç seviyeleri sağlanmalıdır. Ayrıca, postoperatif dönemde de hastanın nörolojik takibi ve rehabilitasyon programları uygulanarak olası komplikasyonlar kontrol altında tutulmalıdır.

Nörolojik komplikasyonlar, cerrahi müdahaleler sırasında ve sonrasında oluşabilecek ciddi sorunlardan biridir. Bu komplikasyonların oluşması için birden fazla faktör etkili olabilir. Serebral hipoperfüzyon, kan akım hızı, sistemik soğumanın derecesi, asit-baz stratejisi ve hemodilüzyon derecesi bu faktörler arasında yer almaktadır. Serebral hipoperfüzyon, beynin yeterli oksijen ve besin maddesi alamamasına neden olan bir durumdur. Cerrahi müdahale sırasında oluşabilecek kan kaybı ve damar tıkanıklığı gibi durumlar, serebral hipoperfüzyona yol açabilir. Bu durum beyin dokusunda hasara neden olarak nörolojik komplikasyonlara sebep olabilir.

Bu çalışma, açık kalp ameliyatında kullanılan farklı kardiyopleji solüsyonlarının beyin oksijenasyon düzeyinde farklılıklara neden olabileceğini göstermektedir. Bu çalışmada Del Nido kardiyopleji solüsyonunun KPB esnasında beyin NIRS değerleri üzerinde daha az değişikliğe neden olması yanısıra kan kardiyopleji solüsyonunun KPB esnasında daha fazla değişikliğe neden olması bu solüsyonların KPB esnasında beyin doku oksijenasyonu açısından birbirilerine göre daha üstün olduklarını göstermemekte fakat nihai NIRS değerleri açısından sonuç olarak her ikisinin de yeterli olduğunu göstermektedir.

Bu bulgular, kardiyak ameliyatlar gibi beyin fonksiyonları üzerinde önemli bir etkiye sahip olan prosedürlerin geliştirilmesine yardımcı olabilir ve beyin koruma stratejilerinin iyileştirilmesi için daha çok araştırma yapılması gerektiğini tavsiye etmekteyiz.

KAYNAKLAR

- Aydın S. (2015). Aort Cerrahisinde Derin Ve Ilımlı Hipotermik Antegrad Serebral Perfüzyonun Nörolojik Etkileri. İstanbul Medipol Üniversitesi, Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, İstanbul.
- Aytaç A. (1991). Dünyada ve Türkiyede Kalp Cerrahisi. Türk Göğüs Kalp Damar Dergisi 1:8-12
- Aykaç, Z. ve Bilgili, B. (2015). Kalbin Fizyolojisinde Anestezistler Açısından Önemli Noktalar. GKDA Dergisi. 21(4):157-161.
- Baikoussis NG., Papakonstantinou NA., Verra C., Kakouris G., Chounti M, Hountis P., Dedeilias P. ve Argiriou M. (2015). Mechanisms of oxidative stress and myocardial protection during open-heart surgery. Ann Card Anaesth. 18(4):555-64.
- Barlas, S., Tireli, E., Dayıoğlu, E., Barlas, C. (1994). Miyokard Korunması: Miyokard Metabolizması ve Harabiyeti. Gkd Cer. Derg. 2:313-317.
- Bilal M.S., ve Sarıoğlu T. (1992). İskemik Miyokard injurisi ve intraoperatif Miyokard Korunmasına Genel Bir Bakış. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi. 1:118-26.
- Bretschneider HJ., Hubner G., Knoll D., Lohr B, Nordbeck H. ve Spiecherman PG. (1975). Myocardial Resistance and Tolerance To İschemia: Physiological and Biochemical Basis. J Cardiovasc Surg, 16(3):241-260.
- Bretschneider HJ. (1980). Myocardial Protection. J Thorac cardiovasc Surg, 28(5):295-302.
- Buckberg GD. (1979). A Proposed "Solution" To The Cardioplegia Controversy. J Thorac Cardiovasc Surg, 77(6):803-815.
- Chambers DJ. ve Fallouh HB. (2010). Cardioplegia and Cardiac Surgery: Pharmacological Arrest and Cardioprotection During Global İschemia and Reperfusion. Pharmacol Ther. 127(1):41-52.
- Chitwood Jr, W.R. (1979). The effects of hypothermia on myocardial oxygen consumption and transmural coronary blood flow in the potassium-arrested heart. Annals of surgery. 190(1):106.
- Crafoord C., Nylin G. (1945). Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. J Trorac Surg. 14:347.
- Daşdemir E., Aksu T. Ve Türkoğlu H. (2022). Kardiyopulmoner Bypass ile Açık Kalp Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Hipotermi ve Normoterminin; Hemoglobin ve Serebral Near-Infrared Spektroskopisi Üzerine Etkisi. Bozok Tıp Dergisi 12(3):85-90.
- Daşdemir E. (2020). Kardiyopulmoner Bypass ile Açık Kalp Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Hipotermi ve Normoterminin; Hemoglobin ve Serebral Nırs Üzerine Etkisi. İstanbul Medipol Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.

- Demir S. (2020). Erişkin Kalp Cerrahisinde Kardiyopulmoner Bypass Sırasındaki Pulsatil ve Non-Pulsatil Akım Seçiminin Serebral Nırs Üzerine Etkisi. İstanbul Medipol Üniversitesi. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi. İstanbul.
- Gay WA Jr. ve Ebert PA. (1973). Functional, Metabolic and Morphologic Effects of Potassium-İnduced Cardioplegia. *Surgery*, 74(2):284-290.
- Gerbode F. ve Melrose D. (1958). The Use of Potassium Arrest in Open Cardiac Surgery. *Am J Surg*, 96(2):221-227.
- Govindapillai A., Hua R., Rose R., Friesen CH. ve O'Blenes SB. (2013). Protecting the aged heart during cardiac surgery: use of del Nido cardioplegia provides superior functional recovery in isolated hearts. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 146:940-8.
- Grubhofer G., Mares P., Rajek A., Müllner T., Haisjackl M., Dworschak M. ve Lassnigg A. (2000). Pulsatility does not change cerebral oxygenation during cardiopulmonary bypass. *Acta Anaesthesiol Scand*. 44(5):586-91
- Guru V., Omura J., Alghamdi AA. ve Weisel R. (2006). Is blood superior to crystalloid cardioplegia? A meta-analysis of randomized clinical trials. *Circulation*. 114: 331-338.
- Hearse DJ., Stewart DA. ve Braimbridge MV. (1976). Cellular Protection During Myocardial İschemia: The Development and Characterization of A Procedure For the İnduction of Reversible İschemic Arrest. *Circulation*, 54(2):193-202.
- Hessel EA II., ve Edmunds LH. (2003). Jr. Extracorporeal Circulation: Perfusion Systems. In Cohn LH, Edmunds LH Jr, eds. *Cardiac Surgery in the Adult*. New York: Mc Graw-Hill, p.:317-318.
- Hoelscher B., Just O. ve Merker H. (1961). Studies by electron microscope on various forms of induced cardiac arrest in dog and rabbit. *Surgery*. 49(4): 492-499.
- Hufnagel CA., Conrad PW., Schanno J., ve Pifarre R. (1961). Profound Cardiac Hypothermia. *Ann Surgery*, 153:790-796.
- Jacob S., Kallikourdis A., Sellke F., Dunning J. (2008). Is blood cardioplegia superior to crystalloid cardioplegia?. *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 7(3):491-498.
- Kaymakcı E. (2018). İzole CABG Prosedürü Uygulanan Hastalarda Del Nido Kardiyoplejisinin Postoperatif Erken Dönemde Ventrikül Fonksiyonları Üzerine Etkileri. Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi, Bursa.
- Kiriş E.S. (2018). Tek Doz Kardiyopleji (Del Nido) Ve Multidoz Kardiyoplejinin (St.Thomasİ) Endotel Disfonksiyonu Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. T.C. Sağlık Bakanlığı Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim Ve Araştırma Hastanesi Kalp Ve Damar

Cerrahisi Kliniği, Tıpta Uzmanlık Tezi, Ankara.

- Kirsch U., Rodewald G. ve Kalmar P. (1972). Induced Gschemic Arrest. Clinical Experience With Cardioplegia in Open-Heart Surgery. J Thorac Cardiovasc Surg, 63(1):121-130.
- Kurth, C.D. (1999). Regional patterns of neuronal death after deep hypothermic circulatory arrest in newborn pigs. The Journal of thoracic and cardiovascular surgery. 118(6):1068-1077.
- Ledingham SJ., Braimbribge MV. ve Hearse DJ. (1987). The St Thomas Hospital Cardioplegic Solution. A Comparison of The Efficacy of Two Formulations. J Thorac Cardiovasc Surg, 93(2):240-246.
- Lillchci CW., Cohen M., Varden HE., Zicgler NR. ve Varco RL. (1955). The results of direct vision closure of ventricular septal defects in eight patients by means of controllod cross circulation. Surg Gynecol Obstet. 101:446.
- Lillehei CW., Dewall RA., Gott VL. ve Varco RL. (1956). The Direct Vision Correction of Calcific Aortic Stenosis By Means of A Pump-Oxygenator and Retrograde Coronary Sinüs Perfusion. Dis Chest, 30(2):123-132.
- McKhann GM., Grega MA., Borowicz LM Jr., Baumgartner WA. ve Selnes OA. (2006). Stroke and encephalopathy after cardiac surgery: an update. Stroke. 37: 562-71.
- Merendino KA. ve Bruce RA. (1957). One hundred seventeen surgically treated cases of valvular rheumatic heart disease: With a preliminary report of two cases of mitral regurgitation treated under direct vision with the aid of a pump-oxygenator. Jama. 164:749.
- Molina JE. (2005). Cardiopulmonary bypass and cardioplegia. In Handbook of Cardiac Anatomy, Physiology and Devices. HumanaPress. p.;371-383.
- Murkin JM., Martzke JS. ve Buchan AM. (1995). A randomized study of the influence of perfusion technique and pH management in 316 patients undergoing coronary artery bypass surgery, I: mortality and cardiovascular morbidity. J Thorac Cardiovasc Surg. p.:110:340.
- Özcan, V., Beşloğul, Y., Tünerir, B., Dernek, S., Erden, T., Özdemir, C., Ünal, O., Aslan, R., Kural, T. (2004). Kardiyopulmoner Baypasta Glutamat ve Aspartatın Miyokardiyal Koruma Üzerine Etkisi. Anadolu Kardiyol Derg. 4:114-119.
- Özgöz H. M. (2021). Kardiyopulmoner Bypass Eşliğinde Koroner Arter Bypass Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Serum Laktat Seviyelerinin Postoperatif Sonuçlarla İlişkisi. Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi, Bursa.
- Ortadeveci, A., Öz, S. (2017). Böbrek İskemi-Reperfüzyon Hasarı Üzerine Bir Derleme Osmangazi Tıp Dergisi. 39(3):115-124.
- Park JL. ve Lucchesi BR. (1999). Mechanisms of Myocardial Reperfusion İnjury. Ann Thorac Surg. 68(5): 1905-1912.

- Pasch T. ve Zalunardo M. (2000) Intraoperatives Monitoring: Necessary, Meaningful Superfluous. *Anaesthetist*. 49:2-6.
- Sarkar M. ve Prabhu V. (2017). Basics of cardiopulmonary bypass. *Indian J Anaesth*. 61(9):760-767.
- Sealy WC. (1958). Potassium, Magnesium, and Neostigmine for Controlled Cardioplegia: Studies on the Dog Using Extracorporeal Circulation and Hypothermia. *AMA archives of surgery*. 77(1): 33-38.
- Sealy WC., Young WG Jr., Brown IW Jr., Lesage A., Callaway HA Jr., Harris JS. ve Merritt DH. (1958). Potassium, Magnesium and Neostigmine For Controlled Cardioplegia: Studies on The Dog Using Extracorporeal Circulation and Hypothermia. *AMA Arch Surg*, 77(1):33-38.
- Soller BR., Yang Y., Soyemi OO., Ryan KL., Rickards CA. ve Walz JM. (2008). Non invasively determined muscle oxygen saturation is an early indicator of central hypovolemia in humans. *J Appl Physiol*. 104:475-81.
- Toraman F., Erkek E., Güçlü P., Sayın J., Arıtürk C., Ökten EM. ve ark. (2013). Near infrared spektroskopisi (NIRS) gerçekten doku saturasyonunu ölçüyor mu? *Acıbadem Üniversitesi Sağlık Bilimleri Dergisi*. 4:115-117.
- Trükyılmaz G., Karadeniz Ü., Demir Z.A., Kemerci P., Koçulu R., Bindal M., Ertürk A. ve Özgök A. (2017). Ameliyatlarında Serebral Oksijenasyon Monitörizasyonu. *GKDA Derg*. 23(1):8-14.
- Uğuz, E. (2007). Uzun İskemi Sürelerinde, Farklı Kardiyopleji Solüsyonlarının Miyokard ve Endotel Koruması Üzerine Olan Etkileri. *Uzmanlık Tezi*. Başkent Üniversitesi. Ankara.
- Urcun YS. (2018). Erişkin kardiyak cerrahide del nido kardiyopleji ve soğuk kan kardiyoplejisi kullanımının kısa dönem sonuçlarının karşılaştırılması. TC. Sağlık Bakanlığı, Sağlık Bilimleri Üniversitesi, Ankara Türkiye Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği Tıpta Uzmanlık Tezi, Ankara.
- Ürküp M. (2016). Hipotermik Kardiyopulmoner Bypassa Karşı Normotermik Kardiyopulmoner Bypassın Postoperatif Laktat Seviyesine Etkisi. *Harran Üniversitesi, Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, Tıpta Uzmanlık Tezi*, Şanlıurfa.
- Williams PL., Bannister LH., Bery MM., Collins P., Dyson M., Dussek JE. Ve Ferguson MWJ. (1995). *Gray's Anatomy*, 38th Ed. London: Churchill Livingstone. p.:1529- 1536.
- Yıldırım K. (2020). Koroner Arter Bypass Cerrahisi Uygulanması Gereken Hastalarda Miyokardiyal Koruma Sırasında Mikropleji Solüsyonu ve Del Nido Kardiyopleji Solüsyonu Kullanılmasının Kısa Dönem Klinik Sonuçlar Üzerinde Karşılaştırılması. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi*, Kahramanmaraş.