



T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**AÇIK KALP AMELİYATLARINDA İNTRAOPERATİF
LAKTAT DÜZEYİ VE ORTALAMA KAN BASINCININ
PERFÜZYON SKORU PARAMETRESİ OLARAK
KULLANIMI**

Samet ALŞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

KALP ve DAMAR CERRAHİSİ ANA BİLİM DALI

KAHRAMANMARAŞ 2021

T.C.
KAHRAMANMARAŞ SÜTÇÜ İMAM ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
KALP ve DAMAR CERRAHİSİ ANA BİLİM DALI

AÇIK KALP AMELİYATLARINDA İNTRAOPERATİF LAKTAT
DÜZEYİ VE ORTALAMA KAN BASINCININ PERFÜZYON SKORU
PARAMETRESİ OLARAK KULLANIMI

Samet ALŞAN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

DANIŞMAN

Doç. Dr. Aydemir KOÇARSLAN

Jüri Üyesi

Prof. Dr. Mehmet ACIPAYAM

Jüri Üyesi

Doç. Dr. Mehmet Salih AYDIN

KAHRAMANMARAŞ- 2021

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca Tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada, alıntı yapılan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Samet ALŞAN



Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge, şekil ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir.

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Perfüzyon teknikleri yüksek lisans eğitimim sürecinde bilgi, birikim ve deneyimlerini bizlere aktaran, her konuda destek ve görüşlerini eksik etmeyen Sütçü İmam Üniversitesi Kalp ve Damar Cerrahisi Ana Bilim Dalı öğretim üyesi tez danışmanı hocam Sn. Doç. Dr. Aydemir KOÇARSLAN' a, aktardıkları bilgilerle mesleki anlamda bizlere ışık tutan Kalp Damar Cerrahisi ana bilim dalı öğretim üyeleri hocalarım sayın Prof. Dr. Mehmet ACIPAYAM' a, Doç. Dr. Erdinç EROĞLU' na, Doç. Dr. Mehmet KİRİŞÇİ' ye teşekkür ederim.

Perfüzyonist olma yolunda pratik eğitimimizde bizlere yardımlarını eksik etmeyen, bildiği ve tecrübe edindiği herşeyi bizlerle paylaşan, mesleki anlamda gelişmemize destek veren Perfüzyonistler; Mehmet TAŞ ve Ömer ARICI ağabeylerime teşekkürü bir borç bilirim.

Yüksek lisans eğitimim sürecinde desteğini her zaman hissettiğim, uzun yıllar beraber çalıştığım ve her koşulda yanımda olan sayın Uz. Dr. Ahmet GÜRLEK hocama, varlıklarından güç aldığım, gece gündüz demeden insanlığa faydalı olmak için çalışan ve kendileriyle her zaman gurur duyduğum değerli mesai arkadaşlarım Birsal DÖNMEZ, Esmal TAYBOĞA, Nesrin ARIKAN ve Tülay TAŞTAN 'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Hayat boyu sevgilerini ve desteklerini her zaman gösteren, beni yetiştiren, her anımda yanımda olan zorlukların üstesinden beraber geldiğim ve aldığım her kararda destekçim olan sevgili annem, babam, kardeşlerime teşekkür ederim

Yüksek lisansa başlamama vesile olan, beni destekleyen ve her aşamada benimle beraber kafa yoran, hiçbir fedakarlıktan kaçınmayarak bu süreçte tüm zamanını bana ayıran, varlığını her zaman hissettiğim, en büyük destekçim sevgili eşim Gül ALŞAN a teşekkür ederim.

Şubat- 2021

Samet ALŞAN

AÇIK KALP AMELİYATLARINDA İNTRAOPERATİF LAKTAT DÜZEYİ VE ORTALAMA KAN BASINCININ PERFÜZYON SKORU PARAMETRESİ OLARAK KULLANIMI

Yüksek Lisans Tezi

Samet ALŞAN

ÖZET

Açık kalp cerrahisi ve vücut dışı dolaşım gerektiren, kalp akciğer makinelerinin kullanıldığı işlemlerde birçok hayati riskler bulunmaktadır. Bu risklerin ortadan kaldırılması veya minimal düzeye indirilmesi için perfüzyon tekniği ile ilgili belirli standartlar ve protokoller oluşturulmaya çalışılmaktadır. David Jegger ve arkadaşları (2007) perfüzyonistin, hasta güvenliğini iyileştirmesi ve perioperatif dönemde sorunlu alanları belirleyip çözmesi için geliştirdiği 10 parametreden oluşan “PerfSCORE” sistemi perfüzyonistler tarafından yeni kabul gören çalışmalar arasında yer almaktadır. Çalışmamızın amacı, kardiyopulmoner bypass uygulaması sırasında laktat düzeyi ve ortalama kan basıncının perfüzyon skoru parametresi olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesidir. Araştırma 01.01.2016 – 01.03.2020 tarihleri arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı’nda elektif şartlarda kapak hastalığı nedeniyle kardiyopulmoner bypass altında, açık kalp cerrahisi yapılan ve araştırmaya dahil edilme kriterlerine uyan 125 hasta ile perfüzyon skoru parametrelerine laktat düzeyi ve ortalama kan basıncı parametrelerinin dahil edilip edilemeyeceğini değerlendirmek amacıyla tasarlanmış tanımlayıcı-kesitsel bir araştırmadır.

Araştırmada yer alan hastaların yaş ortalaması $52,26 \pm 16,060$ olarak bulunmuş olup; % 40’ını (50 hasta) erkek ve % 60’ını (75 hasta) kadın hastalar oluşturmaktadır. Açık kalp ameliyatı olmuş 125 hastanın % 14,4’ ü (18 hasta) exitus olurken % 85,6’ ısının (107 hasta) sağ olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre erkek hasta grubunun % 74’ ü (37 hasta) düşük perfüzyon skoruna (0 – 6), % 26’ sı (13 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna (7 – 11) sahiptir. Kadın hasta grubunun ise % 76’ sı (57 hasta) düşük perfüzyon skoruna (0 – 6), % 24’ ü (18 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna (7 – 11) sahip olduğu tespit edilmiştir ($X^2 = 0,064$; $p>0,05$).

Açık kalp ameliyatı sırasında perfüzyon skoru parametresi olarak tanımlanması planlanan iki kriterden biri olan laktat düzeyi 0 - 2 mmol/L arasında olan hastaların % 11,5’i

(10 hasta), 3 mmol/L olan hastaların % 21,7' si (5 hasta) ve 3 mmol/L üzerinde olan hastaların ise % 20' si (3 hasta) exitus olmuştur. En yüksek mortalite oranı laktat düzeyi 3mmol/L olan hastalarda tespit edilmiştir ($X^2= 1,983$; $p>0,05$).

Açık kalp ameliyatı sırasında perfüzyon skoru parametresi olarak tanımlanması planlanan iki kriterden diğeri olan ortalama kan basıncı 55 - 65 mmHg arasında olan hastaların % 17,2' si (10 hasta), 50 - 55 mmHg ya da 65 - 70 mmHg arasında olan hastaların % 13,7' si (7 hasta) ve 50 mmHg altında ya da 70 mmHg üzerinde olan hastaların ise % 6,3'ü (1 hasta) exitus olmuştur. Olması gerekenin aksine ortalama kan basıncı normalden uzaklaştıkça mortalite oranı azalmıştır ($X^2=1,261$; $p>0,05$).

Ayrıca 125 hasta ile yapılmış olan bu çalışmada laktat ve ortalama kan basıncı dahil edilmemiş perfüzyon skorlamasını duyarlılığı % 72,2 iken bu parametrelerin dahil edilmesi ile duyarlılık % 66,7'ye düşmektedir. Ancak laktat ve ortalama kan basıncı dahil edilmemiş perfüzyon skorlamasının özgüllüğü % 38,3 iken bu parametrelerin dahil edildiği perfüzyon skorlamasının özgüllüğü % 41,1'e yükselmektedir. Laktat ve ortalama kan basıncı parametrelerinin dahil edildiği perfüzyon skorlamasında uygun sınır değeri 5,50 olarak görülmüştür. Sonuç olarak laktat ve ortalama kan basıncı parametreleri perfüzyon skoruna eklenebilir.

Sonuç: Bu çalışmada, kardiyopulmoner bypass sırasında perfüzyon işlemi ile perfüzyonistin ameliyat öncesi belirlenmiş parametreleri korumasındaki başarısının ölçülmesinde kullanılan ve 10 parametreden oluşan (sıvı balansı, pH, PCO₂, PO₂, BE, hematokrit, potasyum, aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı, total kpb süresi, ünite olarak eritrosit süspansiyonu) perfüzyon skoru parametrelerine; “laktat düzeyi” ve “ortalama kan basıncı”nın eklenerek perfüzyon skoru parametresi olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Laktat düzeyi ve ortalama kan basıncı değerlerinin yapılan roc analizi sonucunda; perfüzyon skorunun özgüllüğü yükseldiği sonucuna ulaşıldığı için bu değerlerin perfüzyon skoru parametrelerine eklenebileceği söylenmektedir.

Anahtar Kelimeler : Kan basıncı, kardiyopulmoner bypass, laktat düzeyi, perfüzyon skoru

Sayfa Adedi : 78

Danışman : Doç. Dr. Aydemir KOÇARSLAN

USE OF İNTRA-OPERATIVE LACTATE LEVEL AND MEAN BLOOD PRESSURE AS PERFUSİON SCORE PARAMETERS İN OPEN HEART SURGERİES

Master Thesis

Samet ALŞAN

ABSTRACT

There are vital risks in open heart surgery and procedures in the extracorporeal circulation, heart lung machine. In order to eliminate or minimize these risks, standards and protocols related to perfusion are tried to be established. David Jegger et al. (2007) perfusionist's "PerfSCORE" system, which has 10 parameters developed for the safe recovery of the patient and identifying and solving problem areas in perioperative treatment, is among the researches that are newly accepted by perfusionists. The aim of our study is to evaluate the usability of lactate level and mean blood as parameters of perfusion score during cardiopulmonary bypass application. The study was conducted between 01.01.2016 - 01.03.2020 in Kahramanmaraş Sütçü İmam University Medical Faculty Hospital Cardiovascular Surgery Department under cardiopulmonary bypass under elective conditions, with 125 patients who underwent open heart surgery and who met the inclusion criteria in the perfusion score parameters. This is a descriptive cross-sectional study designed to evaluate whether lactate level and mean blood pressure parameters can be included.

The average age of the patients in the study was found to be 52.26 ± 16.060 ; 40% (50 patients) were male and 60% (75 patients) were female patients. While 14.4% (18 patients) of 125 patients who had open heart surgery died, it was found that 85.6% (107 patients) were alive. According to the results, 74% of the male patient group (37 patients) had a low perfusion score (0 - 6), and 26% (13 patients) had a mid-level perfusion score (7 - 11). In the female patient group, 76% (57 patients) had a low perfusion score (0 - 6), and 24% (18 patients) had a medium perfusion score (7 - 11) ($X^2 = 0.064$; $p > 0.05$).

One of the two criteria planned to be defined as the perfusion score parameter during open heart surgery, 11.5% (10 patients) of patients with a lactate level between 0 - 2 mmol / L, and 21.7% of patients with 3 mmol / L (5 patients) and 20% (3 patients) of the patients above 3 mmol / L died. The highest mortality rate was found in patients with lactate level 3mmol / L ($X^2 = 1.983$; $p > 0.05$).

One of the two criteria planned to be defined as the perfusion score parameter during open heart surgery, 17.2% (10 patients) of patients with a mean blood pressure between 55 and 65 mmHg, and 13% of patients with a mean blood pressure between 50 - 55 mmHg or 65 - 70 mmHg. 7 (7 patients) and 6.3% (1 patient) of the patients who were below 50 mmHg or above 70 mmHg died. Contrary to what it should be, the mortality rate decreased as the mean blood pressure moved away from normal ($\chi^2 = 1.261$; $p > 0.05$).

In addition, in this study conducted with 125 patients, the sensitivity of perfusion scoring without lactate and mean blood pressure was 72.2%, while the sensitivity decreases to 66.7% by including these parameters. However, while the specificity of perfusion scoring without lactate and mean blood pressure was 38.3%, the specificity of perfusion scoring in which these parameters were included increases to 41.1%. The appropriate cut-off value for perfusion scoring, which included lactate and mean blood pressure parameters, was found to be 5.50. As a result, lactate and mean blood pressure parameters can be added to the perfusion score.

Conclusion: In this study, 10 parameters (fluid balance, Ph, PCO_2 , PO_2 , base exes, hematocrit, potassium, activated clotting time, total cpb time, donor blood transfused) were used to measure the perfusion process during cardiopulmonary bypass and the success of the perfusionist in preserving the pre-determined parameters. The usability of "lactate level" and "mean blood pressure" as parameters of perfusion score to perfusion score parameters was evaluated. As a result of the roc analysis of lactate level and mean blood pressure values; Since it was concluded that the specificity of the perfusion score increased, it is said that these values can be added to the perfusion score parameters.

Key Words : Blood pressure, cardiopulmonary bypass, lactate level, perfusion score

Number Of Pages : 78

Advisor : Assoc. Prof. Dr. Aydemir KOÇARSLAN

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR	I
ÖZET.....	II
ABSTRACT	IV
İÇİNDEKİLER.....	VI
KISALTMALAR	VIII
1. GİRİŞ VE AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kardiyopulmoner Bypass (KBP)	3
2.1.1. Tanımı	3
2.1.2. Tarihçe.....	3
2.1.3. Kardiyopulmoner Bypass için gerekli komponentler	5
2.1.4. Kardiyopulmoner Bypass Öncesi Hazırlık.....	18
2.1.5. Kardiyopulmoner Bypass Dönemi	21
2.1.6. Kardiyopulmoner Bypass'tan Çıkış	26
2.1.7. Kadiyopulmoner Bypass'ın Organ ve Sistemler Üzerine Etkisi	27
2.2. Laktat.....	30
2.2.1. Normal Laktat Metabolizması.....	30
2.2.2. Hiperlaktatemi Nedenleri	31
2.3. Perfüzyon Skoru (PerfSCORE).....	32
3. GEREÇ VE YÖNTEMLER.....	34
3.1. Araştırmanın Değişkenleri	34
4. VERİLERİN ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ.....	35
5. BULGULAR	36
6. TARTIŞMA	50
7. SONUÇ VE ÖNERİLER	54

8. KAYNAKLAR.....	55
9. TABLOLAR DİZİNİ	61
10. ŞEKİLLER DİZİNİ.....	62
11. EKLER DİZİNİ.....	63
12. ÖZGEÇMİŞ	65



KISALTMALAR

ACT	: Activated Clotting Time (Etkinleştirilmiş Pıhtılaşma Zamanı)
AMP	: Adenosine Monophosphate (Adenozin Monofosfat)
APACHE	: Acute Physiology and Chronic Health Evaluation (Akut Fizyolojik ve Kronik Sağlık Değerlendirilmesi)
ARDS	: Akut Respiratuar Distress Sendromu
ATP	: Adenosine Triphosphate (Adenozin Trifosfat)
AVR	: Aortik Valv Replasmanı
BE	: Baz Eksesi
BSA	: Body Surface Area (Vücut Yüzey Alanı)
Ca	: Kalsiyum
CO₂	: Karbondioksit
CVP	: Central Venous Pressure (Santral Venöz Basınç)
ECMO	: Extracorporeal Membrane Oxygenation (Ekstrakorporal Membran Oksijenasyonu)
F10a	: Factor 10a (Faktör 10a)
F11a	: Factor 11a (Faktör 11a)
F12a	: Factor 12a (Faktör 12a)
F9a	: Factor 9a (Faktör 9a)
HCO₃	: Bikarbonat
Hct	: Hematokrit
HES	: Hidroksietilstrach
K	: Potasyum
KBP	: Kardiyopulmoner Bypass
KCl	: Potasyum Klorür
KOAH	: Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı
LDH	: Laktat Dehidrogenaz
Mg	: Magnezyum
MgSO₄	: Magnezyum Sülfat
MUF	: Modifiye Ultrafiltrasyon
MVR	: Mitral Valv Replasmanı
Na	: Sodyum

NAD	: Nikotinamid Adenin Dinükleotit
NaHCO₃	: Sodyum Bikarbonat
O₂	: Oksijen
OAB	: Ortalama Arter Kan Basıncı
PCO₂	: Partial Pressure of Carbondioxide (Kısmi Karbondioksit Basıncı)
PDH	: Pirüvat Dehidrojenaz Enzim Kompleksi
PO₂	: Partial Pressure of Oxygen (Kısmi Oksijen Basıncı)
SID	: Strong Ion Difference (Güçlü İyon Farkı)
SPSS 18.0	: Statistical Package For The Social Sciences 18.0 (Sosyal Bilimler için İstatistik Programı)
SVO	: Serebrovasküler Olay
TCPB	: Total Kardiyopulmoner Bypass Süresi
TDP	: Taze Donmuş Plazma
TVR	: Triküspit Valv Replasmanı

1. GİRİŞ VE AMAÇ

Kardiyopulmoner bypass; açık kalp ameliyatı sırasında cerraha daha iyi görüş alanı sağlayan, kalp ve akciğer fonksiyonlarının geçici süre ile durdurulduğu, kalbin kan pompalama ve akciğerin gaz alışverişi görevinin kalp akciğer makinası tarafından üstlenildiği, yeni tekniklerin gelişimi ve artan tecrübe sayesinde hasta morbidite ve mortalite oranlarının neredeyse % 1'e kadar düştüğü etkili bir perfüzyon sistemidir (1, 2).

Kardiyopulmoner bypass işlemi yapılan hastalarda perioperatif dönemde; kanama bozuklukları, trombositopeni, laktat düzeyinin artışına bağlı metabolik asidoz, düşük kalp debisi, kardiyak aritmiler, atelektazi, kompleman sistemin aktifleşmesine bağlı immun yanıtta artış, akut böbrek yetmezliği, pompa akımının azlığına ve sistemik vazodilatasyona bağlı hipotansiyon gelişmesi istenmeyen komplikasyonlardır (1, 3, 4, 5, 6).

Açık kalp cerrahisi ve vücut dışı dolaşım gerektiren işlemlerde birçok hayati riskler bulunmaktadır. Bu risklerin ortadan kaldırılması veya minial düzeye indirilmesi için perfüzyon tekniği ile ilgili belirli standartlar ve protokoller oluşturulmaya çalışılmaktadır (7). Günümüzde kardiyopulmoner bypass sırasında sunulan perfüzyon hizmetinin hastaların iyileşme sürecine sağladığı etkileri değerlendirecek ve ameliyata bağlı olarak hastanın mortalite riskini tahmin edebilecek çeşitli skorlama sistemleri geliştirilmiştir (8).

EuroSCORE günümüzde açık kalp cerrahisinde morbidite ve mortalite riskini belirlemede, hastanede kalış süresini ve maliyeti hesaplamada en sık kullanılan skorlama sistemi olarak, Charlson skorlaması komorbidite indeksi ile birlikte bir risk yaklaşımı olarak ve APACHE skor sistemi ameliyat sonrası hastaların yoğunbakımdaki risk faktörlerini hesaplama sistemlerine örnek olarak verilebilir (8, 9).

David Jegger ve arkadaşlarının (2007) perfüzyonistin, hasta güvenliğini iyileştirmesi ve perioperatif dönemde sorunlu alanları belirleyip çözmesi için geliştirdiği 10 parametreden oluşan (sıvı balansı, pH, PCO₂, PO₂, BE, hematokrit, , potasyum, aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı, total kpb süresi, ünite olarak eritrosit süspansiyonu) “PerfSCORE” sistemi perfüzyonistlerin yeni kabul gördüğü ve eğitim konusunda standartlaşmanın sağlanmaya çalışıldığı açık kalp cerrahisi risk hesaplama sistemidir (5, 8, 9).

Kardiyopulmoner bypass sırasında kardiyoplejik arrest sonucu olarak anaerobik solunumun ve serebral iskeminin en önemli belirleyicisi olan “laktat düzeyi”nin yükselmesi metabolik asidoza neden olmakta, metabolik asidoz sonucu sistemik kan akımı akut olarak

azalmakta, sistemik hipotansiyon gelişimine bağlı organ perfüzyonları bozulmakta, laktik asidozun prognozu oldukça kötü olduğu için hiperlaktatemi erken tanı - tedavi gerektirmekte ve laktat düzeyi 10 mmol/L ulaştığında yaşam şansı çok azalmaktadır (1, 3, 10, 11).

Açık kalp cerrahisi sonrasında hemen hemen her hastada ventrikül fonksiyonları etkilenir ve miyokardiyal disfonksiyon oluşur, hipovolemi ve periferik vazodilatasyon meydana gelir (12). Bu sebeple kardiyak cerrahisi sonrasında organ perfüzyonunu sağlamak ve oksijen sunumunu dengelemek çok önemlidir, kan basıncı sistemik perfüzyonun zayıf bir göstergesi olsa da postoperatif hemodinamik monitörizasyonun en önemli bileşenlerindendir (12). Ayrıca laktat düzeyi de hem venöz hem de arteriyel kandan ölçülebilen kusursuz bir hipoperfüzyon ve anaerobik solunum göstergesi olmakla beraber, vital bulgulara kıyasla şok durumundaki hastada mortalite riskini ölçmede daha yararlıdır (13).

Bu bağlamda bu çalışmanın amacı; kardiyopulmoner bypass uygulaması sırasında laktat düzeyi ve ortalama kan basıncının perfüzyon skoru parametresi olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesidir.

2. GENEL BİLGİLER

2.1. Kardiyopulmoner Bypass (KBP)

2.1.1. Tanımı

Kardiyopulmoner bypass; kardiyovasküler cerrahi sırasında cerraha daha iyi görüş alanı ve işlem güvenliği sağlayan, kalp ve akciğer fonksiyonlarının geçici süre durdurulduğu, kalbin kan pompalama ve akciğerin gaz alışverişi görevinin kalp akciğer makinası tarafından üstlenildiği, özellikle konjenital kalp anomalilerinin tamiri için kullanılan, kan dolaşımının dış ortamda devamını sağlayarak başta beyin hücrelerinin ölümü olmak üzere organların yetersiz perfüze olmasının ortaya çıkarabileceği ölümcül komplikasyonları önleyen ve uzun yıllardır güvenli bir biçimde açık kalp cerrahisi ameliyatlarının yapılmasını sağlayan etkili bir perfüzyon sistemidir (2, 14).

Kardiyopulmoner bypassta kullanılan kalp akciğer makinasının başlıca işlevi; kalbe organlardan gelen venöz kanı kardiyopulmoner bypass devresinde toplanması ve venöz kandan karbondioksidin alınıp oksijen verilerek kanın oksijenlenmesini sağlayarak sistemik arteriyel dolaşıma tekrardan verilmesidir (14). Kalp akciğer makinesinin kullanımı sonrası hastalarda; perfüzyon bozukluğundan kaynaklı çoklu organ yetmezliği, inflamasyon ve oksidan stres, sistemik inflamatuvar yanıt gibi komplikasyonların görülme ihtimali olsa da bu sistemin bir alternatifi olmadığı için ekstrakorporeal dolaşım yöntemi günümüzde en sık kullanılan güvenilir bir açık kalp cerrahisi yöntemidir (1, 15).

Açık kalp cerrahisi ameliyatlarında dünyada ilk John Gibbon tarafından 1953 yılında kalp akciğer makinası kullanılarak gerçekleştirilen başarılı ameliyattan sonra çok fazla yeni teknik gelişmiş, cerrahların artan tecrübesi ve deneyimiyle hastalarda morbidite ve mortalite oranı düşüp iyileşme oranı ciddi derecede yükselmiştir (16).

2.1.2. Tarihçe

Kardiyovasküler cerrahi sırasında cerrahın daha iyi görüş sağlayabilmesi ve işlem güvenliği açısından kalp ve akciğer fonksiyonlarının geçici süre durdurulması çok önemlidir. Kalbin kan pompalama görevini ve akciğerin gaz alışverişini ameliyat sırasında işlem sahasını boş bırakmak ve cerraha temiz bir çalışma alanı bırakmak amacıyla kalp akciğer makinası aracılığıyla gerçekleştirme olayına kardiyopulmoner bypss ya da ekstrakorporeal dolaşım adı verilir (2). Bu vücut dışı dolaşımdan dolayı bazı organ ve sistemlerin perfüzyonunun bozulmasından dolayı fonksiyon bozuklukları meydana gelebilmektedir ancak bu sistemin bir

alternatifi olmadığı için günümüzde yaygın olarak kalp akciğer makinası açık kalp cerrahisi ameliyatlarında tercih edilmektedir (1).

İlk insan açık kalp ameliyatı, 1952 yılında Dr. John Lewis tarafından direk görüş altında atriyal septal defekti olan 5 yaşındaki çocuk hastada başarılı bir şekilde gerçekleştirilse de daha kompleks defektlerde ekstrakorporeal dolaşım ve perfüzyon olmadan cerrahi işlemler başarılı şekilde uygulanamamıştır (14).

Kalp akciğer makinasıyla ilgili çalışmalar 19. yüzyılda başlasa da klinik olarak makinenin kullanımı 20. yüzyılda gerçekleştirilebilmiştir (1, 2). Kalp akciğer makinası ilk olarak bir anne ve çocuğunun arter ve venöz dolaşımının tubing set ile birbirine bağlandığı teknikten ortaya çıkmış ve bu işlemde çocuğun kalbi ameliyat edilirken annenin kalbi ve akciğeri çocuğun solunum ve dolaşım görevini yapmıştır (17). 19. yüzyılda fizyologlar organların perfüzyonunu incelemişler, kanın oksijenlenmesini sağlayacak yöntemleri araştırmışlardır. Le Gallois'in 1813 yılında suni dolaşımı formüle etmesi, Brown-Sequard'ın oksijenli kan elde etme çalışmaları, 1895'te Jacobi'nin kanı hayvan akciğerinden geçirmesi ve en büyük gelişme olarak da 1900 yılında Landsteiner'in ABO kan grubunu keşfi 19. yüzyılda kardiyopulmoner bypass gelişimini etkileyen önemli çalışmalardandır (1, 2).

20. yüzyılda kalp akciğer makinasının temeli olan antikoagülasyonu sağlayan “heparin”in 1915'te bir tıp öğrencisi Jay Mclean tarafından bulunması ekstrakorporeal dolaşım sisteminin çalışabilirliğini mümkün kılmıştır (1, 2). Kalp akciğer makinasının gelişimindeki en önemli kişi Dr. John Gibbon'dur. Dr. John Gibbon 1932 yılında tıp öğrencisiyken takip etiği amniyotik sıvı embolisi olan hastasını kaybetmiş, bu durum onu çok etkilemiş, cerrahi işlemlerinde kanın venöz sistemden alınıp vücut dışı bir yerde değişime uğratarak bir pompa aracılığıyla sistemik arter dolaşımına geri döndürülebilirse hastalarını kaybetme oranının daha düşük olabileceği fikri aklına düşmüş ve kardiyopulmoner bypass konusundaki çalışmalarına başlamıştır (1).

Dr. John Gibbon 1937 yılında deneylerinde kedi kullanarak, kedinin pulmoner arterini kapatıp bu sırada cerrahi işlemi sürdürmek için vücut dışı dolaşımı sağlayan bir sistem kullanmıştır. Deneyde pulmoner arter kapatılsa bile kedinin kalp ve akciğer fonksiyonlarının sürdüğünü görmüşlerdir. Dr. John Gibbon kardiyopulmoner bypass konusundaki çalışmalarını hayvan deneylerinden sonra insanlara taşımış, 6 Mayıs 1953'te kalp akciğer makinesi ile ilk başarılı operasyonunu 18 yaşındaki atriyal septal defekti olan kadın hastasında uygulamış ve bu kadın hastada vücut dışı dolaşım 26 dakika sürmüştür. Fakat daha sonraki 4 hastada cerrahi

işlemin başarısız olması sebebiyle Dr. John Gibbon'un geliştirdiği teknikler tartışılmaya başlanmıştır (2).

Cerrahi işlem teknikleri zaman içinde değişime uğramış; 1937'de Gibbon ve 1948'de Bjork tarafından film oksijenatörler, 1950'de De Wall ve 1956'da Ryg-Kyvsgaad tarafından bubble oksijenatörler, 1960'ta Bramson ve 1963'te Bodell tarafından membran oksijenatörler geliştirilmiştir (2). Bubble oksijenatörlerin hastada emboli riskini arttırdığı fark edilmiş, bu yüzden membran oksijenatörlere geçilmiştir (14). 1963 yılından sonra günümüze kadar da genellikle membran oksijenatörler kullanılarak başarılı açık kalp cerrahisi ameliyatları gerçekleştirilmiştir (2). Şu an hala kalp akciğer makinası kullanarak binlerce ameliyat yapılmaktadır ve ölüm oranı nerdeyse % 1'e kadar düşmüştür (1).

Ülkemizde ise 1960 yılında Hacettepe Üniversitesi'nde Mehmet Tekdoğan kalp akciğer makinesi kullanarak Dr. John Gibbon gibi ilk olarak atriyal septal defekt tamiri yapmıştır. Daha sonra Siyami Ersek, Kemal Beyazıt ve arkadaşları ilk kapak ameliyatlarını gerçekleştirmişler, 1980 yılından sonra da modern kalp ve akciğer makinaları ülkemizde kullanılmaya başlanmıştır (15, 16). Yani kalp akciğer makinasının icadı doğumsal kalp anomalileri başta olmak üzere tüm açık kalp ameliyatlarının güvenli bir şekilde yapılmasını sağlayarak insanlık tarihi boyunca yapılmış önemli icatlardan birisi olmuştur (17).

2.1.3. Kardiyopulmoner Bypass için gerekli komponentler

2.1.3.1. Kanüller

Kanüller, tubing setler ile birlikte kardiyopulmoner bypass sırasında hasta ile kalp – akciğer makinası arasındaki bağlantıyı sağlamaktadırlar (16, 17). Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında, kanüllerin eğilme ve bükülmesinin engellenmesi amacıyla tel sarmalıyla desteklenmekte olan esnek bir plastikten yapılmıştır (2, 6). Kanüllerin lümenine giren uçları ise; ince, sert plastik veya metal yapıdır (6). Kanülasyondaki temel amaç; hastanın oksijenden fakir olan venöz kanının rezervuara alınıp oksijenatörde oksijenlendikten sonra arteriyel kanül aracılığı ile hastanın sistemik dolaşımına tekrar verilmesidir (16). Kanüllerin işlevlerine ve kullanım yerlerine göre; arteriyel kanül, venöz kanül ve kardiyopleji kanülü olarak üç tipi bulunmaktadır (16, 17). Cerrahi sırasında kullanılacak olan uygun kanülün seçimi perfüzyonist tarafından hastanın vücut yüzey alanına göre seçilmektedir (17).

2.1.3.1.1. Arteriyel Kanüller

Arteriyel kanülün temel amacı; kalp – akciğer makinasının pompasından gelen oksijenlenmiş kanın aortadan verilerek vücudun perfüzyonunu sağlamaktır (15). Arteriyel

kanülasyonu genellikle asendan aortaya uygulanmakla birlikte; yapılacak olan operasyonun tipine ve cerrahın seçimine göre femoral, aksiller, innominate veya subklavyen artere de yerleştirilebilmektedir (15, 17). Asendan aortaya yerleştirilecek olan kanülün seçiminde; hastanın vücut yüzey alanı ve kalp – akciğer makinası kullanımı sırasında olması gereken kan akımına göre yapılmakta olup akım basıncı 100 mmHg'yı geçmemesi önerilmektedir (2, 6).

Arteriyel kanülasyonunda; kanülün çok derine ilerlememesi amacıyla bir boyunluk bulunmaktadır (6). Perfüzyon sisteminin en dar noktasını arteriyel kanüllerin uçları oluşturmakta ve kanülün iç çapı meydana gelecek basınç farkı ile ters orantılı olmaktadır (17). Arteriyel kanülün çapı küçüldükçe, oluşacak basınç farkı artmaktadır (17). Olması gereken çaptan daha küçük çaplı arter kanülün kullanılması ise perfüzyon akımına bağlı olarak yüksek arter basıncına neden olmaktadır (16).



Şekil 2.1. Arteriyel kanüller.

Arteriyel kanülasyon sırasında ateroemboli, aort diseksiyonu, kavitasyon ve hemoliz gibi birçok komplikasyon gelişebilmektedir (2, 17). İşlem sırasında meydana gelebilecek bu komplikasyonların tespiti ve engellenmesi amacıyla; kanülasyon öncesi hatlardaki hava kontrolü, kanülasyon işlemi sonrasında basınç testi yapılmalı ve cerrah tarafından uygun kanülasyon bölgesi seçilmelidir (16, 17).

Tablo 2.1. Pompa debisi ve hasta vücut yüzey alanına göre arteriyel kanül çapları.

Vücut Yüzey Alanı (BSA); BSA = (boy x kilo) / 3600'ün kare kökü alınarak hesaplanır.			
BSA (m²)	Debi (2,4/lt/dk/m²)	Aorta (mm)	Femoral Arter (Fr.)
0,25 – 0,30	600 – 720	3,0	6
0,31 – 0,38	744 – 912	3,0	6 – 8
0,39 – 0,46	936 – 1104	3,0	8
0,47 – 0,52	1128 – 1248	3,8	8 – 10
0,53 – 0,58	1272 – 1392	3,8	10
0,59 – 0,67	1416 – 1608	3,8	10 – 12
0,68 – 0,71	1632 – 1704	4,5	12

Tablo 2.1. Pompa debisi ve hasta vücut yüzey alanına göre arteriyel kanül çapları.(Devamı)

0,72 – 0,75	1728 – 1800	4,5	12 – 14
0,76 – 0,84	1824 – 2016	4,5	14
0,85 – 0,92	2040 – 2208	4,5	14
0,93 – 0,96	2232 – 2304	5,2	14
0,97 – 1,19	2328 – 2856	5,2	16
1,20 – 1,30	2880 – 3120	5,2	16
1,31 – 1,34	3144 – 3216	6,5	16 – 20
1,35 – 1,55	3240 – 3720	6,5	16 – 20
1,56 – 1,67	3744 – 4008	6,5	20
1,68 – 1,70	4032 – 4080	6,5	20
1,71 – 1,96	4104 – 4704	8	22
1,97 – 2,15	4728 – 5160	8	24

2.1.3.1.2. Venöz Kanüller

Venöz kanülasyonun temel amacı; hastanın vasküler sistemindeki oksijenden fakir kanın yer çekimi etkisiyle ya da vakum yardımıyla venöz hatlar aracılığı ile venöz rezervuarının içine drenajının sağlanmasıdır (1, 15, 16). Venöz drenajının uygun şekilde yapılabilmesi için venöz rezervuarının hastanın kalbinden yaklaşık 40 – 70 cm altında tutulması ve venöz hatların içinde prime sıvısı ya da kan içi dolu olmalıdır (1, 17). Drenajın seviyesini belirlemede kullanılan kriterler arasında; santral venöz basınç, yükseklik farkı, kanül tipi, tubing hat ve konnektörlerde oluşan direnç ve sistem içinde hava bulunup bulunmaması yer almaktadır (16). İşlem sırasında venöz kanüllerin bükülmesini engellemek amacı ile; kanüllerin iç kısımları tel ile sarılı olup, yön belirlemek için üzerinde işaretler bulunmaktadır (17).



Şekil 2.2. Venöz kanüller.

Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında; kanülasyon işleminde kullanılacak olan venöz kanül, perfüzyonist ve cerrah tarafından iş birliği ile seçilmektedir (17). Vücut yüzey alanına uygun çapa ve uzunluğa sahip kanül seçilmelidir (17). Venöz kanülasyonun yapılacağı bölge cerrahi işlemin tipine göre değişmektedir (16). Minimal invaziv gerektiren

cerrahilerde komplikasyon gelişmemesi için sternotomy işlemi yapılmaktadır (16). Bu işlem sırasında gelişebilecek komplikasyonları en hızlı şekilde engelleyebilmek ve tedavi edebilmek amacıyla femoral, aksillar ve juguler kanülasyon tercih edilmektedir (16). Aort ve koroner cerrahilerde ise sağ atriyumda çift delikli kanülasyonu uygulanmaktadır (16). Atriyumun açılacağı ve genellikle konjenital kalp hastalıklarında yapılacak cerrahilerde vena cava süperior ve vena cava inferiora bikaval kanülasyonu uygulanmaktadır (1).

Tablo 2.2. Pompa debisi ve hasta vücut yüzey alanına göre venöz kanül çapları.

Vücut Yüzey Alanı (BSA); BSA = (boy x kilo) / 3600'ün kare kökü alınarak hesaplanır.					
BSA (m²)	Debi (2,4/lt/dk/m²)	Femoral Ven (Fr.)	Süperior Vena Cava (Fr.)	İnferior Vena Cava (Fr.)	Tek Venöz (Fr.)
0,25 – 0,30	600 – 720	12	12	16	18
0,31 – 0,38	744 – 912	12	12	16	18
0,39 – 0,46	936 – 1104	12 – 14	16	16	18
0,47 – 0,52	1128 – 1248	14	16	18	20
0,53 – 0,58	1272 – 1392	14	18	18	20
0,59 – 0,67	1416 – 1608	16	18	20	22
0,68 – 0,71	1632 – 1704	16	20	20	24
0,72 – 0,75	1728 – 1800	18	20	22	24
0,76 – 0,84	1824 – 2016	18	22	22	24
0,85 – 0,92	2040 – 2208	20	22	24	24
0,93 – 0,96	2232 – 2304	20	22	24	28
0,97 – 1,19	2328 – 2856	22	24	24	28
1,20 – 1,30	2880 – 3120	24	24	24	32
1,31 – 1,34	3144 – 3216	28	24	24	32
1,35 – 1,55	3240 – 3720	28	24	28	32/40
1,56 – 1,67	3744 – 4008	28	28	28	32/40
1,68 – 1,70	4032 – 4080	30	28	32	32/40
1,71 – 1,96	4104 – 4704	30	30	32	36/50
1,97 – 2,15	4728 – 5160	30	30	32	36/50

2.1.3.1.3. Kardiyopleji Kanülleri

Bazı açık kalp ameliyatlarında cerrahi işlemi mümkün kılmak için kalbin hareketsiz olması gerekmektedir (18). Bunun sağlanması amacı ile kardiyopleji kanülleri aracılığı ile verilen kardiyoplejik solüsyonlarla kalbin diyastolde durdurulması gerekmektedir (18). Cerrahi işleme başlamadan önce kardiyopleji kanülleri; cerrah ve perfüzyonist iş birliği ile operasyona uygun şekilde seçilmektedir (17). Kardiyopleji kanüllerinin; antegrad kardiyopleji kanülleri ve retrograd kardiyopleji kanülleri olmak üzere iki tipi bulunmaktadır ve şekilde gösterilmektedir (18).



Şekil 2.3. Kardiyopleji kanülleri.

2.1.3.1.3.1. Antegrad Kardiyopleji Kanülü

Antegrad kardiyopleji kanülleri, açık kalp ameliyatlarında en çok tercih edilen kardiyopleji kanülü olmaktadır (17). Kardiyoplejik solüsyonun doğrudan aort köküne ya da koroner damarlara verilmesini sağlamayan kısa iğne ucu bulunmaktadır (18). Ayrıca aorta yerleştirilen klemp ve aort kapakları aracılığı ile kardiyoplejik solüsyonu koronerlere yönlendirilmektedir (19).

2.1.3.1.3.2. Retrograd Kardiyopleji Kanülü

Genellikle hastanın ileri yaşlarda olması veya hastanın yapılan ekokardiyografisinde düşük ejeksiyon fraksiyonunun tespit edilmesi durumunda cerrah tarafından antegrad kardiyopleji kanüllerine ilave olarak retrograd kardiyopleji kanülü uygulanmaktadır (17). Antegrad kardiyopleji kanülünden farklı olarak; retrograd kardiyopleji kanüllerinin ucunda iğne yerine balon bulunmaktadır (17). Sağ atriyum yoluyla koroner sinüse yerleştirilmiş olan retrograd kardiyopleji kanülü ile kardiyoplejinin geri gelmesini önleyerek koroner sinüslere kadar iletilmesini sağlar (17, 18, 19).

2.1.3.2. Venöz Rezervuar

Venöz kanül ve tubing set ile oksijenden fakir kanın geldiği venöz rezervuar; hasta kalbinden 40 – 70 cm altında olmalıdır (15). Cerrahi işlem sırasında hasta vasküler dolaşımına gönderilecek olan çeşitli ilaçlar, prime solüsyonları ve kan ürünleri venöz rezervuara eklenmektedir (15, 17). Venöz rezervuar; kalp – akciğer makinasında pompadan hemen önce yer almakta ve venöz rezervuarın kapasitesi yaklaşık olarak 3,5 – 5 lt arasındadır (17, 20).



Şekil 2.4. Venöz Rezervuar.

Venöz rezervuarındaki kan seviyesi kontrol edilerek seviye sensörünün çalıştığından emin olunmalıdır (16). Aksi halde kan seviyesinin minimumun altına düşmesi, kapalı sistem içerisine hava girme riskine neden olabilmektedir (16). Günümüzde yaygın kullanıma sahip olan iki tip venöz rezervuar bulunmaktadır (17).

2.1.3.2.1. Sert (Açık Tip) Venöz Rezervuarlar

Açık tip venöz rezervuarlar; sert plastik malzemeden üretilmiş olup volüm kapasitesi 3,5 litredir (17). Vakum destekli venöz drenajlarda kullanılmaktadır (17). Polibikardonattan oluşan gövdesi içerisinde polyester filtre ve poliüretan köpük önleyici aparat mevcuttur (17). Bu gövde içerisinde bulunan polyester filtre ve poliüretan köpük önleyici ile cerrahi sahadan gelen kandaki hava ve atık doku parçacıkları temizlenmektedir (17).

Açık tip venöz rezervuarların birçok avantajı bulunmaktadır (17). Kurulumu kolay ve maliyeti oldukça düşüktür (17). Ayrıca intraoperatif dönemde ilaçların ve kan ürünlerinin sisteme verilmesinde oldukça kolaylık sağlamaktadır (17). Sistemde mikroemboli oluşma riski ise açık tip venöz rezervuarların dezavantajıdır (16).

2.1.3.2.2. Yumuşak (Kapalı Tip) Venöz Rezervuarlar

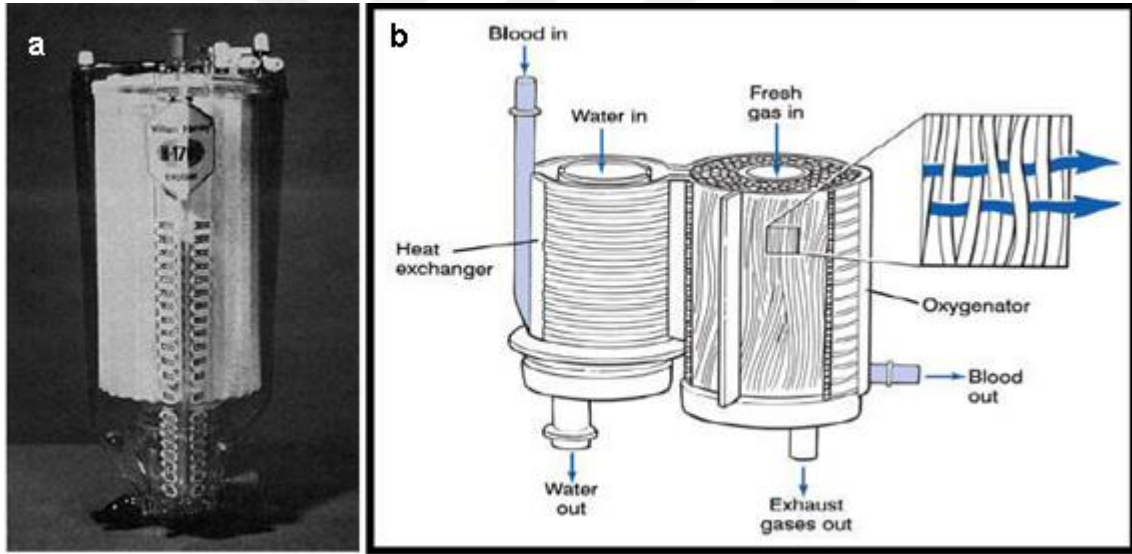
Kapalı tip venöz rezervuarlar; poliretan ve polivinilklorür yapılı olup, kollaps olabilme özelliğine sahiptir (17). Bu kollaps olabilme özelliği ile de rezervuarda seviye kaybının yaşanması durumunda emboli riskini önlemektedir (17). Ancak açık tip venöz rezervuarlarda olduğu gibi bir seviye sensörü bulunmamakta ve bu nedenle de seviye kaybının yaşanması ihtimali yüksektir (17). Ayrıca volüm ihtiyacının bulunması durumunda rezistansın artması ve venöz dönüşün bozulması bir dezavantajdır (16).

Kapalı tip venöz rezervuarın bulunduğu sistemlerde; prime hacminin az olmasına bağlı hemodilüsyonun da az olması, bu tip rezervuarların avantajını göstermektedir (17). Prime hacminin az olması nedeniyle; pediatrik cerrahilerde tercih edilmektedir (17).

2.1.3.3. Oksijenatörler

Oksijenatörler; vücuttaki akciğerin gaz değişim fonksiyonunu üstlenen ve kardiyopulmoner bypassta kanın geniş bir yüzeye yayılımını sağlayarak oksijenlenmesine neden olan komponenttir (2, 17). Bu şekilde kanın oksijenasyonu ve karbondioksit eliminasyonu sağlanmış olur (2, 17). Oksijenatörlerde kan, sistem içinde en geniş yabancı yüzeylere temas etmekte ve bu nedenle de oksijenatörler kan elemanlarının kardiyopulmoner bypass işleminde en çok zarar gördükleri yer olmaktadır (15, 17).

Oksijenatörler; kalp – akciğer makinasında venöz rezervuarın altında bağlı şekilde bulunmaktadır (21). Kardiyopulmoner bypass sisteminde temel olarak kullanılan iki tip oksijenatör bulunmaktadır (17).



Şekil 2.5. Bubble Oksijenatör (a) ve Membran Oksijenatör (b).

2.1.3.3.1. Bubble Oksijenatörler

Kardiyopulmoner bypass sisteminde; bubble oksijenatörün kullanılması durumunda oksijen venöz kan ile difüzyon alanına direkt temas etmektedir (17). Bu sistem ile kanın içerisinde birçok oksijen bubble oluşmakta ve gaz değişimi bu bubble etrafında gerçekleşmektedir (17). Membran oksijenatörlerden farklı bir biçimde venöz hat ile pompa arasında yer almaktadır (2). Bubble oksijenatörler temel olarak; püskürtülmüş olan % 100 oksijen ile kan arasında ince bir film oluşturan oksijenasyon sütunu ve yüzey geriliminin

azaltılması ile baloncukların sönmesini sağlayan köpük giderici (silikon polimer) bölüm olmak üzere iki kısımdan oluşmaktadır (16, 19).

Bubble oksijenatörlerin avantajları arasında; kolay kuruluma sahip olması, maliyetinin az olması ve kısa süreli cerrahilerde etkili oksijen desteği sağlaması yer almaktadır (17). Ancak uzun süren cerrahi operasyonlarda kan hasarı riskinin bulunması ve bubble kabarcıklarının yabancı cisim olarak algılanarak inflamatuvar yanıtın artmasına sebep olması ise bubble oksijenatörlerin dezavantajlarını oluşturmaktadır (17). Emboli riskinden ve kan hasarının yüksek olmasından dolayı günümüzde pek tercih edilmemektedir (17).

2.1.3.3.2. Membran Oksijenatörler

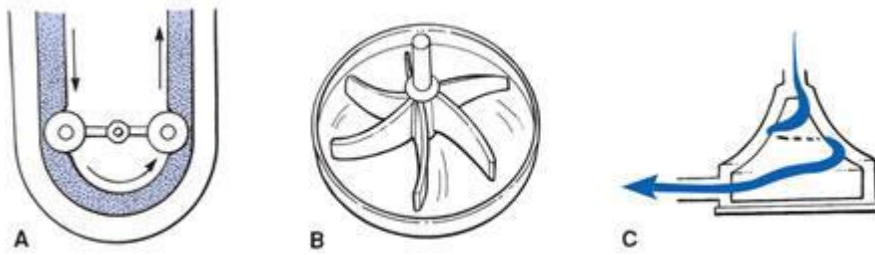
Kardiyopulmoner bypass sırasında kullanılan membran oksijenatörlerde; bubble oksijenatörlerden farklı olarak kan ile gaz doğrudan temas etmemektedir (17). Bu oksijenatör tipi ile gaz değişimi membran yapıdan gaz difüzyonu ile meydana gelmektedir (17). Selofan, polietilen, teflon, selüloz, naylon, polipropilen ve polimetil gibi farklı membran yapıları bulunmaktadır (17). Günümüzde ise gaz kapasitesinin en iyi şekilde olması ve hücre hasarının minimum olması nedeniyle en çok tercih edileni polipropilen membranlardır (17). Genel olarak venöz rezervuar ve ısı değiştirici ile birlikte üretilmektedir (17).

Membran oksijenatörler; yapısında bulunan 120–200 µm çapındaki mikrofiberlipolipropilen liflerin uçlarından manifold ile birleşmektedir (17). Lif içinde oksijen, lif dışında ise kan hareket halinde birbirleriyle temas halindedirler (17). Membran oksijenatörler 220 – 560 ml prime solüsyon ile doldurulmakta ve her litre kan akımı için 12 – 15 mmHg basınç ile 17 lt/dk akımda 470 ml oksijen eklenmektedir ve 350 ml karbondioksit uzaklaştırılmaktadır (17). Membran oksijenatörlerin; yüksek performans, kan elemanlarına travma riskinin az olması ve emboli riskinin az olması gibi avantajları bulunmaktadır (17).

2.1.3.4. Pompalar

Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında kalbin pompalama görevini üstlenen pompalar, oksijenatörden çıkan oksijenden zengin kanın tekrar hastanın vasküler sisteme gönderilmesini sağlamaktadır (16). Pompalar non – pulsatil adı da verilen devamlı kan akımı gerçekleştirerek ya da pulsatil adı verilen aralıklı akım gerçekleştirerek çalışmaktadır (16). Ayrıca pompa aracılığıyla; kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında cerrahi alandaki kanın aspirasyonunu, sol ventrikülün dekomprese edilmesini, kardiyoplejik solüsyonun verilmesini ve koroner arterlerin perfüzyonunu sağlamaktadır (2, 16).

Bir pompada olması gereken en önemli özellikler; oksijenatör membranında pıhtı olmaması, hava ve emboli riskinin olmamasıdır (1). Ayrıca ideal bir pompanın; kolay kullanılabilmesi, kullanılabilme süresinin uzun olması, düşük hemolitik etkisinin olması, minimum türbülans ve akım durgunluğunun olması, geniş akım kapasitesinin olması ve maliyetinin ucuz olması gerekmektedir (2, 21). Kardiyopulmoner bypass işleminde kullanılan; roller pompa, santrifugal pompa ve impeller pompa olmak üzere üç tip pompa bulunmaktadır (16).



Şekil 2.6. Roller Pompa (A), Santrifugal Pompa (B) ve İmpeller Pompa (C).

2.1.3.4.1. Roller Pompalar

Roller pompalar, silikon yapıları olup ikili silindire sıkıştırma itme prensibiyle çalışmaktadır (15). Bu tip pompaların silikon yapıları olması biyo uyumluluk için oldukça önemli bir etmendir (15). Roller pompalardaki akım gücünü pompaya bağlı tubing setin çapı ve pompa başındaki dakikadaki dönüş sayısı (rpm) belirlemektedir (15, 17). Roller pompanın çalışması sırasında silindirler arasındaki sıkıştırma nedeniyle kan elemanları zarar görebilmektedir (15). Kardiyopulmoner bypass sırasında arteriyel hattın basıncı sürekli takip edilmeli ve bu basınç 100 – 350 mmHg arasında tutulmalıdır (17). Roller pompaların; ucuz olması, kullanımının kolay ve güvenli olması gibi avantajları bulunmaktadır (2).

Kardiyopulmoner bypass işleminde roller pompa kullanımına bağlı hastada görülebilecekler komplikasyonlar arasında; kurulum, oklüzyon ve kalibrasyon hataları, tüp yırtıkları, tüplerin yapıldığı malzemeden kaynaklı emboliler, hava Embolisi ve pompada meydana gelen kan itme gücündeki kayıplar yer almaktadır (6).

2.1.3.4.2. Santrifugal Pompalar

Santrifugal pompalar; pervane yapısına sahip olup oksijenatörden gelen kanı hızla hastanın vasküler dolaşımına göndermektedir (15). Ayrıca santrifugal pompalar, kinetik pompalardır (1). Pompa kafasının durması durumunda geriye doğru kan akışı olabileceğinden dolayı arteriyel hatta klemp uygulanması ya da tek yönlü valfler kullanılması gerekmektedir

(15, 16). Sadece non – pulsatil akım sağlayan santrifugal pompalar; oluşan merkezkaç kuvvetine bağlı olarak konilerin hızlı bir şekilde dñnmesi ile kanın itilmesi prensibine göre çalışmaktadır (17). Pompanın akış hızının oluşan ön ve ard yüke bağlı olması nedeniyle cerrahi işlem sırasında elektromanyetik akım ۆler ile sürekli takip edilmesi gerekmektedir (17, 21).

Santrifugal pompalar birçok avantaja sahiptir (1). Roller pompaya göre daha az basınçla daha yüksek kardiyak output sağlamaktadır (1). Hatlar boyunca daha az hasara neden olmakta ve buna bağlı olarak kan elemanları daha az travmatize olmaktadır (1). Santrifugal pompaların kurulumu kolay olup hava çıkarma işlemi daha basittir (1).

Kardiyopulmoner bypass işleminde; santrifugal tip pompa ileriye doğru 900 mmHg basınç oluştururken, 400 – 500 mmHg negatif basınç oluşturması mikroemboliye neden olabilmektedir (15). Ancak emboli oluşma riski roller pompalara oranla daha azdır (16). Santrifugal pompaların maliyeti roller pompalara oranla daha yüksektir (17). Ayrıca bu pompalar; daha az prime hacme sahip olup, tek kullanımlıktırlar (17). Cerrahi işlem sırasında elektrik kesintisi olması durumunda müdahale olanağı tanımamaktadır (17). Bu bağlı olarak da komplikasyon gelişme riski artmaktadır (17).

Santrifugal pompalar; kardiyopulmoner bypass işlemi dışında ekstrakorporeal membran oksijenasyonunda (ECMO), torakaabdominal anevrizma onarımı cerrahisinde, kompleks ve obezite hastalarında kullanılabilmektedir (15, 22).

2.1.3.4.3. İmpeller Pompalar

İmpeller pompalar; hızlı dñnen bıçaklar aracılığı ile kanın hızlı bir şekilde hastanın vasküler dolaşımına pompalaması prensibine göre çalışmakta ve non – pulsatil akım sağlamaktadır (16, 19). Günümüzde kullanımı pek tercih edilmemektedir (16).

2.1.3.5. Isı Değiştirici

Cerrahi işlem sırasında hastanın istenen ısıya getirilmesini sağlamak amacıyla ısı değiştiricilere ihtiyaç duyulmaktadır (15). Kardiyopulmoner bypass işlemin ısı değiştirici kullanılmasının temel amacı; metabolik faaliyetleri minimize ederek oksijen tüketimini azaltmak, doku ve organ hasarını engellemektir (17). Isı değiştiriciler, ısıyı değiştiren suyun oksijenatörün dış kısmında dolaşarak etkinliğini göstermektedir (15). Bu ısıyı değiştirecek su ile kan arasında paslanmaz elik, alüminyum ya da plastik spiral ısı değiştiriciler bulunmaktadır (15). Ayrıca ısı değiştiriciler aracılığıyla kardiyopleji ısısında ayarlanabilmektedir (15).

Isı değiştiricilerin sıcaklığı 1°C ile 42°C arasında ayarlanabilmekle birlikte; kanın 42°C üzerinde ısıtılması durumunda kan proteinleri ve enzimatik sistem hasar görmektedir (15, 17). Cerrahi işlem sırasında hastanın nazofarengeal, rektal ve mesane alanında ısı ölçümlerinin yapılabilmesi için mutlaka monitörize edilmesi gerekmektedir (2). Kardiyopulmoner bypass işleminde hastanın ısınması – soğuması sırasında soğuma ısınmadan daha hızlı gerçekleşmekle birlikte; ısınma sırasında sıcaklık dakikada 0,2 – 0,5 C artarken, soğuma sırasında sıcaklık dakikada 0,7 – 1,5 C azalmaktadır (1, 15).



şekil 2.7. Isı Değiştirici.

Isı değiştiricilerde; normotermi (34 – 36 C), hafif dereceli hipotermi (32 – 34 C) orta dereceli hipotermi (28 – 32 C), derin derece hipotermi (20 – 28 C) ve çok derin derece hipotermi (14 – 18 C) olmak üzere beş tip hipotermi seviyesi bulunmaktadır (1). Kardiyopulmoner bypass işleminde genellikle orta dereceli hipotermi tercih edilmektedir (1, 2).

2.1.3.6. Filtreler

Filtreler; kardiyopulmoner bypass işleminde kalp – akciğer makinası sistemindeki partikülleri ve gaz embolilerini yakalamak amacıyla üretilmiş komponentlerdir (17). Filtrelerin; arteriyel filtre, kardiyotomi, oksijenatör demeti, gaz filtresi ve prebypass gibi tipleri bulunmaktadır (17). Gaz filtresi gaz akışı esnasında meydana gelebilecek bakterileri önlemekte, kardiyotomi filtresi ise cerrahi operasyon sırasında meydana gelebilecek yabancı partiküllerin tutulmasını sağlamaktadır (17).

2.1.3.6.1. Arteriyel Filtre

Arteriyel filtreler; sistem boyunca kanın geçtiği son yer olup, kalp – akciğer makinasında arteriyel hattında yer almaktadır (17). Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında gaz embolilerini ve partikülleri yakalamak amacıyla kullanılmaktadır (16). Arteriyel filtreler; naylon veya poliesterden yapılı olup, genel olarak 600 – 900 cm² yüzey alanına ve 40 µm por yapısına sahiptir (17).

Cerrahi işlem sırasında meydana gelebilecek bir filtre arızasında, yeni bir filtre yerleştirilene kadar hattın geçici olarak devre dışı bırakılması gerekebilmekte ve bu nedenle de yedek bir hat bulundurulması gerekmektedir (17).

2.1.3.7. Hemokonsantratörler (Hemofiltrasyon / Ultrafiltrasyon)

Hemokonsantratörler; elektrolit, su ve moleküllerin kardiyopulmoner bypass sisteminden transferini gerçekleştirmek amacı ile kullanılan yarı geçirgen membran yapılarıdır (17, 22). Hemokonsantratörler; venöz ya da arteriyel hatta bağlanmakta ve 500 ml/dk'lık bir akımdan 180ml/dk'ya kadar sıvı çekmektedirler (17).

Hemofiltrasyon; hastanın ısıtılmaya başlanması ile başlanmakta ve hematokrit değerinin istenilen düzeye gelinceye kadar sıvı filtre edilmeye devam edilmektedir (17). Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında uygulanan ultrafiltrasyonlara konvansiyonel, işlem sonrasında uygulanan ultrafiltrasyonlara ise modifiye ultrafiltrasyon (MUF) adı verilmektedir (22). Konvansiyonel ultrafiltrasyon, kardiyopulmoner bypass işleminde hastanın ısınması sırasında 28°C'ın üzerinde uygulanmaktadır (22). Modifiye ultrafiltrasyon ise; kardiyopulmoner bypass işleminden sonra hemokonsantratör membran aracılığıyla aort ve venöz kanülleri arasındaki hattın üzerinden yapılmaktadır (22).

2.1.3.8. Tubing Setler

Hasta ile kardiyopulmoner bypass arasındaki bağlantıyı sağlayan hatlara, tubing setler adı verilmektedir (15). Tubing setler; pvc veya silikondan üretilmiş olmaktadır (15). İşlem

sırasında kullanılacak olan tubing set, hastanın vücut yüzey alanına ve kilosuna göre seçilmektedir (15). Özellikle tüp boyuna dikkat edilmeli ve tüp uzunluğunun artması ile kan elemanlarının travmatize olma riskinin artacağı da unutulmamalıdır (17).



Şekil 2.8. Tubing Set.

2.1.3.9. Aspirasyon Sistemi

Aspirasyon sistemi, kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında cerrahi alanda bulunan kanın temizlenerek yeniden dolaşıma katılmasını sağlayan sistemdir (18). Aspirasyon sisteminde, aspirasyon hattı ile ventrikülden kan toplanarak filtre edilmiş olan kardiyotomi rezervuarına gelmektedir (19). Kardiyotomi rezervuarına gelen kan aspirasyon sistemi ile venöz rezervuarına iletilmektedir (19).

2.1.3.10. Kardiyopleji Sistemleri

Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında kullanılan kardiyoplejik solüsyonların temel amacı, aortanın klemplenmesi sırasında kalbi diyastolde durdurabilmek ve işlem boyunca miyokardı korumaktır (17). Cerrahi işlem sırasında kalbin diyastolde durması, cerrahın anastomoz sırasında rahat çalışmasına olanak sağlamaktadır (17). Kardiyopleji solüsyonlarında bulunan yüksek doz potasyum, kalbin diyastolde durmasını sağlamaktadır (17). Kardiyopulmoner bypass işlem sırasında verilecek solan kardiyoplejik solüsyon hastanın vücut indeksine uygun dozda verilmelidir (17). İşlem sırasında hastanın kan gazları yakından takip edilmesi gerekmektedir (17). Kardiyoplejiler; verilen solüsyonun tipine ve verilmiş yollarına göre sınıflandırılabilir (22).

2.1.4. Kardiyopulmoner Bypass Öncesi Hazırlık

2.1.4.1. Kardiyopulmoner Bypass İçin Perfüzyon Hazırlığı

Kardiyopulmoner bypass işlemi öncesinde; cerrahi işleme katılacak olan perfüzyonistin öncelikle hastanın dosyasını gözden geçirmesi ve operasyon tipini öğrenmesi gerekmektedir (14). Perfüzyonist hasta dosyasından; geçirmiş olduğu ameliyatlara, fiziki sağlık durumu, nörolojik bozuklukları, karotis yetmezlik durumu, kan hastalığı varlığı, akciğer fonksiyonları, alerjisi ve perfüzyon sırasında komplikasyon gelişmesine neden olabilecek tüm faktörleri öğrenmelidir (14). Ayrıca hastanın kilo ve boyunu ölçmeli ve beden vücut yüzeyini hesaplamalıdır (14). Bununla birlikte pompanın flow hesaplaması yapılmalıdır (14). Kardiyopulmoner bypass işlemine başlamadan önce perfüzyonistlerin kullanması gereken kontrol listesinde yer alan maddeler aşağıda verilmiştir (14):

- Hasta bilgilerinin pompa bilgisayarına aktarılması
- Oksijenatör tutucusunun doğru ve güvenli yerde olması
- Pompa devresi hattının akımı bozacak bir kıvrımının olmadığından emin olunması
- Luer bağlantıların sıklığı
- Gaz hatlarında kaçak olup olmadığının kontrolü
- Gaz çıkış kapağının veya güvenliğinin açık olup olmadığının kontrolü
- Elektrik bağlantılarında güç kaynağının kontrolü
- Elle çevirme kranklarının bulundurulması
- Işık kaynağı varlığı
- Su bağlantılarının kontrolü
- Su ısıtıcı – soğutucunun çalışır durumda olup olmadığının kontrolü
- Oklüzyon ayarının uygun şekilde yapılması
- Arteriyel filtrenin ve kardiyoplejik sistemin prime yapılması
- Pompada bulunan aspiratör ve ventlerin yön kontrolü
- Basınç transducerlerinin kalibrasyonu
- Stopcockların doğru şekilde kapatılmış olması
- Bubble ve seviye dedektörlerinin kontrolü
- Basınç alarminin ve cihaz kapama sisteminin kontrolü
- Isı problemlerinin kontrolü
- Oksijen analizörlerinin ve hatlardaki sensörlerin kalibrasyonu
- Yedek malzeme kontrolü

2.1.4.2. Prime Solüsyonun Hazırlanması

Kardiyopulmoner bypass işlemi başlamadan önce kullanılacak olan kalp – akciğer makinasının tüm alanlarında bulunan havaların çıkartılması ve sistemin kapalı bir sistem haline gelmesi gerekmektedir (1). Priming olarak da adlandırılan kalp – akciğer makinası içerisindeki havanın alınması işlemi için kullanılan sıvıya başlangıç solüsyonu ya da prime solüsyonu adı verilmektedir (1, 22).

Genellikle kardiyopulmoner bypass işleminde perfüzyonistler tarafından kullanılan prime solüsyonları arasında; kristaloid solüsyonlar, kolloid solüsyonlar veya kan ürünleri kullanılmaktadır (22). Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında cerrah ve perfüzyonist iş birliği ile prime solüsyonlara antikoagülan (heparin), ödem çözücü madde (mannitol) veya farklı farmakolojik ajanlar katılabilmektedir (22). Yapılan araştırmalar sonucunda; kristaloid solüsyonlar ile kolloid solüsyonlar arasında birbirleri üzerine herhangi bir üstünlük tespit edilmemiştir (14).

Kardiyopulmoner bypass işleminde kullanılan prime solüsyonun pH değeri 7,35 olup nötr bir yapıya sahiptir (1). Ayrıca prime solüsyonlarının iyonik dağılım yapısı plazma iyonik dağılımına benzemektedir (14). Perfüzyonistler tarafından kullanılan birçok prime solüsyon tipi bulunmakla birlikte; prime solüsyonlar fibrinojen, hematokrit, kolloid ozmotik basınç ve sıvıların vücut bölümlerde dağılımlarını etkilemektedir (10).

Kardiyopulmoner bypass işleminde prime solüsyonu olarak genellikle kristaloid solüsyonlar kullanılmaktadır (1). Kristaloid solüsyonların temel bileşeni sodyum klorürdür (30). Vücuttaki damar dışı sıvının % 75 - 80'inini sodyumun oluşturması nedeniyle intravenöz verilen kristalloidler hücre dışı alana dağılmaktadırlar (30). Kardiyopulmoner bypass işleminde prime solüsyonu olarak kullanılacak olan kristaloid solüsyonu seçimi sıvı kaybının tipine göre belirlenmekle beraber genellikle ringer laktatlar tercih edilmektedir (14, 30). Bunun nedeni ise; ringer laktat solüsyonunun dengeli elektrolit yapısına sahip olmasıdır (14). Kristaloid solüsyonlar; kolay ulaşılabilir ve ucuz olmaktadır (22). Ayrıca böbreklerden emilimi hızlı olması, alerjik reaksiyonlarının ve yan etkilerinin az olması kristaloid solüsyonların diğer avantajlarıdır (2). Ancak kristaloid solüsyonların kullanımı hemodilüsyona ve kolloid onkotik basıncın düşmesine sebep olmakta ve bu nedenle de kardiyopulmoner bypass sonrası organ fonksiyon bozukluklarında önemli rol oynamaktadır (22, 31).

Prime solüsyonu olarak kullanılan diğer bir solüsyon tipi ise kolloid solüsyonlardır (14). Kolloid solüsyonlar, plazma yerine geçebilen özellikle olup plazma proteinlerinin bazı fonksiyonlarını üstlenmektedirler (30). Üstlendiği en önemli fonksiyon ise onkotik basınç olup bu sebeple de kolloid solüsyonlara plazma genişleticilerde denilmektedir (30). Kardiyopulmoner bypass işleminde kullanılan birçok kolloid solüsyon bulunmakta ve en çok % 6 hidroksietil nişasta (HES) tercih edilmektedir (14). Fakat % 6 hidroksietil nişasta kullanımı; trombosit sayısında azalmaya ve protrombin süresinin uzamasına neden olmaktadır (14). Buna bağlı olarak da cerrahi kanama riski artmaktadır (22). Ancak kolloid solüsyonlar maliyetlidir (10).

İlk kalp cerrahileri başladığı dönemde; prime solüsyonlarına kan ve kan ürünleri ilave edilmekteydi (16). Ancak zaman içinde kan bulmak zorlaşmış ve bu nedenle de prime solüsyonu olarak sadece dengeli elektrolit çözeltileri kullanılmaya başlanmıştır (16). Anemik ya da infant olmayan hastalarda; prime solüsyonu olarak kan ürünü kullanılmasına gerek duyulmamaktadır (14). Ayrıca gereksiz kan kullanılmaması ile viral enfeksiyonların yayılması da önlenmiş olmaktadır (14).

2.1.4.3. Oklüzyon Ayarlanması

Kardiyopulmoner bypass işleminde; pompa akımını, setlerdeki yırtılmalarını ve roller pompadan geçerken meydana gelebilecek kan travmasını kontrol altında tutmanın en önemli anahtarı pompa oklüzyon ayarıdır (16). Tubing setin ömrünü azaltmamak için oklüzyon ayarı sıkı yapılmamalıdır (1). Oklüzyon ayarı, prime solüsyonun sistemde dolaştırılmadan önce yapılmaktadır (1). Sistemin havası çıkarılmasından sonra ise basınç oklüzyonu yapılarak daha kontrollü oklüzyon ayarı yapılmış olunur (16).

2.1.4.4. Antikoagülasyon

Kardiyopulmoner bypass işleminde kanın; yabancı yüzeylerle teması bulunmaktadır (14). Bunun sonucunda ise kanda trombotik etki artmaktadır (14). Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında; herhangi bir pıhtı oluşmaması amacıyla, kanülasyon işlemi öncesi antikoagülasyon uygulanmaktadır (10).

Kardiyopulmoner bypassta antikoagülasyon ajan olarak kullanılan tek ajan heparindir (10). Heparin 3 mg/kg doz ayarında hastaya uygulanmaktadır (15). Heparin, plazma içerisinde yer alan antitrombinIII'ü aktive eder (14). Ayrıca F12a, kallikrein, plazmin gibi proteazları ve F9a, F10a, F11a gibi pıhtılaşma faktörlerinin inhibasyonunu sağlar (14). Bunun sonucunda da hızlı bir şekilde trombini inhibe eder (14).

Antikoagölasyonun etkinliği, 30 – 45 dakika arayla bakılan Activated Clotting Time (ACT) ile takip edilmekte ve normalde 0 – 120 saniye olması gerekmektedir (15). Fakat kardiyopulmoner bypass işlemleri sırasında ACT, 400 – 480 saniyenin altına düşmemelidir (15). ACT direnci bulunan hastalarda ise taze donmuş plazma (TDP) kullanılmaktadır (1).

2.1.4.5. Vasküler Kanülasyon

2.1.4.5.1. Arteriyel Kanülasyon

Kardiyopulmoner bypass işleminde meydana gelebilecek herhangi bir komplikasyona karşı sistemik transfüzyonun ve oksijenizasyonun sağlanabilmesi amacıyla ilk olarak arteriyel kanülasyon işlemi yapılmaktadır (6). Uygulanması kolay ve güvenli olması, komplikasyon gelişme oranının az olması ve ek kesi gerektirmemesi nedeniyle genellikle asendan aorta tercih edilmektedir (6, 10). Aorta kanülasyonun sağlanabilmesi için öncelikle sistolik kan basıncının en az 120 mmHg ve ortalama arteriyel kan basıncının ise 80 mmHg civarında olması gerekmektedir (6).

2.1.4.5.2. Venöz Kanülasyon

Arteriyel kanülasyon işlemi tamamlandıktan sonra ise venöz kanülasyonun yapılması gerekmektedir (6). Venöz kanülasyon işleminde genellikle kanül; vena cavaya veya sağ atriya'ya yerleştirilmektedir (10). Her ne kadar ten venöz kanülasyon cerrahi için yeterli olsa da stabilizasyonun ve drenajın daha iyi olması amacıyla kavoatriyal kanül kullanılabilmektedir (6). Kullanılacak kanüller, cerrah ve perfüzyonistin ortak fikri ile hastaya en yüksek akımı sağlayacak çapa göre seçilmelidir (10).

2.1.5. Kardiyopulmoner Bypass Dönemi

2.1.5.1. Monitörizasyon

Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında; venöz rezervuar seviyesi, arteriyel hattın basıncı, pompadaki akım hızı, kanın sıcaklığı ve oksijen saturasyonu takip edilmektedir (10). Bu takipler işlem sırasında kullanılan monitörizasyonlar ile sağlanabilmektedir (10). Arter hatta bulunan kanın pH seviyesini, parsiyel karbondioksit ve parsiyel oksijen basıncını ölçmek amacı ile sensörler kullanılmaktadır (10). Ayrıca işlem boyunca ACT takibi yapılmalıdır (10).

Kardiyopulmoner bypass işlemi boyunca arteriyel hat basıncı genellikle sistemik arteriyel basınçtan daha yüksek izlenmektedir (10). Arteriyel hat basıncının 300 mmHg'nın üstünde olması, arteriyel filtredeki bir tıkanıklığı veya aortikdiseksiyonunu göstermektedir (10).

2.1.5.2. Miyokardiyal Koruma

Miyokardın fonksiyonlarını yerine getirebilmesi için uygun biçimde beslenmesi önemlidir (15). Miyokardın oksijen tüketimi tüm vücudun % 7'si olmakla birlikte; duvar gerilimine, kalp atım hızına, oksijen sunumuna ve vücudun hormonal dengesine göre bu oran değişmektedir (15). Kardiyopulmoner bypass işleminde ise; miyokardın en az oksijen tüketimi kalp arrest evresinde, en çok ise kardiyopulmoner bypass işlemi sonrasındadır (15). Kardiyak arrest ve hipotermi ile birlikte miyokardın oksijen kullanımı yaklaşık olarak % 97 oranında azalmaktadır (1, 16).

Kardiyopulmoner bypass işleminde kardiyak arrest ile miyokardın beslenmesi ve oksijenlenmesi etkilenmekte ve olumsuz sonuçlar doğurmaktadır (15). Bu nedenle işlem sırasında miyokardın korunması gerekmektedir (15). Miyokardın korunmasındaki temel hedefler arasında; hızlı bir arrest sağlamak, güvenli ve kansız bir cerrahi saha oluşturmak, doktora yeterli zamanı temin etmek, kross klemp sırasında meydana gelebilecek miyokardiyal iskemiyi önlemek, klempin kaldırılması sonrasında oluşabilecek reperfüzyon hasarını engellemek yer almaktadır (1).

Kardiyopulmoner bypass işleminde miyokardiyal koruma sağlamak amacıyla; kardiyoplejik ya da non – kardiyoplejik yöntemler kullanılmaktadır (32).

2.1.5.2.1. Non – Kardiyoplejik Yöntemler

2.1.5.2.1.1. Sistemik Hipotermi Altında Fibrilasyon ile Aralıklı Kross Klemp Uygulaması

Kardiyopulmoner bypass süresince orta dereceli sistemik hipotermi (30 – 32 °C) altında ve ventrikülerfibrilasyonun tetiklenmesinden hemen sonra aortik kross klemp konulmaktadır (6). Fibrilasyon ve kross klemp sürecinde distalanastomoz yapılır ve ardından kross klemp kaldırılarak proksimalanastomoza geçilir (6). Her bir kross klemp periyodu 20 dakikayı aşmamalıdır (6). Bu yöntemin; sıvı yüklenmesi riskinin azaltılması, hiperpotasemi riskinin ortadan kaldırılması ve soğuk kardiyoplejinin oluşturduğu koroner vazospazm görülmemesi gibi avantajları bulunmaktadır (6). Bu yöntemin dezavantajları arasında ise; işlem süresinin kısıtlanması, aortada oluşabilecek hasar ve emboli riski bulunmaktadır (6).

2.1.5.2.1.2. Sistemik Hipotermi Altında Fibrilatuar Arrest Uygulaması

Fibrilatuar arrest uygulama tekniği; sistemik hipotermi (26 – 30 °C), elektif fibrilatuar arrest ve 80 – 100 mmHg basıncında sistemik perfüzyon ile uygulanmaktadır (6, 33). Bu teknik genellikle aortaya klemp işlemi uygulanamaması durumunda uygulanmaktadır (6).

2.1.5.2.2. Kardiyoplejik Yöntemler

Kardiyopleji tekniği ile miyokardiyal koruma stratejisi, kardiyopulmoner bypass işleminde altın standartlardan biridir (33). Kardiyopleji ile kalbin hareketsiz kalması sağlanmakta ve böylece cerraha durağan bir alan oluşturmaktadır (33). Kardiyoplejik solüsyonun aort kökünden verilmesi ile kardiyak arrestin sağlanması; miyokardın oksijen ve ATP ihtiyacını azaltmaktadır (4, 33). İyi bir kardiyopleji solüsyonu; diyastolde arrest sağlamalı, miyokardın ATP ihtiyacını azaltmalı, reperfüzyon hasarını minimuma indirmeli ve geri döndürülebilirliği sağlamalıdır (33).

Kardiyoplejik solüsyonlar hiperkalemik yani yüksek potasyum içeriklidir (4, 33). Bunun nedeni; hiperkaleminin kardiyak arresti sağlama ve pozitif bir dinlenme membranı oluşturmaktır (33). Kardiyoplejik solüsyonun potasyum konsantrasyonu cerrahi protokollere göre değişiklik gösterse de genellikle 8 – 20 mEq/L arasında olmaktadır (4).

Tablo 2.3. Kardiyoplejik Solüsyonun İçeriği.

Bileşik	Konsantrasyon
Potasyum	20 – 40 mEq/L
Sodyum	110 – 120 mEq/L
Klor	110 – 120 mEq/L
Kalsiyum	0,7 mEq/L
Magnezyum	15 mEq/L
Bikarbonat	27 mmol/L
Glukoz	28 mmol/L

2.1.5.3. İdeal Perfüzyon Akımı

Kardiyopulmoner bypass cerrahisinde; tüm organlarda yeterli perfüzyonun sağlanması önemlidir (4). Kardiyopulmoner bypass işleminde en ideal kan akımı hastanın yaşına göre değişmektedir (4). Normotermik koşullar altında en ideal kan akımı; yeni doğanda 120 – 200ml/kg/dk, infantta 100 – 150 ml/kg/dk, çocuklarda 80 – 120 ml/kg/dk ve yetişkinlerde ise 2,4 L/m²/dk olmalıdır (4). Kardiyopulmoner bypass akım miktarı perfüzyonist tarafından bazı kriterler ile belirlenmektedir (4). İşlem sırasında yeterli akım miktarını belirlemede dikkate alınan kriterler;

- Hastanın vücut yüzey alanı
- Hipotermi düzeyi
- Asit – baz dengesi
- Nöromusküler blokajın seviyesi

- Kanda bulunan oksijen miktarı
- Anestezi seviyesi
- Organların iskemiye karşı gösterdiği tolerans
- Tüm vücutta tüketilen oksijen olarak sıralanabilir (4, 20).

Kardiyopulmoner bypass işleminde kullanılan; non – pulsatil akım ve pulsatil akım olmak üzere iki tip akım bulunmaktadır (21). Düz akım adı da verilen non – pulsatil akım; roller ve sentrifugal pompalarla sağlanabilmekte ve değişime uğramamaktadır (21). Pulsatil akım; atımlı akımlar olup sadece roller pompalar ile sağlanmaktadır (21). Roller pompaların başlığı; sistol fazında hızlanır diyastol fazında ise yavaşlayarak vücut içinde en fazla 20 mmHg’lik bir pulsasyon oluşturmaktadırlar (21).

Kardiyopulmoner bypass sırasında; yeterli kan basıncının sağlanması ve sürdürülmesi, pompa akımı ve sistemik vasküler rezistansının yönlendirmesi ile mümkündür (14). Ortalama arter kan basıncı (OAB); pompa akım miktarı ile sistemik vasküler direncin çarpılması ile hesaplanmaktadır (14). İntraoperatif dönemde ortalama arter kan basıncının düşmesi istenmeyen bir durumdur (4). İdeal perfüzyon basıncı; çocuklarda 20 – 50 mmHg, yetişkinlerde ise 55 – 80 mmHg arasındadır (5). İşlem sırasında uygunsuz basınç ölçümü, pompa akımının düşük olması ve sistemik vazodilatasyon gibi nedenlerden dolayı istenilen ortalama arter kan basıncı sağlanamayabilir (4).

Kardiyopulmoner bypass sırasında genellikle hipotermi uygulanmakta ve uygulanan hipotermi derinliğine göre uygulanması gereken pompa akımı değişmektedir (4). Sistemik sıcaklık azalırken; vücudun oksijen tüketimi azalmakta ve perfüzyonun güvenliği artmaktadır (4). Yapılan araştırmalar, sistemik sıcaklığın her 10°C’lik düşüşü oksijen tüketimini % 50 oranında azalttığını göstermektedir (4). Kardiyopulmoner bypass cerrahi sırasında uygulanan hipotermi derinliğine göre uygun olan pompa akımı tablo 2.6’da verilmiştir (22).

Tablo 2.4. Kpb sırasında hipotermi derinliğine göre uygun pompa akımı.

Hipotermi (°C)	Akım (L/dk/m ²)
32 – 36 °C	2,4 – 2,6
28 – 31 °C	1,8 – 2,2
24 – 27 °C	1,6 – 2,0
17 – 23 °C	1,4 – 1,8

2.1.5.4. Sıcaklık

Kardiyopulmoner bypass işleminde hipotermi uygulaması; perfüzyonist tarafından sistemik oksijen tüketimini azaltmak amacıyla kalp – akciğer makinasındaki ısıtıcı – soğutucu sistem kullanılarak sistemik sıcaklığın düşürülmesidir (14). Aynı doğrultuda serebral oksijen tüketimini azaltmak amacıyla serebral hipotermi uygulanmaktadır (10, 14). Uygulanacak olan hipotermi derinliği, cerrahi süreye göre değişmekle birlikte kısa işlemlerde sıcaklığın 32 – 35 °C arasında tutulması yeterlidir (14). Cerrahi işlemin uzaması ile de sistemik sıcaklığında azalması gerekmektedir (14).

Hipotermi uygulaması sırasında; hastanın sıcaklığı monitörize edilerek takip edilmesi gerekmektedir (10). Isı problemleri rektuma, mesaneye ve özefagusu yerleştirilmektedir (10). Nazofarenks ve timpanik problemler ile ölçülen ısı serebral ısıyı göstermektedir (10).

2.1.5.5. Ventilasyon

Kardiyopulmoner bypass işlemi boyunca optimal pompa akımının sağlanması ve kardiyak arrest gerçekleşene kadar ventilasyon işlemi devam ettirilmelidir (10). Bu koşullar sağlandıktan sonra sol ventrikülün enjekte ettiği volüm düştüğü zaman ventilasyonun sonlandırılması, pulmoner kan akımının sürmesi nedeniyle sağdan sola şanta ve hipoksi meydana gelmesine neden olur (10). Bazı kardiyopulmoner bypass cerrahilerinde ise operasyon sonrası pulmoner komplikasyonları azaltmak amacıyla küçük bir ekspirasyon sonu pozitif basınç ve düşük bir oksijen akımı sürdürülmektedir (10). İntraoperatif dönemde ventilasyonun yeterli olup olmadığı kan gazları ile takip edilmelidir (14).

2.1.5.6. Asit – Baz Kontrolü

Kardiyopulmoner bypass işlemi boyunca perfüzyonist tarafından kan gazları ile asit – baz dengesi takip edilmelidir (2). Normal şartlar altında 37 °C kan sıcaklığında; CO₂ 40 mmHg ve pH 7,4'tür (16). Hipotermi derinliğinin artmasına bağlı kan sıcaklığının düşmesi ile birlikte; O₂ ve CO₂'in çözünürlüğü de artmaktadır (16). Bunun sonucunda PCO₂ basıncı azalır ve pH değeri artar (16). Kardiyopulmoner bypass cerrahisinde uygulanan hipotermi altında asit – baz dengesi Alfa – Stat ve pH – Stat olmak üzere iki farklı yöntemle değerlendirilebilir (16).

2.1.5.6.1. Alfa – Stat

Alfa – Stat, hastadan alınan kan örneğinin kan gazı analizörüyle 37 °C'ye kadar ısıtıldıktan sonra asit – baz dengesinin değerlendirildiği yöntemdir (10). Alfa – Stat yöntemi kullanılarak arteriyel kan gazı analiz edildiğinde ısı düşerken; CO₂'in çözünürlüğü artar,

PCO₂ azalır ve pH alkali olur (16). Genellikle yetişkin kalp cerrahilerinde tercih edilmektedir (4).

2.1.5.6.2. PH – Stat

Kardiyopulmoner bypass işleminde kan gazı basınçlarının ısıya göre düzenlenmesi ve hipotermi altında PO₂'nin 40 mmHg ve pH'ın 7,4'te tutulması için çaba harcanması yöntemine pH – Stat yöntemi adı verilmektedir (10). Hipotermi ile birlikte; kanda bulunan H ve OH iyonlarının yoğunluğu değişmektedir (2). Hipotermide pH artmakta ve PCO₂ düşmektedir (16). Bu nedenle kanın pH'ının 7,4 ve PCO₂'nin 40 mmHg'da sabit tutulabilmesi amacıyla kana CO₂ takviyesi yapılmaktadır (16). Bu yöntem daha çok derin hipotermide, sirkülatuvar arrest durumunda ve pediatrik cerrahilerde tercih edilmektedir (2).

2.1.5.7. Serebral Koruma

Kardiyopulmoner bypass sonrası hastaların % 40'ında nörolojik komplikasyonlar gelişebilmektedir (10). Kardiyopulmoner bypass cerrahisinde serebral korunması;

- Orantılı hızdaki kan akımının olması
- Arteriyel kan basıncının normal olması
- Doğru akım ve konsantrasyonla oksijenin başlatılması
- Oksijen satürasyonlarının uygun olması
- Hasta arteriyel basıncının 50 – 90 mmHg olması
- Uygun olan ısının sağlanmış olması
- Pıhtılaşma durumunun orantılı olması gibi verilerin kontrolü ile sağlanmaktadır (14).

2.1.6. **Kardiyopulmoner Bypass'tan Çıkış**

Hastanın, kalp – akciğer makinasından ayrılabilmesi için öncelikle hastanın 37°C'ye doğru ısıtılması gerekmektedir (2). Cerrah tarafından yeniden ısıtma kararı verilmesi ile aort klempı kaldırılır ve hasta ısıtılmaya başlanmaktadır (2). Isıtma işlemi sırasında en önemli noktalardan biri ısıtmanın yavaş ve ısı artışı dakikada 0,1 – 0,3°C olacak şekilde yapılmasıdır (2, 10). Çünkü hastanın hızlı bir şekilde ısınması, kan akımı gazlarının çözünürlüğünü azaltarak hava kabarcıklarının oluşmasına neden olur (10). Ayrıca ısıtma işlemi boyunca arteriyel ve venöz kan sıcaklıkları sürekli takip edilmeli; arteriyel kan ile venöz kan arasındaki sıcaklık farkı 10°C'yi geçmemelidir (1, 16). Isıtma işlemi boyunca hastanın ayılması engellenerek ventilasyon desteğine başlanması gerekmektedir (1). Bunun yanında hasta bradikardik ise; pace – maker desteği verilmelidir (1).

Isınma işlemi tamamlandıktan sonra; hastanın kalp – akciğer makinasından uygun olup olmadığı kontrol edilmesi gerekmektedir (1). Öncelikle cerrahi alanda problem veya kanama olup olmadığı kontrol edilir (1). Ayrıca hastaya ait kan gazı sonuçlarının, hastanın anestezi durumunun ve özellikle de hematokrit değerinin ayrılma için uygun olup olmadığına bakılmalıdır (1, 16). Hastanın, kalp akciğer makinasından ayrılabilmesi için; öncelikle pH ve PaO₂ değerlerinin normal düzeyde ve hematokritin ise % 22'nin üzerinde olması gerekmektedir (14). Hematokritin istenilen düzeylerde olmadığı durumlarda ultrafiltrasyon ya da kan transfüzyonu uygulanabilir (16). Kontrol edilmesi gereken diğer bir faktör ise hastanın potasyum düzeyidir (14). Hastanın potasyum düzeyi 4,0 – 5,0 mEq/L arasında olması gerekmekte ve hiperkalemi bulunması durumunda; kalsiyum, sodyum bikarbonat veya glukoz – insülin ile tedavi edilmelidir (10, 14). Hasta kardiyak açıdan stabil ve kalp hızı yeterli olmalı, ayrıca hastanın % 100 oksijen ile yeterli ventilasyon başlatılmalıdır (10).

Hasta, kalp – akciğer makinasından ayrılmasına karar verildikten sonra Vena Cava'daki kanül çekilerek, açıklık sütur ile kapatılır (16). Kardiyak dolum gerçekleştirildikten, ventriküler ejeksiyon başlar (10). Kanama kontrolü yapılarak hastanın stabil olup olmadığı değerlendirilmelidir (16). Hastanın stabilizasyonundan emin olunduktan sonra daha önceden verilmiş olan heparini nötralize etmek amacıyla her 100 ünite heparin için 1 mg protamin uygulanmalıdır (14, 16). Protamin uygulamasında ACT seviyesi kontrol edilmeli ve gerekli durumlarda 50 – 100 mg arasında ek protamin verilmelidir (14). Protamin uygulaması bittikten sonra aort kanülü çekilerek hasta makinadan ayrılmış olur (16).

2.1.7. Kardiyopulmoner Bypass'ın Organ ve Sistemler Üzerine Etkisi

2.1.7.1. Hematolojik Etkileri

Kardiyopulmoner bypass cerrahisinde; kanamaya neden olan birçok faktör bulunmaktadır (3). Cerrahide; hasta dolaşımında ve kalp – akciğer makinası setlerinde pıhtılaşmayı önlemek amacıyla heparin uygulanmaktadır (3). Uygulanan heparine bağlı olarak ACT'nin yükselmesi sonucu intraoperatif dönemde iç kanamalara neden olmaktadır (3). Kardiyopulmoner bypass işlemi sonrası; heparin nötralizasyonun yetersiz yapılması sonucu ise postoperatif dönemde kanamalar görülebilmektedir (3). Ayrıca operasyon sonrası pıhtılaşma bozukluğuna bağlı olarak da kanamalar görülebilmektedir (3).

İntraoperatif dönemde meydana gelen hemodilüsyon nedeniyle trombosit miktarını % 50 oranında düşürürken; kanın kalp – akciğer makinasında yabancı yüzeylerle temas etmesi, trombositlerdetravmatizeye neden olarak trombositlerin fonksiyonlarını bozmaktadır

(3). Buna ek olarak; oksijenatör, filtreler, roller pompa ve aspirasyon sistemi de bu travmayı artırmaktadır (3).

Postoperatif dönemde görülen birçok kanama reoperasyon ile düzeltilebilmekle birlikte; 1 saatte 10 ml/kg/saatten fazla kanama olması ya da ard arda 3 saat devam eden 5 ml/kg/saatlik kanama olması reoperasyon için yeterli bir nedendir (6).

2.1.7.2. Kardiyak Etkileri

Kardiyopulmoner bypass işleminde; her ne kadar miyokardiyal koruma yöntemleri kullanılsa da miyokardiyal hasar görülebilmekte ve perioperatif dönemde mortalite ve morbiditenin en önemli nedeni miyokardiyal hasarlar olmaktadır (3). Postoperatif dönemde kardiyak fonksiyonlarının bozulmasından sorumlu birçok neden bulunmakta ve bu nedenler arasında; miyokardiyal iskemi, reperfüzyon hasarı, pıhtılaşma ve inflamatuvar sistemlerinin aktivasyonu yer almaktadır (3). Ayrıca kardiyopulmoner bypass işleminin uzun sürmesi, ventriküler fibrilasyon, ventrikülün aşırı gerilmesi, plazmanın onkotik basıncındaki azalma ve koroner basıncının yükselmesi miyokardiyal hasarını daha da arttırmaktadır (5).

Kardiyoplejik arrest sonucu olarak anaerobik solunum miyokard metabolizması devreye girmektedir (1, 3). Bu metabolizma sonucu olarak da laktat üretimi artmakta ve asidoz ortaya çıkmaktadır (1). İntraoperatif dönemde meydana gelen inflamatuvar yanıt ve nötrofil aktivasyonu miyokardiyal ödemi arttırmaktadır (3).

Kardiyopulmoner bypassın diğer bir kardiyak etkisi ise düşük kalp debisidir (6). Düşük kalp debisi; kardiyak indeksin $2,2 \text{ lt /dk/m}^2$ 'nin altında olması olarak tanımlanmakta olup genellikle medikal destek ile tedavi edilebilmektedir (6). Düşük kalp debisinin yetersiz ön yük, artmış art yük, miyokardiyal depresyon, hipomagnezemi, hipokalsemi gibi metabolik bozukluklar, aritmiler ve kardiyak tamponatlar gibi birçok nedeni bulunmaktadır (6).

2.1.7.3. İnflamatuvar Ekileri

Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında kalp – akciğer makinası içerisinde gezen kanın yabancı yüzeylerle temas halinde olması, protamin uygulanması sonrası protamin – heparin kompleksinin oluşması ve iskemik miyokardın reperfüzyonu sonrası kompleman sistemi aktivasyonu başlamaktadır (3). Kompleman sistemi, enfeksiyonlara ve yabancı cisimlere karşı antikorlara bağlanarak fonksiyonlarını yerine getiren protein yapılarıdır (5). Kompleman proteinleri birbirini takip eden reaksiyonlara girerek birçok immün cevaba neden olmaktadır (5).

Kardiyopulmoner bypass işleminin başlattığı inflamatuvar yanıt hücre nekrozuna ve kapillerdeki geçirgenliğin artmasına neden olmaktadır (3). Bazofillerden ve mast hücrelerinden histamin deşarjına neden olarak vasküler permeabilitede bozukluklara ve sıvı artışına neden olmaktadır (3). Bunun sonucu olarak da kalp, akciğer, beyin, karaciğer, böbrek, pankreas gibi birçok organda fonksiyonel bozukluk meydana gelmektedir (3). Ayrıca histamin deşarjı; lökositlerin aktive olmasına, lizozomal enzimlerin ve serbest oksijen radikallerinin salgılanmasında artmaya neden olmaktadır (3).

2.1.7.4. Solunum Sistemi Üzerine Etkileri

Akciğerlerde oluşan hasar, kardiyopulmoner bypass işleminde kardiyak komplikasyonlardan sonra en sık görülen yan etkidir (5). Kardiyopulmoner bypass işlem süresinin artması ile birlikte akciğerlerde görülebilecek komplikasyon riski de artmaktadır (5). Kanın kalp – akciğer makinasında yabancı yüzeylerle teması sonucu hemoraji ve mikro atelektazi gelişebilmektedir (1). Ayrıca kardiyopulmoner bypass işleminde; kapiller geçirgenlikteki artış, pulmoner kapillerde meydana gelen basınç artışı, göğüs mekanik kuvvetindeki azalma sonucunda intrapulmoner şant meydana gelebilmektedir (1). Akut respiratuar distress sendromu (ARDS), pnömotoraks, pulmoner emboli ve bronkokonstrüksiyon; kardiyopulmoner bypass işleminde görülen diğer solunum sistemi ile ilgili komplikasyonlardır (6).

2.1.7.5. Nörolojik Etkileri

Kardiyopulmoner bypass işlemine bağlı olarak bazı komplikasyonlara yol açmaktadır (5). Bu komplikasyonlar genellikle uzun süre devam etmemekle birlikte nadiren kalıcı hasarlar ortaya çıkabilmektedir (5). Nörolojik komplikasyonların çoğu emboli nedeniyle gelişmekte ve en önemli belirtileri felç, kardiyak aritmiler ve ventriküler disfonksiyondur (5). İleri yaşlarda görülen diyabetik ve hipertansiyon olgularında nörolojik bulgular daha sık ortaya çıkmaktadır (5).

2.1.7.6. Üriner Sistem Üzerine Etkileri

Kardiyopulmoner bypass cerrahisi geçiren hastaların % 30'unda geçici olarak böbrek fonksiyonlarında bozukluklar görülmektedir (6). Böbrekler kardiyak outputun %25'ini almakta ve kalp debisinin düşmesi sonucu postoperatif dönemde böbrek yetmezliği gelişebilmektedir (5, 6). Ayrıca perioperatif dönemde hemoliz meydana gelmesi sonucunda renaltübüllerde tıkanarak nekroz gelişebilmektedir (5). Kardiyopulmoner bypass işleminin uzaması ve prime solüsyonunun yüksek miktarda albümin içermesi sonucu böbreklerde gelişebilecek komplikasyon riski artmaktadır (5).

2.2. Laktat

Laktat kalp cerrahisinde oksijensiz solunumun ve serebral iskeminin en önemli belirleyicilerinden birisidir (34). Laktat glikozun metabolize edilmesi sonucunda elde edilmektedir (35). Anaerobik şartlar altında yani oksijenin yetersiz olduğu durumlarda ATP üretiminin korunabilmesi amacıyla piruvat yıkımı meydana gelmekte ve laktat oluşmaktadır (34). Vücudun ihtiyacı olan miktarda oksijen sunumu sonucunda laktat tekrardan piruvata dönüşmektedir (34).

2.2.1. Normal Laktat Metabolizması

Laktatın tümü glikoz metabolizması sonucu oluşmakta ve normal şartlar altında plazmadaki laktat değeri 0,3 – 1,3 mmol/L olmaktadır (6, 36). Normal şartlarda glikoz metabolizmasının son ürünü pirüvattır (37). Böbrek, karaciğer, iskelet ve kalp kasında bol miktarda bulunan laktat dehidrogenaz (LDH) ile pirüvatsitozoldelaktata dönüşmektedir (6). Oksijensiz ortam şartında meydana gelmiş miyokard enfarktüsü, hematolojik hastalıklar ve hipoksiyle birlikte olan dolaşım yetersizliği gibi patolojik olgularda LDH düzeyi yükselmektedir (6).

Laktat üretiminin kaynakları arasında; eritrositler, perivenözhepatositler, iskelet kası miyositleri ve cilt yer almaktadır (6). İskemi sonucu oluşan laktat; glikoz kaynaklı olabileceği gibi miyokardiyal glikojen kaynaklı da olabilmektedir (6). Laktasin % 50'si karaciğerde ve % 30'u ise böbreklerde temizlenmektedir (37). Ayrıca laktatı kalp de kullanmaktadır (37). Laktat sodyum bikarbonat ile tamponize olmaktadır (6).

Plazma pH'ının normal sınırlarda olduğu durumlarda laktat güçlü bir iyon olup günlük laktat döngüsü 1300 mmol/gün'e kadar çıkabilmektedir (35). Plazmanın normal laktat konsantrasyonu 0,3 – 1,3 mmol/L'dir (6). Bu değer laktatın üretimi ile metabolizma arasındaki dengeyi göstermektedir (6). Laktat, insanda L-izomeri formunda bulunmaktadır (6). Karaciğer laktatı; monokarboksilat taşıyıcı ve difüzyonla almakta ve glukoneogenezin katılması ile metabolize olarak % 70 oranda temizlenmektedir (6, 35). Periportal hepatositlerde ise laktat; glukoneogenez, az olarak da CO₂ ve suya oksidasyon şeklinde metabolize olmaktadır (6). İskelet ve kalp kası miyositlerinde ve proksimal tübüllerde; laktatı piruvata dönüştürerek uzaklaştırmaktadır (6). Laktatın metabolize olacağı yolların bozulması ya da artan bikarbonatın renal atılımının etkilenmesi durumunda alkaloz ve hipokalemi meydana gelmektedir (35).

Miyokardiyal laktat üretimi, yetersiz oksijen sunumunda görülmektedir (6). Normalde miyokard, aerobik olarak enerji elde etmek amacıyla koroner sistem ile sunulan laktatın % 20 – 60'ını kullanmaktadır (6). Eğer bu oran % 10'un altına düşerse, iskemi varlığından söz edilir (6). Her ne kadar arteriyel laktat seviyesi ile miyokardiyal laktat kullanımı arasında doğrusal bir ilişki olsa da laktat alımı ile arteriyel glikoz seviyesi arasında herhangi bir ilişki bulunmamaktadır (6).

Kardiyopulmoner bypass sırasında ise yetersiz oksijen iletimi, düşük kalp debisi, şiddetli anemi, sistemik inflamatuvar yanıt sendromu, septik şok, böbrek yetmezliği, eksojen katekolaminlerin (epinefrin, salbutamol vb.) kullanımı gibi sebeplerle hiperlaktatemi görülebilmektedir (38).

2.2.2. Hiperlaktatemi Nedenleri

2.2.2.1. Laktat Üretiminde Artış

Temel olarak Tip A ve Tip B olmak üzere iki ti hiperlaktatemi bulunmaktadır (37). Tip A hiperlaktatemi; doku hipoksisine bağlı olarak laktatın üretimi, tüketiminden daha fazladır (37). Tip B hiperlaktatemi ise; doku hipoksisinin hiçbir etkisi bulunmamakla birlikte nedenine göre üç tipi vardır (37). Eğer hiperlaktatemi altta yatan bir hastalığa bağlı ise Tip B₁, ilaç veya toksine bağlı ise Tip B₂ ve konjenital metabolik bozukluğa bağlı ise Tip B₃ hiperlaktatemi adını almaktadır (37).

2.2.2.2. Artmış Glikoliz

Piruvatın laktata dönüşümünde ortaya çıkan NAD⁺ ile glikoliz artmaktadır (37). ATP'nin tüketimini arttıran hipoksemi, anemi, hipoperfüzyon, ağır egzersiz ve CO₂intoksikasyonu gibi durumlar AMP miktarını artırarak fosfofruktokinaz'ı uyarmaktadır (37). Buna ek olarak; eksojen ve endojen katekolaminler de glikolizi uyarmaktadır (37). Ağır egzersiz sonucu tip II miyositler yüksek laktat üretmekte ve bu meydana gelen laktat miktarı miyokardiyal enerji gereksiniminin bir kısmını karşılayabilmektedir (37).

2.2.2.3. Metabolizma Bozuklukları

Konjenital metabolik bozukluklar, tiamin eksikliği veya endotoksin olguları ile birlikte piruvat dehidrogenaz aktivitesi de bozulmaktadır (37). Kritik hastalık ya da malignitede meydana gelen protein katabolizmasının ürettiği alanin piruvata dönüşmektedir (37). Ayrıca krebssiklusunda veya elektron transport zincirinde herhangi bir defektin bulunması piruvat miktarının artmasına neden olmaktadır (37).

2.2.2.4. Hepatik Laktat Klerensinin Azalması

Karaciğer, kalp debisinin % 25'ini almakta; portal venhepatik kanın % 75'ini ve oksijenin % 50 – 60'ını sağlamaktadır (37). Hepatik kan akımında ya da oksijenlenmesinde değişme ve intrinsek karaciğer hastalığı karaciğerin metabolize etme kapasitesini bozmaktadır (37). Karaciğerin kan akımı normal değer % 25 altına düşmesi, laktat klerensinin artmasına neden olmaktadır (37). Ağır şok durumunda; laktat alımı monokarboksilat tarafından satüre hale gelmekte, intrasellüler alanda asidoz gelişiminde glukoneogenezinhibasyonu gerçekleşmekte ve karaciğer kan akımının azalması ile az laktat taşınmaktadır (37). Hepatik enerji üretimi anaerobik şartlarda glikoliz ile gerçekleşmektedir (37).

2.2.2.5. Oral Hipoglisemik İlaçlar

Glukoneogenez tarafından laktatı piruvata dönüştürmek için gerekli olan NAD^+ sağlanmaktadır (35). Tip I diyabetes mellitus glukoneogenezini bozarken; oral hipoglisemik ilaçlar hepatik ve renal glukoneogenezin inhibasyonundan sorumludur (35).

2.2.2.6. Hartmann Solüsyonu

Hartmann solüsyonunun güçlü iyon farkı (SID) 28 mEq/L olup izotonik solüsyona göre normal değer olan 40 – 42 mEq/L'te daha yakındır (35). Hartmann solüsyonu, laktatın karaciğer tarafından metabolize edilene kadar geçici olarak asidoza neden olmaktadır (35).

2.2.2.7. Sepsis

Sepsis olan hastalarda glikoz ve pirüvat düzeylerinde artma gözlenmektedir (37). Ancak dichloroacetae ile PDH (pirüvat dehidrojenaz enzim kompleksi) uyarıldığında oksijen tüketimi artarken glikoz ve pirüvat üretimi azalmaktadır (37). Sepsiste meydana gelen hiperlaktatemi; doku hipoksisine ya da PDH inhibasyonuna bağlı olmamaktan ziyade aerobik metabolizmanın artması sonucu olarak gelişmektedir (37).

2.2.2.8. Ekstrahepatik Metabolizmanın Azalması

Oksijen sunumunda azalma ya da oksidatif yollarda intrinsek bir sorun olması durumunda mitokondriden zengin olan iskelet ve kalp kaslarında laktatın metabolize edilmesi azalmaktadır (37). Bu durumda da mitokondriden zengin bu dokular laktat tüketen organlardan ziyade üreten organlar haline gelmektedir (37).

2.3. **Perfüzyon Skoru (PerfSCORE)**

Kalp cerrahisi miyokard koruma tekniklerinin ve yeni cerrahi tekniklerin gelişimi ile daha başarılı ve güvenilir hale gelmiş, operasyon sonrası komplikasyonların gelişmesi ile

ekstübasyon, yoğunbakım ve hastanede kalış süresi uzayıp hastaların morbidite ve mortalite riskleri nin artması en aza indirgenmeye çalışılmıştır (39). Kardiyak cerrahi geçirecek hastaların postoperatif mortalite risklerini önceden değerlendirmek ve hastanede yatış süresi ile maliyeti öngörmek için risk skollama sistemleri geliştirilmiştir (39). Akut koroner sendrom ve koroner revaskülarizasyon sonrası uygulanan kardiyak rehabilitasyon programında hem hastanın klinik koşullarını gözeten hem de takip süresince hastanın sonuçlarını öngören bir puanlama sistemi olan “PerfSCORE” skollama sistemi kullanılmaktadır (40).

Cerrahi işlemlerin etkinliği genellikle objektif ve kolay ölçülebilir ölçütler aracılığıyla; sağ kalım oranları, ortaya çıkan komplikasyonlar ve hastaların tekrardan aynı şikayetlerle başvurması ile değerlendirilir (8). Kardiyopulmoner bypass işleminde de mortalite ile mortalite riskini ölçmek ve hangi parametrelerin organların perfüzyonuyla daha iyi ilişkilendirilebileceğini belirlemek için çok sayıda araştırma yapılmıştır (41). Geçmişten günümüze kadar EuroSCORE (kalp cerrahisi hastalarında erken mortalitenin tahmini), Charlson skollaması (komorbidite indeksi ile birlikte bir risk yaklaşımı), SCOUT skollaması (hasta sonucunu değerlendirme sistemi) ve APACHE skor sistemi postoperatif dönemde yoğunbakımdaki risk faktörlerini belirleme yaklaşımı) olarak kullanılmışlardır (8, 9).

Kardiyopulmoner bypass sırasında sağlanan perfüzyon işleminin ve perfüzyonistin ameliyat öncesi belirlenmiş parametreleri korumasındaki başarısının ölçülmesinde de 10 parametreden oluşan (sıvı balansı, pH, PCO₂, PO₂, BE, hematokrit, potasyum, aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı, total kpb süresi, ünite olarak eritrosit süspansiyonu) Jegger ve arkadaşları tarafından 2007 yılında geliştirilen PerfSCORE sistemi kullanılmaktadır (6, 8, 9). Bu skollama sistemi perfüzyonistin, hasta güvenliğini iyileştirmek ve kardiyak rehabilitasyonun sağlanmasında sorun oluşturacak alanları belirlemesine olanak tanır (8).

3. GEREÇ VE YÖNTEMLER

Araştırma kardiyopulmoner bypass uygulaması sırasında laktat düzeyi ve ortalama kan basıncının perfüzyon skoru parametresi olarak kullanılabilirliğinin değerlendirilmesi amacıyla tasarlanmış tanımlayıcı – kesitsel bir çalışmadır.

Araştırma 01.01.2016 – 01.03.2020 tarihleri arasında Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı'nda elektif şartlarda kapak hastalığı nedeniyle kardiyopulmoner bypass altında, açık kalp cerrahisi yapılan hastalar ile yapılmıştır. Çalışma, dahil edilme kriterlerine uyan 125 hasta ile yapılmıştır.

Kombine kapak cerrahisinin uygulandığı hastalar da çalışmaya dahil edilmiş olup, 125 hastanın perfüzyonist formları ayrı ayrı incelenerek değerlendirilmek üzere belirlenen 12 parametre analiz edilmiştir. Birden fazla ölçümün olduğu parametrelerde, intraoperatif ortalama değerler belirlenip, verilerin analizi ve değerlendirilmesi ortalama değer üzerinden yapılmıştır.

Hastaların demografik verileri, kronik böbrek yetersizliği varlığı, postoperatif dönemde yoğun bakımda kalış süreleri, eksitus olup olmama durumları ile ilgili veriler hasta dosyalarının taranması ile elde edilmiştir. Araştırmada kullanılacak olan intraoperatif veriler ise arşiv taraması sonucu perfüzyonist formlarından elde edilmiştir.

3.1. Araştırmanın Değişkenleri

- Bağımlı değişkenler: Perfüzyon skoru
- Bağımsız değişkenler: Yapılan kapak ameliyatı tipi, pH, BE (Baz Eksesi), PaCO₂, PaO₂, ACT (Etkinleştirilmiş Pıhtılaşma Zamanı), sıvı balansı, transfüze edilen kan miktarı, hematokrit, potasyum, total kardiyopulmoner bypass süresi, laktat düzeyi ve ameliyat sırasında ortalama kan basıncı.

4. VERİLERİN ANALİZİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

Araştırma verilerinin istatistiksel analizi için Statistical Package for Social Sciences for Windows Version 18.0 (SPSS 18.0) bilgisayar programı kullanılmıştır.

Verilerin ortalaması, standart sapması, en küçük değerleri, en büyük değerleri ve yüzdeleri tanımlayıcı analizler ile elde edilmiştir. Sürekli değişkenlerin normal dağılıma uyup uymadığı Kolmogorov – Smirnov ve Shapiro – Wilk testi ile analiz edilmiştir. Kategorik verilerin karşılaştırılmasında ki – kare testi kullanılmıştır. Perfüzyon skorlamasına dahil edilecek olan laktat ve ortalama kan basıncı parametrelerinin duyarlılık ve özgüllüğünün saptanması amacıyla roc analizleri yapılmıştır.



5. BULGULAR

Araştırmada yer alan hastaların yaş ortalaması $52,26 \pm 16,060$ olarak bulunmuş olup; % 40' ını (50 hasta) erkek ve % 60' ını (75 hasta) kadın hastalar oluşturmaktadır.

Tablo 5.1. Hastaların sosyodemografik özellikleri (n=125)

	X ± SS	Min	Max
Yaş	52,26 ± 16,060	18	89
Cinsiyet	n		%
Erkek	50		40
Kadın	75		60
Total	125		100

Araştırmada yer alan hastaların % 4'ünde kronik böbrek yetersizliği bulunmaktadır.

Tablo 5.2. Hastaların kronik böbrek yetersizliği varlıklarının dağılımı (n=125)

Kronik Böbrek Yetersizliği	n	%
Var	5	4
Yok	120	96
Total	125	100

Açık kalp ameliyatı olmuş 125 hastanın % 14,4'ü (18 hasta) exitus olurken % 85,6'sının (107 hasta) sağ olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5.3.Hastaların açık kalp ameliyatı sonrasında exitus durumlarının dağılımı (n=125)

Exitus	n	%
Evet	18	14,4
Hayır	107	85,6
Total	125	100

Araştırmadaki hastaların % 12'si (15 hasta) açık kalp ameliyatı sonrasında ventilatörden geç ayrılmıştır.

Tablo 5.4. Hastaların açık kalp ameliyatı sonrasında ventilatörden ayrılma durumlarının dağılımı (n=125)

Ventilatörden Ayrılma Durumu	n	%
Ayrıldı	110	88
Geç ayrıldı	15	12
Total	125	100

Araştırmadaki hastaların % 20'si (25 hasta) sadece AVR, % 2,4'ü (3 hasta) sadece TVR ve % 40,8'i (51 hasta) ise sadece MVR ameliyatı olmuştur. Ayrıca hastaların % 0,8'i (1 hasta) hem AVR hem de TVR ameliyatı, % 0,8'i (1 hasta) hem TVR hem de MVR ameliyatı ve % 22,4'ü (28 hasta) ise hem AVR hem de MVR ameliyatı geçirmiştir. Araştırmada yer alan hastaların % 0,8'inin (1 hasta) sadece triküspit onarımı gerçekleşmiş, % 0,8'inde (1 hasta) ise sadece triküspit kapak değiştirilmiştir. Buna ek olarak hastaların % 1,6'nın (2 hasta) mitral kapak tamiri yapılmıştır. MVR ve triküspit onarımı gerçekleşmiş hasta grubu araştırmada yer alan hastaların % 8,8'ini (11 hasta), AVR ve triküspit onarımı gerçekleşmiş hasta grubu ise % 0,8'ini (1 hasta) oluşturmaktadır.

Tablo 5.5. Hastaların olduğu açık kalp ameliyatı tiplerinin dağılımı (n=125)

Ameliyat Tipi	N	%
AVR	25	20
TVR	3	2,4
MVR	51	40,8
AVR + TVR	1	0,8
AVR + MVR	28	22,4
TVR + MVR	1	0,8
Triküspit Onarımı	1	0,8
Triküspit Değişimi	1	0,8
Mitral Tamir	2	1,6
MVR + Triküspit Onarımı	11	8,8
AVR + Triküspit Onarımı	1	0,8
Toplam	125	100

Araştırmaya dahil edilen hastaların açık kalp ameliyatı geçirdikten sonra ventilatörden ayrılma durumları ile exitus olup olmadıkları karşılaştırılmış ve elde edilen sonuçlar tablo 4.6'da verilmiştir. Hasta dosyalarından elde edilen bilgilere göre ventilatörden ayrılan hastaların geç ayrıldıkları görülmüştür. Araştırmada yer alan hastaların % 88'i (110 hasta) açık kalp ameliyatı sonrasında ventilatörde ayrılmış ve ventilatörde ayrılmış hastaların ise % 6,4'ünde (7 hasta) exitus görülürken geriye kalan % 93,6'sı (103 hasta) sağ olduğu tespit edilmiştir. Diğer bir yandan ise araştırmadaki hastaların % 12'si (15 hasta) açık kalp ameliyatı sonrası ventilatörden geç ayrılmış ve % 8,8'i (11 hasta) ventilatörden ayrılamadan exitus olarak kabul edilmiştir ($X^2 = 48,028$; $p < 0,05$).

Tablo 5.6. Hastaların ameliyat sonrasında ventilatörden ayrılma durumlarına göre exitus olma durumlarının karşılaştırılması (n=125)

Ameliyat Sonrası Ventilatörden Ayrılma Durumu	Exitus								X ²	p
	Var				Yok					
	n	% Ventilatör	% Exitus	% Total	n	% Ventilatör	% Exitus	% Total		
Ayrıldı	7	6,4	38,9	5,6	103	93,6	96,3	82,4	48,028	0,000
Geç ayrıldı	11	73,3	61,1	8,8	4	26,7	3,7	3,2		
Toplam	18	14,4	100	14,4	107	85,6	100	85,6		

Araştırmada yer alan hastaların cinsiyetlerine göre açık kalp ameliyatı sırasında bulundukları perfüzyon skorları incelenmiş olup sonuçlar tablo 4.7'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre erkek hasta grubunun % 74'ü (37 hasta) düşük perfüzyon skoruna (0 – 6) % 26'sı (13 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna (7 – 11) sahiptir. Kadın hasta grubunun ise % 76'sı (57 hasta) düşük perfüzyon skoruna (0 – 6), % 24'ü (18 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna (7 – 11) sahip olduğu tespit edilmiştir ($X^2 = 0,064$; $p > 0,05$).

Tablo 5.7. Hastaların cinsiyetleri arasındaki perfüzyon skoru düzeylerinin karşılaştırılması (n=125)

Cinsiyet	PerfScore Puan Düzeyleri								X ²	p
	PerfScore Düşük 1. Grup (0 – 6)				PerfScore Orta 2. Grup (7 – 11)					
	n	%Cinsiyet	%PerfScore	%Total	n	%Cinsiyet	%PerfScore	%Total		
Erkek	37	74	39,4	29,6	13	26	41,9	10,4	0,064	0,800
Kadın	57	76	60,6	45,6	18	24	58,1	14,4		
Toplam	94	75,2	100	75,2	31	24,8	100	24,8		

Araştırmada yer alan hastaların kronik böbrek yetersizliği varlığına göre açık kalp ameliyatı sırasında bulundukları perfüzyon skoru incelenmiş olup sonuçlar tablo 4.8'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kronik böbrek yetersizliği bulunan hasta grubunun tümünün düşük perfüzyon skoruna sahip olduğu görülmektedir. Kronik böbrek yetersizliği olmayan hasta grubunun ise % 74,2'sinin (89 hasta) düşük perfüzyon skoruna (0 – 6), %

25,8'nin (31 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna (7 – 11) sahip olduğu tespit edilmiştir ($X^2 = 1,718$; $p>0,05$).

Tablo 5.8. Hastaların kronik böbrek yetersizliği varlıklarına göre perfüzyon skoru düzeylerinin karşılaştırılması (n=125)

Kronik Böbrek Yetersizliği	PerfScore Puan Düzeyleri								X ²	p
	PerfScore Düşük 1. Grup (0 – 6)				PerfScore Orta 2. Grup (7 – 11)					
	n	%KBY	%PerfScore	%Total	n	%KBY	%PerfScore	%Total		
Var	5	100	5,3	4	0	0	0	0	1,718	0,190
Yok	89	74,2	94,7	71,2	31	25,8	100	24,8		
Toplam	94	75,2	100	75,2	31	24,8	100	24,8		

Araştırmadaki hastaların ameliyat sırasında perfüzyon skorlarına göre exitus durumları incelenmiş olup elde edilen sonuçlar tablo 4.9'da verilmiştir. Bu sonuçlara göre açık kalp ameliyatı sırasında perfüzyon skoru düşük olduğu tespit edilen hastaların % 88,3'ünün (83 hasta) sağ kaldığı, % 11,7'sinin (11 hasta) ise exitus olduğu bulunmuştur. Perfüzyon skoru orta düzeyde olan hastaların ise % 77,4'ü (24 hasta) sağ kalmış % 22,6'sı (7 hasta) ise exitus olmuştur ($X = 2,238$; $p>0,05$).

Tablo 5.9. Hastaların açık kalp ameliyatı sırasındaki perfüzyon skor düzeylerine göre exitus olma durumları (n=125)

Exitus	PerfScore Puan Düzeyleri								X ²	p
	PerfScore Düşük 1. Grup (0 – 6)				PerfScore Orta 2. Grup (7 – 11)					
	n	%Exitus	%PerfScore	%Total	n	%Exitus	%PerfScore	%Total		
Exitus Oldu	11	11,7	61,1	8,8	7	22,6	38,9	5,6	2,238	0,135
Exitus Olmadı	83	77,6	88,3	66,4	24	22,4	77,4	19,2		
Toplam	94	75,2	100	75,2	31	24,8	100	24,8		

Hastaların açık kalp ameliyatı sırasındaki perfüzyon skorlarına göre ventilatörden ayrılma durumlarına bakılmış olup sonuçlar tablo 9'da verilmiştir. Elde edilen bu sonuçlara göre perfüzyon skoru düşük olan hastaların % 94'ü (88 hasta) ventilatörden ayrılırken; % 6,4'ü (6 hasta) ventilatörden ayrılmamıştır. perfüzyon skoru orta düzeyde olan hastaların ise % 71'i

(22 hasta) ventilatörden ayrılmış; ancak % 29'u (9 hasta) ventilatörden ayrılamamıştır ($X = 11,325$; $p < 0,05$).

Tablo 5.10. Hastaların açık kalp ameliyatı sırasındaki perfüzyon skor düzeylerine göre ventilatörden ayrılabilme durumları (n=125)

Ameliyat Sonrası Ventilatörden Ayrılma Durumu	PerfScore Puan Düzeyleri								X ²	p
	PerfScore Düşük 1. Grup (0 – 6)				PerfScore Orta 2. Grup (7 – 11)					
	n	% Ventilatör	% PerfScore	% Total	n	% Ventilatör	% PerfScore	% Total		
Ayrıldı	88	80	94	70,4	22	20	71	17,6	11,325	0,001
Ayrılamadı	6	40	6,4	4,8	9	60	29	7,2		
Toplam	94	75	100	75,2	31	25	100	24,8		

Araştırmada yer alan hastaların yapılan ameliyat tipine göre perfüzyon skorları karşılaştırılmış olup bulunan sonuçlar tablo 4.11’de yer almaktadır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda; sadece AVR ameliyatı olan hastaların % 88’i (22 hasta), sadece TVR ameliyatı olan hastaların % 66,7’si (2 hasta), sadece MVR ameliyatı olan hastaların % 66,7’si (2 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. Hastaların hem AVR hem de TVR ameliyatı olanlarının tamamı hem TVR hem de MVR ameliyatı olanlarının tamamı ve AVR ve MVR ameliyatı olanlarının ise % 75’i (21 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahip olduğu görülmüştür. Araştırmada yer alan hastaların triküspit onarımı ve değişimi gerçekleştirilenlerinin tamamı ve mitral tamiri yapılanlarının ise % 50’si (1 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. MVR ameliyatı yanında triküspit onarımı yapılan hastaların % 81,8’i (9 hasta) ve AVR ameliyatı yanında triküspit onarımı yapılan hastaların ise tamamı da perfüzyon skoru düşük olan grupta yer almaktadır ($X^2 = 6,894$; $p > 0,05$).

Tablo 5.11. Hastaların oldukları açık kalp ameliyatı tipine göre perfüzyon skorlarının karşılaştırılması (n=125)

Ameliyat Tipi	PerfScore Puan Düzeyleri								X ²	p
	PerfScore Düşük 1. Grup (0 – 6)				PerfScore Orta 2. Grup (7 – 11)					
	n	%Ameliyat Tipi	%PerfScore	%Total	n	%Ameliyat Tipi	%PerfScore	%Total		
AVR	22	88	23,4	17,6	3	12	9,7	2,4	6,894	0,735
TVR	2	66,7	2,1	1,6	1	33,3	3,2	0,8		
MVR	34	66,7	36,2	27,2	17	33,3	54,8	13,6		
AVR + TVR	1	100	1,1	0,8	0	0	0	0		
AVR + MVR	21	75	22,3	16,8	7	25	22,6	5,6		
TVR + MVR	1	100	1,1	0,8	0	0	0	0		
Triküspit Onarımı	1	100	1,1	0,8	0	0	0	0		
Triküspit Değişimi	1	100	1,1	0,8	0	0	0	0		
Mitral Tamir	1	50	1,1	0,8	1	50	3,2	0,8		
MVR + Triküspit Onarımı	9	81,8	9,6	7,2	2	18,2	6,5	1,6		
AVR + Triküspit Onarımı	1	100	1,1	0,8	0	0	0	0		
Toplam	94	75,2	100	75,2	31	24,8	100	24,8		

Araştırmada yer alan hastaların perfüzyon skoru parametrelerinde aldığı değerler ile perfüzyon skor düzeyleri arasındaki karşılaştırılmış olup elde edilen sonuçlar tablo 11'de verilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre pH değerinin normal düzeylerden uzaklaştıkça perfüzyon skoru düzeyi düşük olan hasta oranı düşerken, perfüzyon skoru orta düzey olan hasta oranı yükselmektedir. Çalışmada pH değeri 7,35 - 7,45 arasında olan hastaların % 88,1'i (74 hasta), pH değeri 7,30 - 7,34 arasında ve 7,46 - 7,50 arasında olan hastaların % 50'si (13 hasta) ve pH değeri 7,30'un altında ve 7,50'nin üstünde olan hastaların ise % 46,7'si (7 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. Bunun yanında pH değeri 7,35 - 7,45 arasında olan hastaların % 11,9'unun (10 hasta), pH değeri 7,30 - 7,34 arasında ve 7,46 - 7,50 arasında olan hastaların % 50'sinin (13 hasta) ve pH değeri 7,30'un altında ve 7,50'nin üstünde olan hastaların ise % 53,33'ünün (8 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip olduğu tespit edilmiştir ($X^2 = 22,891$; $p < 0,05$).

Hastaların baz açıları göz önüne alındığında; açık kalp ameliyatı sırasında baz açığı - 2 üzerinde olan hastaların % 75'i (54 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahipken % 25'i (18 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna; baz açığı -2 ile -4 arasında olan hastaların % 74,4'ü

(32 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahipken % 25,58'i (11 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna ve baz açığı -4'ün altında olan hastaların ise % 80'i (8 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahipken % 20'si (2 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip olduğu görülmektedir ($X^2 = 0,139$; $p>0,05$).

Hastaların açık kalp ameliyatı sırasında kan gazları incelenmiş olup elde edilen veriler sonucunda PaCO₂'si 30 - 40 mmHg arasında olan hastaların % 75,4'ünün (89 hasta), 25 - 29 mmHg arasında ve 41 - 45 mmHg arasında olan hastaların % 66,7'sinin (4 hasta), 25 mmHg altında ve 45 mmHg üzerinde olan hastaların ise tamamının düşük perfüzyon skoruna sahip olduğu bulunmuştur. Aynı zamanda açık kalp ameliyatı sırasında PaCO₂'si 30 - 40 mmHg arasında olan hastaların % 24,58', (29 hasta), 25 - 29 mmHg arasında ve 41 - 45 mmHg arasında olan hastaların % 33,3'ü (2 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta grubunu oluşturmaktadır ($X^2 = 0,567$; $p>0,05$). Hastaların kan gazları sonuçlarından elde edilen diğer bir parametre olan PaO₂ değerleri açısından bakıldığında ise; PaO₂ değeri 150 - 250 mmHg arasında olan hastaların % 83'ünün (73 hasta), 100 - 149 mmHg arasında ve 251 - 300 mmHg arasında olan hastaların % 55,6'sının (20 hasta), 100 mmHg altında ve 300 mmHg üzerinde olan hastaların ise tamamının düşük perfüzyon skoruna sahip olduğu görülmüştür. Buna ek olarak PaO₂ değeri 150 - 250 mmHg arasında olan hastaların % 17,05'i (15 hasta), 100 - 149 mmHg arasında ve 251 - 300 mmHg arasında olan hastaların % 44,44'ü (16 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna sahiptir ($X^2 = 10,616$; $p<0,05$).

Hastaların açık kalp ameliyatı esnasında ACT değerlerine bakıldığında; ACT değeri 480 - 700 saniye arasında olan hastaların % 83,6'sının (51 hasta), 400 - 480 saniye arasında olan hastaların % 71,2'sinin (42 hasta) ve 700 - 1000 saniye arasında olan hastaların ise % 20'sinin (1 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahip olduğu görülmektedir. ACT değeri 480 - 700 saniye arasında olan hastaların % 16,39'u (10 hasta), 400 - 480 saniye arasında olan hastaların % 28,81'i (17 hasta) ve 700 - 1000 saniye arasında olan hastaların ise % 80'i (4 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna sahiptir ($X^2 = 10,990$; $p<0,05$).

Tablo 5.12. Hastaların perfüzyon skorum parametrelerine göre perfüzyon skor düzeylerinin karşılaştırılması (n=125)

PerfScore Parametreleri	PerfScore Parametre Kriterleri	Puan	PerfScore Puan Düzeyleri								X ²	p
			PerfScore Düşük 1. Grup (0 – 6)				PerfScore Orta 2. Grup (7 – 11)					
			n	%PerfScore Parametre	%PerfScore Düzeyi	%Total	n	%PerfScore Parametre	%PerfScore Puan Düzeyi	%Total		
pH (IU)	7,35 – 7,45	0	74	88,1	78,7	59,2	10	11,9	32,3	8,0	22,891	0,000
	(7,30 – 7,34) – (7,46 – 7,50)	1	13	50,0	13,8	10,4	13	50	41,9	10,4		
	7,30 altı ve 7,50 üstü	2	7	46,7	7,4	5,6	8	53,33	25,8	6,4		
BE (IU)	-2 üzeri	0	54	75,0	57,4	43,2	18	25	58,1	14,4	0,139	0,933
	-2 ile -4 arası	1	32	74,4	34,0	25,6	11	25,58	35,5	8,8		
	-4 altı	2	8	80,0	8,5	6,4	2	20	6,5	1,6		
PaCO2 (mmHg)	30 – 40	0	89	75,4	94,7	71,2	29	24,58	93,5	23,2	0,567	0,753
	(25 – 29) – (41 – 45)	1	4	66,7	4,3	3,2	2	33,33	6,5	1,6		
	25 altı ve 45 üzeri	2	1	100,0	1,1	0,8	0	0	0,0	0,0		
PaO2 (mmHg)	150 – 250	0	73	83,0	77,7	58,4	15	17,05	48,4	12,0	10,616	0,005
	(100 – 149) – (251 – 300)	1	20	55,6	21,3	16,0	16	44,44	51,6	12,8		
	100 altı ve 300 üzeri	2	1	100,0	1,1	0,8	0	0	0,0	0,0		
ACT (s)	480 – 700	0	51	83,6	54,3	40,8	10	16,39	32,3	8,0	10,990	0,004
	400 – 480	1	42	71,2	44,7	33,6	17	28,81	54,8	13,6		
	700 – 1000	2	1	20,0	1,1	0,8	4	80	12,9	3,2		
K ⁺ (mmol)	4,0 – 5,0	0	72	82,8	76,6	57,6	15	17,24	48,4	12,0	11,097	0,004
	(3,5 – 3,9) – (5,1 – 5,5)	1	18	64,3	19,1	14,4	10	35,71	32,3	8,0		
	3,5 altı ve 5,5 üzeri	2	4	40,0	4,3	3,2	6	60	19,4	4,8		
Hct (%)	22 – 28	0	60	84,5	63,8	48,0	11	15,49	35,5	8,8	8,138	0,017
	(19 – 21) – (29 – 31)	1	25	65,8	26,6	20,0	13	34,21	41,9	10,4		
	19 altı ve 31 üzeri	2	9	56,3	9,6	7,2	7	43,75	22,6	5,6		
Sıvı Balans (ml)	4000 altı	0	74	70,5	100,0	59,2	31	29,52	100,0	24,8	-	-
	4000 – 5000 arası	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
	5000 üzeri	2	-	-	-	-	-	-	-	-		
Kan Transfüzyonu (Ünite)	0	0	73	81,1	77,7	58,4	17	18,89	54,8	13,6	4,022	0,014
	1 – 2	1	21	60,0	22,3	16,8	14	40	45,2	11,2		
	3 ve üzeri	2	-	-	-	-	-	-	-	-		
TCPB (dk)	100 altı	0	22	84,6	23,4	17,6	4	15,38	12,9	3,2	3,922	0,141
	100 – 150 arası	1	44	78,6	46,8	35,2	12	21,43	38,7	9,6		
	150 üzeri	2	28	65,1	29,8	22,4	15	34,88	48,4	12,0		
Laktat (mmol/L)	0 – 2	0	72	82,8	76,6	57,6	15	17,24	48,4	12,0	16,784	0,000
	3	1	17	73,9	18,1	13,6	6	26,09	19,4	4,8		
	3 üzeri	2	5	33,3	5,3	4,0	10	66,67	32,3	8,0		
Ortalama Kan Basıncı (mmHg)	55 – 65	0	50	86,2	53,2	40,0	8	13,79	25,8	6,4	7,136	0,028
	(50 – 55) – (65 – 70)	1	33	64,7	35,1	26,4	18	35,29	58,1	14,4		
	50 altı ve 70 üzeri	2	11	68,8	11,7	8,8	5	31,25	16,1	4,0		
Total			94	75,2	100,0	75,2	31	24,8	100,0	24,8		

Hastaların potasyum değerleri incelenmiş ve potasyum değeri normal değerlerden (4,0 - 5,0 mmol) uzaklaştıkça perfüzyon skoru düşük olan hasta oranı düşerken, perfüzyon skoru orta düzey olan hasta oranının yükseldiği tespit edilmiştir. Hastaların potasyum değerleri 4,0 - 5,0 mmol arasında olanlarının % 82,8'inin (72 hasta), 3,5 - 3,9 mmol arasında ve 5,1 - 5,5 mmol arasında olanlarının % 64,3'ünün (18 hasta), 3,5 mmol altında ve 5,5 mmol üzerinde olanlarının ise % 40'ının (4 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahip olduğu görülmektedir. Düşük perfüzyon skoruna sahip hasta oranlarının tam tersi olarak; potasyum değerleri 4,0 - 5,0 mmol arasında olanlarının % 17,24'ü (15 hasta), 3,5 - 3,9 mmol arasında ve 5,1 - 5,5 mmol arasında olanlarının % 35,71'i (10 hasta), 3,5 mmol altında ve 5,5 mmol üzerinde olanlarının ise % 60'ı (6 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahiptir ($X^2 = 11,097$; $p < 0,05$).

Hastaların hematokrit değerleri göz önüne alındığında ise hematokrit değeri optimal değerden uzaklaştıkça (% 22 - 28) aynı doğrultuda düşük perfüzyon skoruna sahip hasta oranı düşerken, orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta oranı yükselmektedir. Hematokrit değeri % 22 - 28 arasında olan hastaların % 84,5'i (60 hasta), % 19 - 21 arasında ve % 29 - 31 arasında olan hastaların % 65,8'i (25 hasta), % 19 altında ve % 31 üzerinde olan hastaların ise % 56,3'ü (9 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahip hastaları oluşturmaktadır. Hastaların hematokrit değeri % 22 - 28 arasında olan hastaların % 15,49'u (11 hasta), % 19 - 21 arasında ve % 29 - 31 arasında olan hastaların % 34,21'i (13 hasta), % 19 altında ve % 31 üzerinde olan hastaların ise % 43,75'i (7 hasta) ise orta düzey perfüzyon skoruna sahiptir ($X^2 = 8,138$; $p < 0,05$).

Araştırmada yer alan hastaların açık kalp ameliyatı sırasında sıvı balanslarına bakıldığında tüm hastaların 4000 ml altında bir sıvı balansına sahip olduğu görülmektedir. Bu hastaların % 70,5'i (74 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahipken % 29,52'si (31 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahiptir.

Araştırmadaki hastaların açık kalp ameliyatları sırasında yapıla kan transfüzyonlarına bakıldığında en fazla 2 ünite kan kullanıldığı görülmekte olup 3 ünite ve üzerinde kan transfüzyonuna ihtiyaç görülmediği saptanmıştır. Hiç kan transfüzyonu yapılmayan hastaların % 81,1'i (73 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahipken % 18,89'u (17 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahiptir. 1- 2 ünite kan transfüzyonu yapılan hastaların ise % 60'ı (21 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahip hasta grubunu oluştururken % 40'ı (14 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta grubunu oluşturmaktadır ($X^2 = 4,022$; $p < 0,05$).

Hastaların açık kalp ameliyatları sırasında yapılan kardiyopulmoner bypass işleminin toplam süreleri yükseldikçe düşük perfüzyon skoruna sahip hasta oranı düşerken orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta oranı yükselmektedir. Total kardiyopulmoner bypass süresi 100 dakika altında olan hastaların % 84,6'sı (22 hasta), 100 – 150 dakika arasında olan hastaların % 78,6'sı (44 hasta) ve 150 dakika üzerinde olan hastaların % 65,1'i (28 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. Orta düzey perfüzyon skoruna sahip hastalara bakıldığında ise; total kardiyopulmoner bypass süresi 100 dakika altında olan hastaların % 15,38'inin (4 hasta), 100 – 150 dakika arasında olan hastaların % 21,43'ünün (12 hasta) ve 150 dakika üzerinde olan hastaların % 34,88'inin (15 hasta) bu grupta olduğu görülmektedir ($X^2 = 3,922$; $p > 0,05$).

Hastaların açık kalp ameliyatı sırasında laktat düzeylerine bakıldığında laktat düzeyi yükseldikçe düşük perfüzyon skoruna sahip hasta oranı düşerken orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta oranının yükseldiği tespit edilmiştir. Laktat düzeyi 0 - 2 mmol/L olan hastaların % 82,8'i (72 hasta), 3 mmol/L olan hastaların % 73,9'u (17 hasta) ve 3 mmol/L üzerinde olan hastaların ise % 33,3'ü (5 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. Buna ters orantılı bir şekilde laktat düzeyi 0 - 2 mmol/L olan hastaların % 17,24'ü (15 hasta), 3 mmol/L olan hastaların % 26,09 (6 hasta) ve 3 mmol/L üzerinde olan hastaların ise % 66,67'si (10 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta grubunu oluşturmaktadır ($X^2 = 16,784$; $p < 0,05$).

Açık kalp ameliyatı sırasında hastaların ortalama kan basınçları ölçülmüş olup elde edilen sonuçlara göre ortalama kan basıncı 55 - 65 mmHg arasında olan hastaların % 86,2'sinin (50 hasta), 50 - 55 mmHg arasında ve 65 - 70 mmHg arasında olan hastaların % 64,7'sinin (33 hasta), 50 mmHg altında ve 70 mmHg üzerinde olan hastaların ise % 68,8'inin (11 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. Orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta gruplarına bakıldığında ise ortalama kan basıncı 55 - 65 mmHg arasında olan hastaların % 13,79'u (8 hasta), 50 - 55 mmHg arasında ve 65 - 70 mmHg arasında olan hastaların % 35,29'u (18 hasta), 50 mmHg altında ve 70 mmHg üzerinde olan hastaların ise % 31,25'i (5 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip grupta bulunmaktadır ($X^2 = 7,136$; $p < 0,05$).

Araştırmada yer alan hastaların açık kalp ameliyatı sırasında pH değerlerine göre exitus olma durumları karşılaştırılmış ve elde edilen veriler sonucuna göre; pH normal değerlerden uzaklaştıkça exitus olan hasta oranı artarken; sağ kalan hasta oranı yükselmiştir. Açık kalp ameliyatı sırasında pH değeri 7,35 - 7,45 arasında olan hastaların %11,9'u (10 hasta), 7,30 - 7,34 ya da 7,46 - 7,50 arasında olan hastaların % 15,4'ü (4 hasta), 7,30

altında ya da 7,50 üstünde olan hastaların ise % 26,7'si (4 hasta) exitus olmuştur ($X^2 = 2,276$; $p>0,05$).

Ameliyat sırasında baz eksesi -2'nin üzerinde olan hastaların % 12,5'i (9 hasta), -2 ile -4 arasında olan hastaların % 18,6'sı (8 hasta) ve -4'ün altında olan hastaların ise % 10'u (1 hasta) exitus olmuştur. Baz eksesi hasta mortalite değerlendirmesi için anlamlı sonuçlar elde edilememiştir ($X^2 = 0,985$; $p>0,05$).

Ameliyat sırasında elde edilen kan gazı sonuçlarına ile elde edilmiş olan PaCO_2 ve PaO_2 sonuçları incelenmiş ve bu sonuçlara göre PaCO_2 normal değerlerden uzaklaştıkça exitus olan hasta oranı artmıştır. PaCO_2 değeri 30 - 40 mmHg arasında olan hastaların % 12,7'si (15 hasta), 25 - 29 mmHg veya 41 - 45 mmHg arasında olan hastaların ise % 50'si (3 hasta) exitus olmuştur. Sonuç olarak PaCO_2 değeri, mortalite için iyi bir belirleyicidir ($X^2 = 6,610$; $p<0,05$).

Araştırmadaki hastaların ameliyat sırasında elde edilmiş PaO_2 değerleri 150 - 250 mmHg arasında olanlarının % 11,4'ü (10 hasta), 100 - 149 mmHg ya da 251 - 300 mmHg arasında olanlarının % 22,2'si (8 hasta) exitus olmuştur. PaO_2 düzeyinin yükselmesi ile mortalite oranının düşmesi beklenirken, elde edilen sonuçlara göre yükselmiştir. Bu nedenle PaO_2 değeri mortalite için iyi bir belirleyici olmamıştır ($X^2 = 2,613$; $p>0,05$).

Tablo 5.13. Hastaların perfüzyon skorumla parametrelerine göre exitus olup olmama durumlarının karşılaştırılması (n=125)

PerfScore Parametreleri	PerfScore Parametre Kriterleri	Puan	Exitus								X ²	p
			Var				Yok					
			n	%PerfScore Parametre	%Exitus	%Total	n	%PerfScore Parametre	%Exitus	%Total		
pH (IU)	7,35 – 7,45	0	10	11,9	55,6	8,0	74	88,1	69,2	59,2	2,276	0,320
	(7,30 – 7,34) – (7,46 – 7,50)	1	4	15,4	22,2	3,2	22	84,6	20,6	17,6		
	7,30 altı ve 7,50 üstü	2	4	26,7	22,2	3,2	11	73,3	10,3	8,8		
BE (IU)	-2 üzeri	0	9	12,5	50,0	7,2	63	87,5	58,9	50,4	0,985	0,611
	-2 ile -4 arası	1	8	18,6	44,4	6,4	35	81,4	32,7	28,0		
	-4 altı	2	1	10,0	5,6	0,8	9	90	8,4	7,2		
PaCO2 (mmHg)	30 – 40	0	15	12,7	83,3	12,0	103	87,3	96,3	82,4	6,610	0,037
	(25 – 29) – (41 – 45)	1	3	50,0	16,7	2,4	3	50	2,8	2,4		
	25 altı ve 45 üzeri	2	0	0,0	0,0	0,0	1	100	0,9	0,8		
PaO2 (mmHg)	150 – 250	0	10	11,4	55,6	8,0	78	88,6	72,9	62,4	2,613	0,271
	(100 – 149) – (251 – 300)	1	8	22,2	44,4	6,4	28	77,8	26,2	22,4		
	100 altı ve 300 üzeri	2	0	0,0	0,0	0,0	1	100	0,9	0,8		
ACT (s)	480 – 700	0	9	14,8	50,0	7,2	52	85,2	48,6	41,6	0,167	0,920
	400 – 480	1	8	13,6	44,4	6,8	51	86,4	47,7	40,8		
	700 – 1000	2	1	20,0	5,6	0,8	4	80	3,7	3,2		
K+ (mmol)	4,0 – 5,0	0	13	14,9	72,2	10,4	74	85,1	69,2	59,2	0,178	0,915
	(3,5 – 3,9) – (5,1 – 5,5)	1	4	14,3	22,2	3,2	24	85,7	22,4	19,2		
	3,5 altı ve 5,5 üzeri	2	1	10,0	5,6	0,8	9	90	8,4	7,2		
Hct (%)	22 – 28	0	9	12,7	50,0	7,2	62	87,3	57,9	49,6	2,398	0,302
	(19 – 21) – (29 – 31)	1	8	21,1	44,4	6,4	30	78,9	28,0	24,0		
	19 altı ve 31 üzeri	2	1	6,3	5,6	0,8	15	93,8	14,0	12,0		
Sıvı Balans (ml)	4000 altı	0	18	14,4	100,0	14,4	107	85,6	100,0	85,6	-	-
	4000 – 5000 arası	1	-	-	-	-	-	-	-	-		
	5000 üzeri	2	-	-	-	-	-	-	-	-		
Kan Transfüzyonu (Ünite)	0	0	7	7,8	38,9	5,6	83	92,2	77,6	66,4	11,436	0,001
	1 – 2	1	11	31,4	61,1	8,8	24	68,6	22,4	19,2		
	3 ve üzeri	2	-	-	-	-	-	-	-	-		
TCPB (dk)	100 altı	0	3	11,5	16,7	2,4	23	88,5	21,5	18,4	4,269	0,118
	100 – 150 arası	1	5	8,9	27,8	4,0	51	91,1	47,7	40,8		
	150 üzeri	2	10	23,3	55,6	8,0	33	76,7	30,8	26,4		
Laktat (mmol/L)	0 – 2	0	10	11,5	55,6	8,0	77	88,5	72,0	61,6	1,983	0,371
	3	1	5	21,7	27,8	4,0	18	78,3	16,8	14,4		
	3 üzeri	2	3	20,0	16,7	2,4	12	80	11,2	9,6		
Ortalama Kan Basıncı (mmHg)	55 – 65	0	10	17,2	55,6	8,0	48	82,8	44,9	38,4	1,261	0,532
	(50 – 55) – (65 – 70)	1	7	13,7	38,9	5,6	44	86,3	41,1	35,2		
	50 altı ve 70 üzeri	2	1	6,3	5,6	0,8	15	93,8	14,0	12,0		
Total			18	14,4	100,0	14,4	107	85,6	100,0	85,6		

Açık kalp ameliyatı sırasında elde edilen potasyum değerleri 4,0 –5,0 mmol arasında olan hastaların % 14,9'u (13 hasta), 3,5 – 3,9 ya da 5,1 – 5,5 mmol arasında olan hastaların % 14,3'ü (4 hasta) ve 3,5 mmol altında ya da 5,5 mmol üstünde olan hastaların ise % 10'u (1 hasta) exitus olmuştur. Elde edilen bu sonuçlara göre potasyum değeri normalden uzaklaştıkça exitus olan hasta oranı azalmış ve bu nedenle mortalite için iyi bir belirleyici olmamıştır ($X^2= 0,178$; $p>0,05$).

Açık kalp ameliyatı geçirmiş hastaların ameliyat sırasında hematokrit değeri % 22 – 28 olan hastaların % 12,7'si (9 hasta), % 19 - 21 ya da % 29 - 31 arasında olan hastaların % 21,1'i (8 hasta) ve % 19'un altında ya da %31'in üstünde olan hastaların ise % 6,3'ü (1 hasta) exitus olmuştur ($X^2= 2,398$; $p>0,05$).

Hastaların ameliyat sırasında sıvı balansları değerlendirilmiş ve araştırmada yer alan hastaların tamamının sıvı balansı 4000 ml'nin altında olduğu tespit edilmiştir.

Açık kalp ameliyatı sırasında hastaya transfüze edilen kan miktarı 1 - 2 ünite olan hastaların % 31'4'ü (11 hasta), hiç kan transfüzyonu yapılmayan hastaların ise % 7,8'i (7 hasta) exitus olmuştur. Bu sonuçlara göre açık kalp ameliyatı sırasında kullanılan kan transfüzyonu miktarı mortalite için iyi bir belirleyici olduğu tespit edilmiştir ($X^2 = 11,436$; $p<0,05$).

Ameliyat sırasında total kardiyopulmoner bypass süreleri kayıt edilmiş çalışmadaki hastaların; 100 dakika altında olan hastaların % 11,5'i (3 hasta), 100 - 150 dakika arasında olan hastaların % 8,9'u (5 hasta) ve 150 dakika üzerinde olan hastaların ise % 23,3'ü (10 hasta) exitus olmuş, ancak total kardiyopulmoner bypass süresi mortalite için iyi bir belirleyici olmadığı tespit edilmiştir ($X^2= 4,269$; $p>0,05$).

Açık kalp ameliyatı sırasında perfüzyon skoru parametresi olarak tanımlanması planlanan iki kriterden biri olan laktat düzeyi 0 - 2 mmol/L arasında olan hastaların % 11,5'i (10 hasta), 3 mmol/L olan hastaların % 21,7'si (5 hasta) ve 3 mmol/L üzerinde olan hastaların ise % 20'si (3 hasta) exitus olmuştur. En yüksek mortalite oranı laktat düzeyi 3mmol/L olan hastalarda tespit edilmiştir ($X^2= 1,983$; $p>0,05$).

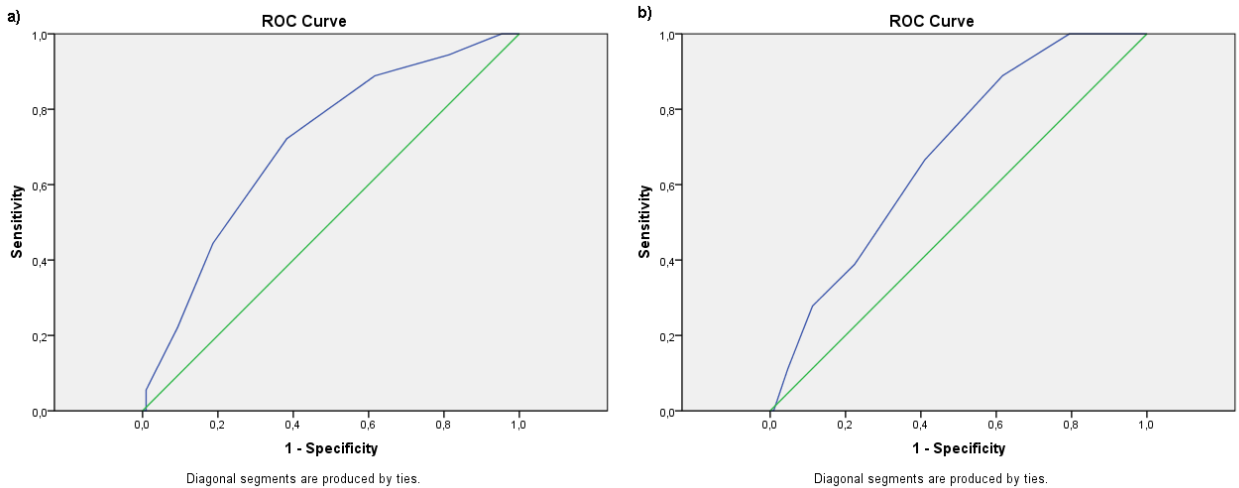
Açık kalp ameliyatı sırasında perfüzyon skoru parametresi olarak tanımlanması planlanan iki kriterden diğeri olan ortalama kan basıncı 55 - 65 mmHg arasında olan hastaların % 17,2'si (10 hasta), 50 - 55 mmHg ya da 65 - 70 mmHg arasında olan hastaların % 13,7'si (7 hasta) ve 50 mmHg altında ya da 70 mmHg üzerinde olan hastaların ise % 6,3'ü (1

hasta) exitus olmuştur. Olması gerekenin aksine ortalama kan basıncı normalden uzaklaştıkça mortalite oranı azalmıştır ($X^2=1,261$; $p>0,05$).

Tablo 5.14. Perfüzyon skorunda yeni tanımlanan laktat ve ortalama kan basıncı değerlerinin roc curve analiz sonuçları

Risk Faktörü	AUC (95%)	Cutt off	p	Sensitivity (%)	Specificity (%)
PerfScore (Laktat ve OKB dahil edilmemiş)	0.708 (0.585 - 0.832)	4.50	0.005	72.2	38.3
PerfScore (Laktat ve OKB dahil edilmiş)	0.684 (0.567 - 0.801)	5.50	0.013	66.7	41.1

Kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında morbidite ve mortalite riskini belirlemek amacıyla kullanılan perfüzyon skorlamasına laktat ve ortalama kan basıncı parametreleri dahil edilerek roc analizi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlara göre; 125 hasta ile yapılmış olan bu çalışmada laktat ve ortalama kan basıncı dahil edilmemiş perfüzyon skorlamasını duyarlılığı % 72,2 iken bu parametrelerin dahil edilmesi ile duyarlılık %66,7'ye düşmektedir. Ancak laktat ve ortalama kan basıncı dahil edilmemiş perfüzyon skorlamasının özgüllüğü % 38,3 iken bu parametrelerin dahil edildiği perfüzyon skorlamasının özgüllüğü % 41,1'e yükselmektedir. Laktat ve ortalama kan basıncı parametrelerinin dahil edildiği perfüzyon skorlamasında uygun sınır değeri 5,50 olarak görülmüştür. Sonuç olarak laktat ve ortalama kan basıncı parametreleri perfskora eklenebilir.



Şekil 5.1. Roc Curve Eğrisi (^aLaktat ve OKB dahil edilmemiş, ^bLaktat ve OKB dahil edilmiş)

6. TARTIŞMA

“Hiperlaktatemi” kalp cerrahisi sürecinde sık görülen, hemodilüsyon ile düşük periferik oksijen sunumunun sebep olduğu organ oksijenlenmesindeki yetersizlik sebebiyle meydana gelen, yoğun bakım ünitesinde takip gerektiren ve hasta morbidite ile mortalitesi için risk oluşturan durumdur (36, 37). Organlara giden oksijen kritik bir değer altına düştüğünde oksijen tüketimi oksijen sunumuna bağlı hale gelip hastada laktik asidoz meydana gelmekte, bypass süresi uzadıkça da laktik asit seviyeleri yükselmektedir (42).

Kardiyopulmoner bypass sırasında yapılan acil müdahalelerin, yaşın, kalp yetmezliğinin, hipertansiyonun, diyabetin ve düşük sol ventrikül ejeksiyon fraksiyonunun hiperlaktatemi için risk faktörleri olduğu belirlenmiştir (36, 37). Operasyon sırasında hemodinamiyi korumak, aşırı hipotermiden ve fazla hemodilüsyondan kaçınmak ve hipotansiyonu önlemek intraoperatif hiperlaktatemiği önlemektedir (36). Operasyon sonrası serum laktat düzeyinin ölçülmesi hem kolay hem de ucuz bir yöntem olduğundan morbidite ve mortalite ile ilişkisi hızlıca değerlendirilmekte ve yoğun bakım ünitesine gelişte 3 mmol/L’den yüksek laktat konsantrasyonu kötü prognoz göstergesi olarak ifade edilmektedir (6).

Hiperlaktateminin önlenmesi haricinde kardiyopulmoner bypass sırasında; yeterli kan basıncının sürdürülmesi de çok önemlidir ve kan basıncının düzenlenmesi pompa akımı ve sistemik vasküler rezistansının yönlendirmesi ile mümkün olmaktadır (14). Bypass sırasında ortalama arter kan basıncının düşmesi istenmez ve perfüzyon basıncı; çocuklarda 20 – 50 mmHg, yetişkinlerde ise 55 – 80 mmHg arasında tutulmaya çalışılır (4, 5). Operasyon sırasında uygunsuz basınç ölçümü, pompa akımı düşüklüğü ve hastada sistemik vazodilatasyon gelişmesi gibi nedenlerden dolayı istenilen ortalama arter kan basıncı sağlanamayabilir (4).

Hayati riskler taşıyan kardiyopulmoner bypass işlemi sırasında perioperatif olarak bakım kalitesi ile morbidite ve mortalite arasında korelasyon kuran birkaç skor sistemi mevcuttur. Bununla birlikte, post-operatif morbidite ve mortalitenin prediktörlerini belirleyen regresyon analizleri yapılmıştır (9). Skor sistemleri olarak EuroSCORE, objektif risk faktörleri temelinde kalp cerrahisi hastalarında erken mortalitenin tahmin edilmesi, Charlson skorlaması komorbidite indeksi ile birlikte bir risk yaklaşımı olarak, SCOUT skor sistemi hasta sonucunu değerlendirme sistemi olarak ve APACHE skor sistemi ameliyat sonrası

hastaların yoğunbakımdaki risk faktörlerini hesaplamada kullanılmıştır (8, 9). Kardiyopulmoner bypass sırasında hangi parametrelerin gelişmiş bir organ perfüzyonuyla daha iyi ilişkilendirilebileceğini belirlemek için çok sayıda araştırma yapılmıştır (41).

Kardiyopulmoner bypass sırasında sağlanan perfüzyon işleminin ve perfüzyonistin ameliyat öncesi belirlenmiş parametreleri korumasındaki başarısının ölçülmesinde ise 10 parametreden oluşan (sıvı balansı, pH, PCO₂, PO₂, BE, hematokrit potasyum, aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı, total kpb süresi, ünite olarak eritrosit süspansiyonu) Jegger ve arkadaşları tarafından geliştirilen PerfSCORE sistemi kullanılmaktadır (5, 8, 9). Bu skorlama sistemi perfüzyonistin, hasta güvenliğini iyileştirmek ve geliştirmek için hedeflenebilecek sorunlu alanları belirlemesine olanak tanır (9). Maras ve arkadaşları da kardiyologların açık kalp cerrahisi sonrası terapötik hedeflerine ulaşip ulaşmadıklarını değerlendirmelerine olanak tanıyan basit ve güvenilir bir performans puanı olan PerfSCORE puanlamasını önermektedirler (40).

Bizim çalışmamızın amacı da perfüzyon skoru parametrelerine intraoperatif laktat düzeyi ve ortalama kan basıncı parametrelerinin eklenip eklenemeyeceğinin araştırılmasıdır. Araştırmamızda hastaların açık kalp ameliyatı sırasında laktat düzeylerine bakıldığında laktat düzeyi yükseldikçe düşük perfüzyon skoruna (PerfSCORE) sahip hasta oranı düşerken orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta oranının yükseldiği tespit edilmiştir. Laktat düzeyi 0 - 2 mmol/L olan hastaların % 82,8'i (72 hasta), 3 mmol/L olan hastaların % 73,9'u (17 hasta) ve 3 mmol/L üzerinde olan hastaların ise % 33,3'ü (5 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. Buna ters orantılı bir şekilde laktat düzeyi 0 - 2 mmol/L olan hastaların % 17,24'ü (15 hasta), 3 mmol/L olan hastaların % 26,09 (6 hasta) ve 3 mmol/L üzerinde olan hastaların ise % 66,67'si (10 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta grubunu oluşturmaktadır ($X^2 = 16,784$; $p < 0,05$). Çalışmamızda açık kalp ameliyatı sırasında perfüzyon skoru parametresi olarak tanımlanması planlanan iki kriterden biri olan laktat düzeyi 0 - 2 mmol/L arasında olan hastaların % 11,5'i (10 hasta), 3 mmol/L olan hastaların % 21,7'si (5 hasta) ve 3 mmol/L üzerinde olan hastaların ise % 20'si (3 hasta) exitus olmuştur. En yüksek mortalite oranı laktat düzeyi 3mmol/L olan hastalarda tespit edilmiştir ($X^2 = 1,983$; $p > 0,05$). Yılmaz (2008) yüksek laktat grubunda mortalite görülme oranını normal laktat grubundan istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı yüksek bulmuştur (35). Dereli (2017) çalışmasında EuroSCORE yüksekliği ile PerfSCORE yüksekliği bir arada bulunduğu en yüksek ölüm oranı görüldüğünü ifade etmiştir (8).

Araştırmamıza dahil edilen 125 hastanın yaş ortalaması $52,26 \pm 16,060$ olarak bulunmuş olup; bu hastaların % 40'ını (50 hasta) erkek ve % 60'ını (75 hasta) kadın hastalar oluşturmaktadır. Çini (2019) açık kalp ameliyatı olan hastalarda laktat düzeylerini incelediği çalışmasına 60 hasta dahil etmiş, bu hasta grubunun 21'i (%35) bayan, 39'u (%65) erkektir ve çalışmasındaki hasta grubunun yaş ortalamasını $60,43 \pm 10,32$ olarak bulmuştur (36). Özgöz (2015) kardiyopulmoner bypass eşliğinde koroner arter bypass cerrahisi uygulanan hastalarda serum laktat düzeyinin operasyon sonrası sonuçlarla ilişkisini araştırdığı çalışmasına aldığı 40 hastanın 36'sının erkek (%90) ve 4'ünün kadın (%10), yaş ortalamasının $60,9 \pm 9,5$ yıl olduğunu bulmuştur (6). Dereli (2017) Dokuz Eylül Üniversitesi Hastanesi'nde elektif açık kalp ameliyatı yapılmış 65 yaş üstü 365 olguyu retrospektif olarak taramış, bu hastaların 231'ini (%63) erkek, 134'ünü (%37) kadın hastalar oluşturmaktadır (8).

Araştırmamızdaki hastaların % 4'ünde (n=5) kronik böbrek yetmezliği bulunmaktadır. Özgöz (2015) çalışmasındaki 60 hastanın 40'ında diyabet, % 70'inde hipertansiyon, % 47,5'inde hiperlipidemi, % 27,5'inde obezite, % 12,5'inde KOAH, %20'sinde kronik böbrek yetmezliği, % 10'unda karotis arter stenozu, % 5'inde periferik arter hastalığı, % 27,5'inde sol ana koroner arter darlığı, % 12,5'inde geçirilmiş serebrovasküler olay (SVO) öyküsü ve % 22,5'inde geçirilmiş perkütan koroner girişim öyküsü mevcuttu (6). Çini (2019) hastalarda KOAH, diyabet ve hipertansiyon varlığını sorgulamış, hastaların 44'ünde (%73,3) hipertansiyon, 26'sında (%43,3) diyabet ve 6'sında (%10) KOAH öyküsü olduğunu saptamıştır (36).

Araştırmamızda hastaların % 88'i (110 hasta) açık kalp ameliyatı sonrasında ventilatörde ayrılmış ve ventilatörde ayrılmış hastaların ise % 6,4'ünde (7 hasta) exitus görülürken; hastaların % 12'si (15 hasta) açık kalp ameliyatı sonrası ventilatörden ayrılamamış ve % 8,8'i (11 hasta) ventilatörden ayrılamadan exitus olarak kabul edilmiştir ($X^2 = 48,028$; $p < 0,05$). Yılmaz (2008) çalışma kapsamında elektif koroner arter baypas cerrahisi planlanan, toplam 482 hastayı prospektif çalışmaya almış, hastaları kan laktat düzeyi yüksek olan ve kan laktat düzeyi normal olan grup olarak ikiye ayırmıştır. Çalışma sonucunda yüksek laktat grubunun entübe kalış süresi, normal laktat grubundan istatistiksel olarak anlamlı düzeyde yüksek ($p < 0,05$) ve yüksek laktat grubunun postopta kalış süreleri, normal laktat grubundan istatistiksel olarak ileri düzeyde anlamlı yüksek ($p < 0,01$) bulunmuştur. Yani laktat düzeyi yüksek olan hastalar daha geç ekstübe edilip, yoğunbakımda daha kötü prognoza sahip olarak değerlendirilip daha uzun süre hastanede kalmışlardır (35). Özgöz (2015) mekanik ventilasyon süresinin; yüksek laktat grubunda normal laktat grubuna göre belirgin

olarak daha uzun olduğunu ve bunun istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ($p<0,05$), yüksek laktat grubunda yoğun bakımda kalış süresi ve hastanede kalış süresinin, normal laktat grubundan daha yüksek olmakla birlikte bu farklılık anlamlılığa yakın ancak istatistiksel olarak anlamlı bulunmadığını ($p>0,05$) ifade etmiştir (6).

Araştırmamızda açık kalp ameliyatı sırasında hastaların ortalama kan basınçları ölçülmüş olup elde edilen sonuçlara göre ortalama kan basıncı 55 - 65 mmHg arasında olan hastaların % 86,2'sinin (50 hasta), 50 - 55 mmHg arasında ve 65 - 70 mmHg arasında olan hastaların % 64,7'sinin (33 hasta), 50 mmHg altında ve 70 mmHg üzerinde olan hastaların ise % 68,8'inin (11 hasta) düşük perfüzyon skoruna sahiptir. Orta düzey perfüzyon skoruna sahip hasta gruplarına bakıldığında ise ortalama kan basıncı 55 - 65 mmHg arasında olan hastaların % 13,79'u (8 hasta), 50 - 55 mmHg arasında ve 65 - 70 mmHg arasında olan hastaların % 35,29'u (18 hasta), 50 mmHg altında ve 70 mmHg üzerinde olan hastaların ise % 31,25'i (5 hasta) orta düzey perfüzyon skoruna sahip grupta bulunmaktadır ($X^2 = 7,136$; $p<0,05$). Açık kalp ameliyatı sırasında perfüzyon skoru parametresi olarak tanımlanması planlanan iki kriterden diğeri olan ortalama kan basıncı 55 - 65 mmHg arasında olan hastaların % 17,2'si (10 hasta), 50 - 55 mmHg ya da 65 - 70 mmHg arasında olan hastaların %13,7'si (7 hasta) ve 50 mmHg altında ya da 70 mmHg üzerinde olan hastaların ise % 6,3'ü (1 hasta) exitus olmuştur. Olması gerekenin aksine ortalama kan basıncı normalden uzaklaştıkça mortalite oranı azalmıştır ($X^2=1,261$; $p>0,05$). Tunç ve arkadaşları (2018) erişkin açık kalp cerrahisi geçiren hastalarda yoğun bakım yatış süresinde uzamayla ilişkili faktörleri incelediği çalışmasında intraaortik balon pompası ihtiyacı, hipotansiyon oluşması durumunda ≥ 2 inotropik ajan kullanımı, postoperatif miyokard infarktüsü geçirilmesi ve hemodiyaliz ihtiyacının olmasının uzamış yoğun bakım süresi için bağımsız risk faktörleri olduğunu ve operasyon ekibinin intraoperatif dönemde miyokardı ve böbrek fonksiyonlarını korumaya yönelik yöntemleri seçmesinin hastaların yoğun bakımda kalış süresini azaltacağını vurgulamışlardır (43). Literatürde ortalama kan basıncı ile perfüzyon skoru ilişkisini inceleyen çalışmalara rastlanmadığı için çalışma sonuçlarına yer verilememiştir.

7. SONUÇ VE ÖNERİLER

Dünyada ve ülkemizde perfüzyon tekniklerinin uygulanması standardize değildir. Kardiyopulmoner bypass uygulanan hastalarda morbidite ve mortalite riskini en aza indirmek, operasyon öncesi ve sonrası dönemde başarıyı arttırmak, hastanın ameliyat olurken aldığı riski değerlendirmek için “Perfüzyon Skorlaması” kullanılmaktadır.

Bu çalışmada kardiyopulmoner bypass sırasında perfüzyon işlemi ile perfüzyonistin ameliyat öncesi belirlenmiş parametreleri korumasındaki başarısının ölçülmesinde kullanılan ve 10 parametreden oluşan (sıvı balansı, pH, PCO₂, PO₂, BE, hematokrit, , potasyum, aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı, total kpb süresi, ünite olarak eritrosit süspansiyonu) perfüzyon skoru parametrelerine “laktat düzeyi” ve “ortalama kan basıncı”nın perfüzyon skoru parametresi olarak kullanılabilirliği değerlendirilmiştir. Laktat düzeyi ve ortalama kan basıncı değerlerinin yapılan roc analizi sonucunda; perfüzyon skorunun özgüllüğü yükseldiği sonucuna ulaşıldığı için bu değerlerin perfüzyon skoru parametrelerine eklenebileceği söylenmektedir.

Araştırmamızın sonuçları doğrultusunda yeni araştırmacılara; çalışmamız Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Tıp Fakültesi Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı’nda yani tek bir merkezde gerçekleştirildiği için çalışmanın başka merkezlerde de yapılıp kapsamının genişletilmesi önerilmektedir.

8. KAYNAKLAR

- 1.Yüksel K, Diyabetik Hastalarda Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Pulsatil ve Non - pulsatil Akım Uygulanmasının Postoperatif Değerlere Etkisi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2019.
- 2.Tor A, Fallot Tetroljisi Olgulu Hastalarda Kardiyopulmoner Bypass Esnasında Ultrafiltrasyon Uygulanmasının Serum Biyokimya Parametreleri Üzerine Etkisinin Değerlendirilmesi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2017.
- 3.Cümşüdoğ L, Kardiyopulmoner Bypass (KPB) Yapılan Hastalarda Nörolojik Sekellerin, Klinik ve Laboratuvar Parametreleri ile İlişkisinin İncelenmesi. Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi Çocuk Sağlığı ve Hastalıkları Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi . Ankara, 2020.
- 4.Ak K, Kardiyopulmoner Bypass ve Optimal Koşulları. TARD Akademi, 18 Mayıs 2020 (<http://www.tard.org.tr/akademi/pdf/book/5/1828.pdf> adresinden). 20 Kasım 2020.
- 5.Pamuk Arslan R, 01 Ocak 2013- 01 Mart 2017 Tarihleri Arasında (4 Yıllık Retrospektif Tarama); Nonsiyenotik Konjenital Kalp Hastalığı Nedeniyle Ameliyat Edilen Hastalarda PerfSCORE'un, Vücut Ağırlığına Göre Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Teknikleri Yüksek Lisans Tezi . İzmir, 2018.
- 6.Özgöz H, M. 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, 2015.
- 7.Amaç B, Perfüzyonist: Geleceğin Mesleği Olabilir. MEDICAL RECORDS-International Medical Journal. 2020; 2 (2): 34-38.
- 8.Dereli N, Ocak 2011-Aralık 2014 Tarihleri Arasında Açık Kalp Cerrahisi Uyguladığımız; Genç Yaşlı, Orta Yaşlı, İleri Yaşlı Hastalarda Peroperatif ve Postoperatif Erken Dönem Değerlendirmeleri Yapılarak 'PerfSCORE' Parametrelerinin Tanımlanması. Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Teknikleri Yüksek Lisans Tezi . İzmir, 2017.
- 9.Jegger D, Revelly J. P, Horisberger J, Segesser L. K, & Ruchat P, Establishing An Association Between A Peri-Operative Perfusion Score System (PerfSCORE) and Post-

Operative Patient Morbidity/Mortality During CPB Cardiac Surgery. *Perfusion*. 2007; 22: 311-316.

10.Ersayın H, Açık Kalp Ameliyatı Yapılan Hastalarda, Kardiyopulmoner Bypass Sırasında Uygulanan Aortik Kros Klemp Süresinin Karaciğer ve Böbrek Testlerinden ALT, AST, BUN ve KREATİNİN Değerlerinin Karşılaştırılması. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2016.

11.Aldağ M, Kocaaslan C, Gürsel S, & Aydın E, Damar Yaralanması Sonrası Derin Metabolik Asidoz (Ph:6.61) ve Sağkalım. *Boğaziçi Tıp Dergisi*. 2017; 4 (2): 102-104.

12.Topal Z, B. Açık Kalp Ameliyatı Geçiren Hastalarda Yoğun Bakım Uzmanı Yönetimli Hasta Takibinin Morbidite ve Mortalite Üzerine Etkisi. Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi . Ankara, 2017.

13.Ayık İ. C, Değerli V, Yılmaz G, & Sevim E, Laktat Seviyesinin Üst Gastrointestinal Sistem Kanamalı Hastalarda Prognostik Amaçlı Kullanımı. *Kafkas Journal of Medical Sciences*. 2018; 8 (2): 115-120.

14.Turan H, Hipotermik ve Normotermik Kardiyopulmoner Bypass'ın Ürik Asit Metabolizması Üzerine Etkisi. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyon Teknolojisi Yüksek Lisans Tezi . Şanlıurfa. 2019.

15.Altunsoy S, Kalp Cerrahisi Uygulanan İnfantlarda Kardiyopulmoner Bypass İlişkili Akut Böbrek Hasarının Tespitinde Renal Near İnfrared Spectroscopy Kullanımı. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2020.

16.Candan M, Metilprednizol'un Kardiyopulmoner Bypass Prime Solüsyonunda Kullanımının Hemogram ve Biyokimya Değerleri Üzerine Etkilerinin Kullanılmayan Olgularla Karşılaştırılması. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2020.

17.Kılıç D, Uzamış Kardiyopulmoner Bypass Sonrasında Membran Oksijenatör Hasarının Değerlendirilmesi. Çanakkale On Sekiz Mart Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyon Teknikleri Programı Yüksek Lisans Tezi . Çanakkale,2020.

18.Tanrıkulu B, Kardiyopulmoner Bypass Süresinin Ortalama Trombosit Hacmi ve Kanama Miktarına Etkisi. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi . Şanlıurfa, 2017.

19.Akça E, Normotermik Kardiyopulmoner Bypass Sırasında İnflamasyon Parametrelerindeki Değişiklikler ile Oksidatif Stresin Değerlendirilmesi. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyonist Yetiştirme Programı . Şanlıurfa, 2014.

20.Çokgüler M, Kardiyopulmoner Bypass İle Yapılan ve Atan Klapte Yapılan Koroner Baypass Ameliyatının Postoperatif Drenaj Miktarı İle Kandaki Trombosit Yoğunluğu Arasındaki İlişkinin Araştırılması. Karabük Üniversitesi Kalp Damar Cerrahisi Yüksek Lisans Tezi . Zonguldak, 2020.

21.Eke U, Kardiyopulmoner Bypass Kullanılan Hastalarda Pulsatil ve Non-Pulsatil Akımın Kan Elemanları Üzerine Olan Travmatik Etkilerinin Biyokimyasal Yöntemlerle Karşılaştırılması. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2016.

22.Şimşek M, Kardiyopulmoner Bypass Uygulanan Preoperatif Serum Ürik Asit Düzeyi Yüksek Olan Hastalarda Perfüzyon Süresinin Postoperatif Akut Böbrek Hasarı Gelişimine Etkisi. İstanbul Medipol Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Anabilimdalı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2017.

23.Çetin G, Açık Kalp Cerrahisinde Kardiyopulmoner Bypass Esnasında Pulsatil ve Nonpulsatil Dolaşımın Beyin Perfüzyonuna Etkisinin Near İnfrared Spektroskopi (NIRS) İle İncelenmesi . Dokuz Eylül Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzanlık Tezi . İzmir, 2016.

24.Kartal Akyol D, Koroner Arter Bypass Greftleme Cerrahi Tekniklerinin Böbrek ve Karaciğer Fonksiyon Testlerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Dokuz Eylül Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Perfüzyon Teknikleri Yüksek Lisans Tezi . İzmir, 2019.

25.Anğ A. E, Çalışan Kalpte ve Kardiyopulmoner Bypass Altında Koroner Arter Bypass Cerrahisinde Greft Akım Oranları . Uludağ Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi . Bursa, 2011.

26.Karaarslan Yüksel Ö, Tek Damar Off Pump ve On Pump (LIMA-LAD) Koroner Arter Bypass Cerrahisi Yapılmış Hastalarda Major Kardiyovasküler Olay İnsidansının

Karşılaştırılması. Celal Bayar Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi . Manisa, 2015.

27.Aslan C, Koroner Arter Bypass Greft Operasyonu Olan Hastalarda Antegrat Kardiyopleji ile Retrograt Kardiyopleji Kombinasyonun Postoperatif Atriyal Fibrilasyon Gelişimi Üzerine Etkileri . Gaziosmanpaşa Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi . Tokat, 2014.

28.Tülek F, Kardiyopulmoner Bypass ile Açık Kalp Cerrahisi Uygulanan Hastalarda Orta ve Hafif Hipoterminin Serum Nöron Spesifik Enolaz (NSE) ve S100 Düzeyleri ile Near-Infrared Spectroscopy (NIRS) Üzerine Etkilerinin Karşılaştırılması. Selçuk Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı Tıpta Uzmanlık Tezi . Konya, 2015.

29.Kaynak M, Koroner Arter Bypass Cerrahisi Yapılan 60 Yaş Üzeri Hastalarda Atriyal Fibrilasyon Profilaksisinde Metoprolol ve Nebivololün Etkinliğinin Karşılaştırılması. İnönü Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi . Malatya, 2011.

30.Söğüt F, Vücut Dışı Dolaşımda Başlangıç Solüsyonu Olarak Kullanılan Ringer Solüsyonu ve %6 HES (130/04)'in Etkilerinin Karşılaştırılması. Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anestezi ve Reanimasyon Kliniği Uzmanlık Tezi . İstanbul, 2006.

31.Damar E, Aksun M, Girgin S, Göktoğan T, Yılmaz E, Aran G, Koroner Arter baypas Greft Ameliyatlarında Pompa Prime Solüsyonu Olarak Ringer ve Ringer Solüsyonuna Eklenmiş %6'lık Hidroksietil Nişasta (130/0.4-HES) Kullanımının Hemodinamik, Metabolik, Renal ve Hemostatik Etkilerinin Karşılaştırılması. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi. 2012; 20 (1): 22-31.

32.Kaymakcı E, İzole CABG Prosedürü Uygulanan Hastalarda Del-Nido Kardiyoplejisinin Postoperatif Erken Dönemde Ventrikül Fonksiyonları Üzerine Etkileri. T.C. Sağlık Bilimleri Enstitüsü Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sağlık Uygulama ve Araştırma Merkezi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği Uzmanlık Tezi . Bursa, 2018.

33.Yıldırım K, 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 Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Yüksek Lisans Tezi . Kahramanmaraş, 2020.

34.Sulemanjı D. S, Koorner Arter Bypass Grectleme Cerrahisi Sırasında Deksmetomidin Kullanımının Serebral Etkileri. Başkent Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi . Ankara, 2005.

35.Yılmaz Ş, Koroner Arter Bypass Cerrahisinde Hiperlaktatemi: Belirleyicileri ve Mortalite İlişkisi. Dr. Siyami Ersek Göğüs Kalp ve Damar Cerrahisi Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği Uzmanlık Tezi. İstanbul, 2008.

36.Çini M. Ş, Açık Kalp Ameliyatı Olan Hastalarda Laktat Düzeyleri. Harran Üniversitesi Sağlık Bilimleri Enstitüsü Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyonist Yetiştirme Programı Yüksek Lisans Tezi . Şanlıurfa, 2019.

37.Göçen U, Konjenital Açık Kalp Ameliyatlarında Perioperatif Serum Laktat ve Kreatinin Seviyelerinin Postoperatif Sonuçlarla Korelasyonu. Çukurova Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Uzmanlık Tezi . Adana, 2009.

38.Özlük E. C, Açık Kalp Cerrahisi Sırasında Optimal Doku Perfüzyonu ile Peroperatif Asit Baz Dengesi ve Postoperatif Komplikasyonların Değerlendirilmesi. İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyon Programı Yüksek Lisans Tezi . İstanbul, 2019.

39.Tıraş S, Kudsioğlu T, Alıcıkuş Z, Yapıcı N, Coşkun F. İ, Altuntaş Y, et al. Hastanemizde Kalp Cerrahisi Geçiren Hastalarda Postoperatif Mortalite ve Morbiditenin EuroSCORE ile Değerlendirilmesi. Göğüs Kalp Damar Anestezi ve Yoğun Bakım Derneği Dergisi. 2014; 20 (2), 106-112.

40.Maras P, Doimo S, Altinier A, Mattia A. D, Scudeller L, Sinagra G, et al. ‘PERFSCORE’ – a multidimensional score: a simple way to predict the success of cardiac rehabilitation. Italian Federation of Cardiology . 2017; 1-8.

41.Rubino A S, Mignosa C, Designing A New Scoring System (QualyP Score) Correlating The Management of Cardiopulmonary Bypass To Postoperative Outcomes. Perfusion. 2015 ;1-9.

42.Gülşan S, Şahutoğlu C, Kocabaş S, Aşkar F. Z, Koroner Arter Baypas Grectleme Cerrahisinde Laktat Düzeyleri ile Komplikasyonlar Arasındaki İlişki. 2018; 24 (2): 74-81.

43.Tunç M, ahutoğlu C, Karaca N, Kocabaş S, Aşkar F. Z, Erişkin Açık Kalp Cerrahisi Sonrası Yoğun Bakım Yatış Süresinde. Turkish Journal of Anaesthesiology & Reanimation . 2018; 46 (4):283-291.



9. TABLOLAR DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 2.1. Pompa debisi ve hasta vücut yüzey alanına göre arteriyel kanül çapları.....	6
Tablo 2.2. Pompa debisi ve hasta vücut yüzey alanına göre venöz kanül çapları.....	8
Tablo 2.3. Kardiyoplejik Solüsyonun İçeriği.	23
Tablo 2.4. Kpb sırasında hipotermi derinliğine göre uygun pompa akımı.....	24
Tablo 5.1. Hastaların sosyodemografik özellikleri (n=125)	36
Tablo 5.2. Hastaların kronik böbrek yetersizliği varlıklarının dağılımı (n=125).....	36
Tablo 5.3. Hastaların açık kalp ameliyatı sonrasında exitus durumlarının dağılımı (n=125)...	36
Tablo 5.4. Hastaların açık kalp ameliyatı sonrasında ventilatörden ayrılma durumlarının dağılımı (n=125).....	36
Tablo 5.5. Hastaların olduğu açık kalp ameliyatı tiplerinin dağılımı (n=125).....	37
Tablo 5.6. Hastaların ameliyat sonrasında ventilatörden ayrılma durumlarına göre exitus olma durumlarının karşılaştırılması (n=125).....	38
Tablo 5.7. Hastaların cinsiyetleri arasındaki perfüzyon skoru düzeylerinin karşılaştırılması (n=125).....	38
Tablo 5.8. Hastaların kronik böbrek yetersizliği varlıklarına göre perfüzyon skoru düzeylerinin karşılaştırılması (n=125)	39
Tablo 5.9. Hastaların açık kalp ameliyatı sırasındaki perfüzyon skor düzeylerine göre exitus olma durumları (n=125)	39
Tablo 5.10. Hastaların açık kalp ameliyatı sırasındaki perfüzyon skor düzeylerine göre ventilatörden ayrılabilme durumları (n=125).....	40
Tablo 5.11. Hastaların oldukları açık kalp ameliyatı tipine göre perfüzyon skorlarının karşılaştırılması (n=125)	41
Tablo 5.12. Hastaların perfüzyon skora parametrelerine göre perfüzyon skor düzeylerinin karşılaştırılması (n=125)	43
Tablo 5.13. Hastaların perfüzyon skora parametrelerine göre exitus olup olmama durumlarının karşılaştırılması (n=125).....	47
Tablo 5.14. Perfüzyon skorunda yeni tanımlanan laktat ve ortalama kan basıncı değerlerinin roc curve analiz sonuçları.....	49

10. ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 2.1. Arteriyel kanüller.	6
Şekil 2.2. Venöz kanüller.	7
Şekil 2.3. Kardiyopleji kanülleri.	9
Şekil 2.4. Venöz Rezervuar.	10
Şekil 2.5. Bubble Oksijenatör (a) ve Membran Oksijenatör (b).	11
Şekil 2.6. Roller Pompa (A), Santrifugal Pompa (B) ve İmpeller Pompa (C).	13
Şekil 2.7. Isı Değiştirici.	15
Şekil 2.8. Tubing Set.	17
Şekil 5.1. Roc Curve Eğrisi (^a Laktat ve OKB dahil edilmemiş, ^b Laktat ve OKB dahil edilmiş)	49





