



T.C
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**ERİŞKİN AÇIK KALP CERRAHİSİNDE KULLANILAN
ENTEĞRE FİLTRELİ VE ENTEĞRE FİLTRESİZ
OKSİJENATÖRLERİN SİSTEMİK ETKİLERİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

TUNAY KURTAR

PERFÜZYON ANABİLİM DALI

DANIŞMAN
Prof. Dr. KORHAN ERKANLI

İSTANBUL- 2020

TEZ ONAY FORMU

Kurum : İstanbul Medipol Üniversitesi
Programın Seviyesi : Yüksek Lisans (X) Doktora ()
Anabilim Dalı : Perfüzyon
Tez Sahibi : Tunay KURTAR
Tez Başlığı : Erişkin Açık Kalp Cerrahisinde Kullanılan Entegre Filtreli
ve Entegre Filtresiz Oksijenatörlerin Sistemik Etkilerinin
Karşılaştırılması
Sınav Yeri : Medipol Mega Üniversite Hastanesi
Sınav Tarihi : 21/12/2020

Tez tarafımızdan okunmuş, kapsam ve nitelik yönünden Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman

Prof.Dr. Korhan ERKANLI

Kurumu

İstanbul Medipol Üniversitesi

İmza

Sınav Jüri Üyeleri

Prof.Dr. Halil TÜRKOĞLU

İstanbul Medipol Üniversitesi

Dr.Öğr.Üyesi Özgür YILDIRIM

Yeni Yüzyıl Üniversitesi

Yukarıdaki jüri kararıyla kabul edilen bu Yüksek Lisans tezi, Enstitü Yönetim Kurulu'nun/...../ tarih ve/..... - sayılı kararı ile şekil yönünden Tez Yazım Kılavuzuna uygun olduğu onaylanmıştır.

Prof.Dr. Neslin EMEKLİ

Sağlık Bilimleri Enstitüsü Müdür V.

BEYAN

Bu tez çalışması tamamen şahsıma ait olup, tezin hiçbir aşamasında etiğe uygun olmayan bir davranış olmadığını, tezdeki bütün bilgilerin akademik ve etik kurallar dahilinde elde edilmiş olduğunu, yazılan bilgi ve yorumlara kaynak gösterildiğini çalışmada kullanılan markalarla bir çıkar ilişkisi olmadığını, tez çalışması dahilinde patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranış sergilemediğimi beyan ederim.

Tunay KURTAR



TEŞEKKÜR

İstanbul Medipol Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi ABD başkanı hocam sayın Prof. Dr. Halil TÜRKOĞLU'ya, yüksek lisans eğitimim süresince, destek ve yardımını esirgemeyen danışman hocam sayın Prof. Dr. Korhan ERKANLI'ya;

Yüksek lisans derslerinde bizi bilgileriyle aydınlatan İstanbul Medipol Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi ABD Öğretim Üyelerine ve Öğretim Görevlilerine;

Yüksek Lisans süresince desteğini hiç esirgemeyen eşime

TEŞEKKÜR EDERİM.



İÇİNDEKİLER

TEZ ONAYI	i
BEYAN.....	ii
TEŞEKKÜR	iii
İÇİNDEKİLER	iv
KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ.....	vii
TABLolar LİSTESİ.....	viii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	ix
RESİMLER LİSTESİ.....	x
1. ÖZET.....	1
2. ABSTRACT	3
3. GİRİŞ VE AMAÇ	5
4. GENEL BİLGİLER.....	7
4.1. Kardiyopulmoner Bypass.....	7
4.2. Kardiyopulmoner Bypass Sisteminin Ana Komponentleri.....	10
4.2.1. Pompalar	10
4.2.1.1. Roller Pompa.....	10
4.2.1.2. Santrifugal Pompa.....	11
4.2.2. Oksijenatörler.....	12
4.2.2.1. Buble Oksijenatör.....	12
4.2.2.2. Membran Oksijenatör.....	13
4.2.3. Venöz Rezervuar	14
4.2.4. Kanüller.....	15
4.2.4.1. Arteriyal Kanül.....	15
4.2.4.2. Venöz Kanül.....	15

4.2.5. Isı Değiştirici.....	15
4.2.6. Filtreler.....	16
4.2.7. Arteriyel ve Venöz Devre Elamanları.....	17
4.2.8. Kardiyotomi Aspirasyon Sistemi	17
4.2.9. Hemokonsantratörler.....	17
4.2.9.1. Hemofiltrasyon.....	18
4.2.9.2. Ultrafiltrasyon	18
4.2.10. Prime Solüsyonu	18
4.2.10.1. Kristaloid Solüsyon.....	18
4.2.10.2. Kolloid Solüsyon.....	18
4.2.11. Antikoagölasyon ve Nötralizasyon	19
4.2.12. Kardiyopleji Çeşitleri ve Uygulama Yöntemleri	19
4.3. Doku Perfüzyonu	20
4.3.1. KPB Sırasında Doku Perfüzyonu.....	20
4.3.2. Kan Akımı.....	21
4.3.3. Kan Basıncı	22
4.3.4. Viskosite	23
4.3.5. Gaz Değişimi.....	23
4.3.6. Arteriyal Kan Gazı	23
4.3.7. Glikoliz ve Laktat Üretimi	24
4.3.8. Hiperlaktatemi.....	24
4.4. Açık Kalp Cerrahisinde Sık Görülen Komplikasyonlar.....	25
5. MATERYAL ve METOT.....	28
5.1. Araştırmanın Örnekleme.....	28
5.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri.....	28
5.3. Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri.....	28

5.4. Verilerin Toplanması	28
5.5. İstatistiksel Analiz.....	28
6. BULGULAR	29
7. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	33
8. KAYNAKLAR	36
9. ETİK KURUL ONAYI.....	43
10. ÖZGEÇMİŞ.....	46



KISALTMALAR VE SİMGELER LİSTESİ

DSÖ	: Dünya Sağlık Örgütü
KPB	: Kardiyo Pulmoner By-pass
ABH	: Akut Böbrek Hasarı
KAH	: Koroner Arter Hastalığı
KAM	:Kalp akciğer makinesi



TABLÖLER LİSTESİ

Tablo 4.1. Arteriyel Kan Gazı Normal Değer Aralıkları.....	24
Tablo 6.1. Pompa ve Aort Klemp Süreleri.....	29
Tablo 6.2. Tanımlayıcı Değişkenlerin Dağılımları.....	29
Tablo 6.3. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PO ₂ Değerlerinin Karşılaştırmaları	30
Tablo 6.4. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PCO ₂ Değerlerinin Karşılaştırmaları.....	30
Tablo 6.5. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası Glukoz Değerlerinin Karşılaştırmaları.....	30
Tablo 6.6. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası Laktat Değerlerinin Karşılaştırmaları.....	31
Tablo 6.7. Erkek Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PO ₂ , PCO ₂ , Glukoz ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırmaları	31
Tablo 6.8. Erkek Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PO ₂ , PCO ₂ , Glukoz ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırmaları	32

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 4.1. Kardiyopulmoner bypass çalışma sistemi	10
Şekil 4.2. Santrifugal Pompa.....	11
Şekil 4.3. Bubble Oksijenatör	13
Şekil 4.4. Membran Oksijenatör	14



RESİMLER LİSTESİ

Resim 4.1. Roller Pompa	11
Resim 4.2. Oksijenatör	12
Resim 4.3. Venöz Rezervuar.....	14
Resim 4.4. Isı Değişirici.....	16
Resim 4.5. Kalp Akciğer Makinesi	20



1. ÖZET

ERİŞKİN AÇIK KALP CERRAHİSİNDE KULLANILAN ENTEGRE FİLTRELİ VE ENTEGRE FİLTRESİZ OKSİJENATÖRLERİN SİSTEMİK ETKİLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Kardiyopulmoner bypass, kalp cerrahisi sırasında kan dolaşımı ve oksijenasyonunu geçici bir süre vücut dışında devam ettirilmesine olanak sağlayan özel bir perfüzyon tekniğidir. Kan dolaşımının kalp akciğer makinesi ile sürdürüldüğü duruma ekstrakorporal dolaşım denir.

KPB akciğer fonksiyonunu yapan bir oksijenatör ve kalp fonksiyonunu yapan bir pompadan ibaret olan ve kalp akciğer makinesi olarak adlandırılan bir cihaz tarafından sağlanır. Bu cihazlar günümüzde ilerleyen teknolojinin de etkisiyle oldukça gelişmiştir. Kalp akciğer makinelerinde akım hızı, akım miktarları, kan ısısı, kan gazı düzeyleri, hatta kan elektrolit düzeyleri sürekli olarak monitörize edilmekte ve istenen şekilde ayarlanabilmektedir.

Hasta güvenliği yönünden oksijenatörün seçimi pompa kadar önemlidir. Oksijenatörün kanı oksijenlendirmesinin yanı sıra kanı filtre etme görevi de vardır. Kaliteli bir oksijenatör yüksek basınç gradiyenti (oksijenatöre giren arter hat ile çıkan arter hat arasında) oluşturmamalıdır. Buna ilave olarak, mikroembolileri mümkün olduğunca tutarak geçirmemesi istenir. Yani düşük basınç farkı olan ve aynı zamanda daha çok emboliyi tutabilen oksijenatörler tercih edilmelidir. Yeni çıkan oksijenatörlerin bazılarının kendi içinde arteriyel filtresi bulunmaktadır.

Araştırmaya İstanbul Medipol Üniversitesi Hastanesinde 01.12.2019-28.02.2020 tarihleri arasında ameliyat süresi 100 dakikayı aşan açık kalp ameliyatı olan 60 (30 entegre oksijenatör kullanılan, 30 entegresiz oksijenatör kullanılan) hasta örneklem olarak alınmıştır.

Veriler SPSS 22.0 for Windows programı ile bilgisayar ortamında analiz edildi. Öncelikle verilerin normallik dağılımı için Kolmogorov-Smirnov testi yapıldı ve normal dağılmadıkları tespit edildi. Bu nedenle parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U ve Wilcoxon işaret testleri uygulandı. Tanımlayıcı bilgiler için sayı ve

yüzde analizi; PO₂, PCO₂, Glikoz ve Laktat için ortalama ve standart sapma analizi yapıldı. İstatistiksel anlamlılık p<0,05 olarak kabul edildi.

Bu çalışma sonucunda; entegreli ve entegresiz oksijenatörlerin birbirlerine üstünlüklerinin olmadığı saptandı.

Anahtar Kelimeler: Kardiyo Pulmoner By-Pass, Glikoz, Laktat, Oksijenatör, PO₂, PCO₂



2. ABSTRACT

COMPARISON OF THE SYSTEMIC EFFECTS OF OXYGENATORS WITH INTEGRATED AND NONE-INTEGRATED FILTERS USED IN ADULT OPEN CARDIAC SURGERY

Cardiopulmonary bypass is a special perfusion technique that allows blood circulation and oxygenation to be maintained temporarily outside the body during cardiac surgery. The condition in which the blood circulation is maintained by the heart lung machine is called extracorporeal circulation.

CPB is provided by a device called a heart lung machine, which consists of an oxygenator that performs lung function and a pump that does heart function. These devices have developed considerably with the effect of advancing technology today. In heart-lung machines, flow rate, flow amounts, blood temperature, blood gas levels, and even blood electrolyte levels are continuously monitored and can be adjusted as desired.

Choosing the oxygenator is as important as the pump in terms of patient safety. In addition to oxygenating the blood, the oxygenator also has the task of filtering the blood. A quality oxygenator should not create a high pressure gradient (between the arterial line entering the oxygenator and the emerging artery line). In addition, it is desirable not to trap microembolism as much as possible. In other words, oxygenators with low pressure difference and capable of retaining more emboli at the same time should be preferred. Some of the newly released oxygenators have an arterial filter in themselves.

The study included 60 patients (30 integrated oxygenators and 30 non-integrated oxygenators) who had open heart surgery with an operation duration exceeding 100 minutes between 01.12.2019 and 28.02.2020 at Istanbul Medipol University Hospital. The data were analyzed in computer environment with SPSS 22.0 for Windows program. First of all, Kolmogorov-Smirnov test was performed for normality distribution of the data and it was found that they were not distributed normally. Therefore, Mann Whitney U and Wilcoxon sign tests, which are nonparametric tests, were used. Number and percentage analysis for identifying information; mean and standard deviation analyzes were performed for PO₂, PCO₂, Glucose and Lactate. Statistical significance was accepted as $p < 0.05$.

As a result of this study; It was determined that integrated and non-integrated oxygenators have no superiority to each other.

Keywords: Cardio Pulmonary By-Pass, Glucose, Lactate, Oxygenator, PO₂, PCO₂



3. GİRİŞ VE AMAÇ

Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalp cerrahisi sırasında kan dolaşımı ve oksijenasyonunu geçici bir süre vücut dışında devam ettirilmesine olanak sağlayan özel bir perfüzyon tekniğidir (1). Kan dolaşımının kalp akciğer makinesi ile sürdürüldüğü duruma ekstrakorporeal dolaşım denir (2).

Cerrahi görüşün sağlanması ve cerrahinin gerektiği gibi uygulanabilmesi için cerrahi alanın kansız ve hareketsiz olması gerekir. Kalp ve akciğer devre dışı bırakıldığında kalbin vücuda kan pompalama işleviyle akciğerlerin solunum fonksiyonlarını geçici olarak yerine getiren cihaza kalp akciğer makinesi denir, bu makineyle dolaşımın sağlanmasına ekstrakorporeal dolaşım, bu işlemlere ise kardiyopulmoner bypass denir (3, 4).

KPB akciğer fonksiyonunu yapan bir oksijenatör ve kalp fonksiyonunu yapan bir pompadan ibaret olan ve kalp akciğer makinesi olarak adlandırılan bir cihaz tarafından sağlanır. Bu cihazlar günümüzde ilerleyen teknolojinin de etkisiyle oldukça gelişmiştir. Kalp akciğer makinelerinde akım hızı, akım miktarları, kan ısı, kan gazı düzeyleri, hatta kan elektrolit düzeyleri sürekli olarak monitörize edilmekte ve istenen şekilde ayarlanabilmektedir (5, 6).

Hasta güvenliği yönünden oksijenatörün seçimi pompa kadar önemlidir. Oksijenatörün kanı oksijenlendirmesinin yanı sıra kanı filtre etme görevi de vardır. Kaliteli bir oksijenatör yüksek basınç gradiyenti (oksijenatöre giren arter hat ile çıkan arter hat arasında) oluşturmamalıdır. Buna ilave olarak, mikroembolileri mümkün olduğunca tutarak geçirmemesi istenir. Yani düşük basınç farkı olan ve aynı zamanda daha çok emboliyi tutabilen oksijenatörler tercih edilmelidir. Yeni çıkan oksijenatörlerin bazılarının kendi içinde arteriyel filtresi bulunmaktadır (7, 8). Yapılan çalışmalar sonucunda görülmektedir ki, basınç gradiyenti çok fazla bulunan ve emboliyi de çok fazla geçiren oksijenatörler daha ucuz oldukları için tercih edilmektedir. Oysaki 2-3 saatlik bir kalp ameliyatı sırasında daha fazla emboliyi (onbinlerce partikül) hastaya geçiren bir oksijenatör uzun vadede o hastanın bütün geleceğinin tehlikeye girmesine neden olur. Hastaya giden embolinin sayısı ile

ameliyat sonrası gelişebilen nörolojik bozukların bire bir ilişkili olduğu gösterilmiştir (9).

Kardiyopulmoner baypas sisteminin en son güvenlik noktası olan arteriyel filtreler (mikroembolileri tutarak arter hattına girmesine engel olarak, tahliye hattı (purge line) ile tekrar venöz rezervuara geri gönderen), 20 ile 38 mikron arası iki ayrı gözenek büyüklüğüne göre değişik özelliklerde üretilmektedir. Hastaların güvenliği açısından son derece önemli olan bu arteriyel filtreler ne yazık ki ülkemizdeki birçok merkez tarafından ek maliyetleri nedeniyle rutin olarak kullanılamamaktadır. Yukarıdaki oksijenatör bölümünde belirttiğimiz gibi yeni piyasaya sürülen oksijenatörler arteriyel filtreyi de içine alacak şekilde tasarlanmış ve klinik olarak kullanılmaya başlanmıştır. Bu tip entegre oksijenatörlerde ayrıca devreye arteriyel filtre eklemeye gerek yoktur. Eğer içerisinde arteriyel filtre olduğu belirtilen oksijenatörler kullanılmayacaksa, her hastada arteriyel filtrenin mutlaka rutin olarak eklenmesi şarttır (10)

Bu çalışmanın amacı erişkin açık kalp cerrahisinde kullanılan entegre filtreli ve entegre filtresiz oksijenatörlerin bazı sistemik (PO₂, HB ve Laktat düzeyleri) etkilerinin karşılaştırılmasıdır.

4. GENEL BİLGİLER

4.1. Kardiyopulmoner Bypass

KPB diğer adıyla ekstrakorporeal dolaşım kalp ve akciğerlerin geçici bir süre ile durdurulması işlemidir. Kalp ve akciğerlerin durdurulduğu esnada bu organların fonksiyonlarını kalp akciğer makinesi adı verilen bir sistem yerine getirir bu sayede kardiyovasküler cerrahide hareketsiz kalp ile cerrahi görüş sağlanması ve güvenli cerrahi işlem amaçlanmaktadır (4).

19. yy.'da izole edilmiş organlarla kan dolaşımının sağlanması düşüncesi KPB çalışmalarına temel oluşturmuştur. 1885 de Von Frey ve Gruber tarafından yapay kalp akciğer sisteminin geliştirilmesiyle kan akımı durmadan perfüzyon çözeltisinin oksijenlenebilmesi sağlanmıştır. 1916 da tıp öğrencisi olan Howell ve McLean tarafından hayvan karaciğer özleri çalışılırken tesadüfen bulunan ve koagülasyonun engellenmesini sağlayan heparinin keşfi ile yapay koşullarda kan dolaşımına olanak sağlanmıştır (11).

Heparinin keşfi ile 1934 de John ve Mary Gibbon tarafından ilk olarak hayvanlarda EKD çalışmaları başlatılmış ve KAM üretilmiştir. 1953 de genç bir kızda KAM kullanılarak atrial septal defekt (ASD) ameliyatı başarılı bir şekilde gerçekleştirilerek KPB ameliyatlarının önü açılmıştır. Fakat daha güvenli ve etkili KPB ameliyatlarının yapılabilmesi için kalp cerrahisinin ihtiyaç duyduğu KAM'nin gelişimi günümüzde de devam etmektedir (12).

Tarihçesine bakıldığında kalp-akciğer makinesi ile ilgili çalışmalar 19. yüzyılda başlamıştır. Fizyologlar izole organ perfüzyonunun yapılmasıyla çalışmalar yapmışlar ve bu nedenle kanın oksijenlenmesini sağlayacak tekniğe ihtiyaç duymuşlardır. Von Frey ve Gruber 1885'te dönen bir silindir içerisine koyulan ince bir film üzerinden kan boşaltılmasıyla gaz alış-veriş yapılabileceği sistemi tarif etmiştir. Jacobi 1895'te bir hayvandan kesilen akciğerleri mekanik olarak havalandırmış ve akciğerlerin içerisinden kanı geçirerek oksijenlenmeyi denemiştir. Rusya'da 1926 yılında Brukhonenko ve Terebinsky bir hayvan akciğerin kullanıldığı ve iki pompayla hareket ettirilebilen bir makine yapmışlardır. Başlangıçta bu makine izole organların perfüzyonu için ve sonrasında tüm hayvan perfüzyonunda kullanmışlardır. Kalp akciğer makinesinin en büyük ihtiyacı kanın damarlar dışında yapay yüzeylerle karşılaştığında pıhtılaşmasıdır. Antikoagülasyona ihtiyaç vardır. Heparin 1916 yılında

Jay Mclean tarafından bulunmuştur. Bu madde uzun süre yapay ortamlarda kan pıhtılaşmadan dolaşım sağlanabildi.1920'deki hayvan deneylerinde heparinin etkili bir antikoagülasyon olduğunu göstermiş ve tıp literatürde ki yerini almaktadır (13, 14). John Gibbon kalp-akciğer makinesi gelişmesine katkısı olmuş kişilerin en başında yer almaktadır. İlk düşünce 1931'de masif pulmoner emboli olan bir hastada toplardamardan alınan kanın oksijenlendikten sonra bir pompa aracılığıyla atardamardan dolaşıma katılması düşüncesi kalp-akciğer makinesi düşüncesinin temelini oluşturmuştur. 1937'de Gibbon ilk defa yaşamın suni bir kalp-akciğer makinesi ile devam ettirebildiğini bildirmiştir. Forrest Dodril 1952'de sol bypas için mekanik pompasını kullanmış 50 dakika boyunca sol ventrikülü devre dışı bırakarak mitral kapak cerrahisini yapmıştır. Bu ilk başarılı sol kalp baypas olmuştur. Dodril bu makineyi kullanarak 16 yaşında pulmoner stenozlu bir çocukta kullanmış ve ilk başarılı sağ kalp bypassı yapmıştır (15).

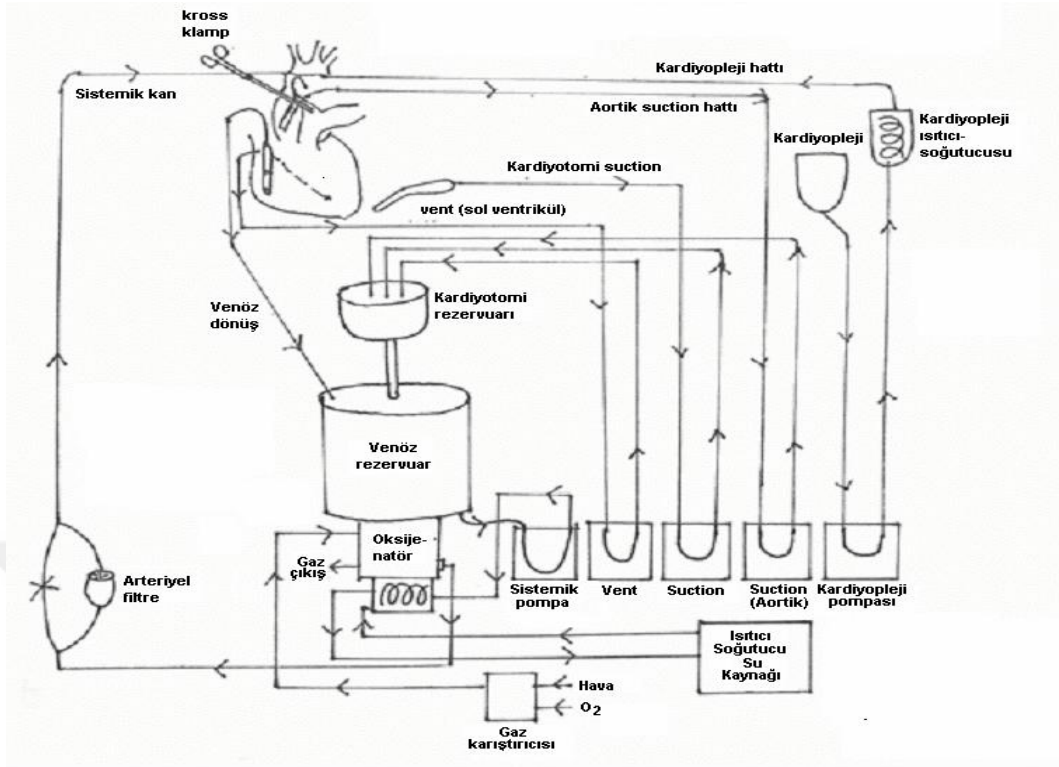
Gibbon 1953 yılında ilk kez kalp-akciğer makinesi kullanarak 18 yaşında bir kız hastada atriyal septal defekt tamirini başarıyla tamamlamış ve hasta kısa sürede iyileşmiştir. Bu başarılı operasyondan sonra kalp cerrahisinde büyük bir atılımla tüm dünyada çalışmalar büyük bir hızla devam etmiştir (16). 1955 yılında Mayo Klinikten John Kirklin ve arkadaşları açık kalp programı başlattılar. Gibbon IBM makinesi üzerine kendi geliştirdikleri bir kalp akciğer makinesi kullanarak dünyada kalp cerrahisine büyük bir katkıyla yön vermiştir. 1956 yılının sonunda tüm dünyada ve ülkemizde açık kalp ameliyatları yetişkin vakaları birçok merkezde yapılır duruma gelmiştir (17).

Ülkemizde kalp cerrahisinin ilk çalışması kapalı mitral komissurotomi ve perikardiyektomi ile başlamıştır. 1953 ve 1954 yıllarında İstanbul'da Nihat Dorken ve Fahri Arel, Ankara'da Orhan Mumin ve Hilmi Akın yapmışlardır. Sonraki zamanlar da Dorken ve Akın kapalı komissurotomi ve perikardiyektomi ameliyatlarını büyük bir serilikle yapmışlardır. Ülkemizde kardiyopulmoner bypas kullanarak ilk açık kalp ameliyatı 10 Aralık 1960 yılında Prof. Mehmet Tekdoğan tarafından 20 yaşında bir genç kıza Atriyal Septal Defekt ameliyatını başarıyla yapmıştır. Ülkemizde ilk seri halinde kalp-akciğer makinesi kullanarak Aydın Ataç ve Mehmet Tekdoğan tarafından başlandı. Nisan 1963'te Haydarpaşa Hastanesinde Siyami Ersek tarafından İngiliz doktorlar Wooler, Nixon ve Grimshow ekibi tarafından 4 ameliyat yapılmış olup iki

hasta kaybedilmiştir. Ekim 1963'te Siyami Ersek ve ekibi açık kalp ameliyatlarına başlamış ve ilk kapak ameliyatlarını S. Ersek, K. Beyazıt ve arkadaşları gerçekleştirmişlerdir. 1966'da dünyada ilk kez kalp naklini Christian Bernard yapmış ve o yıl içerisinde K. Beyazıt Ankara Yüksek İhtisas Hastanesinde, 2 gün sonrada S. Ersek İstanbul Haydarpaşa Hastanesinde yapmıştır. Temmuz 1967'de Gülhane Askeri Tıp Akademisinde ve aynı yılda Ege Üniversitesi Tıp Fakültesinde, 1968 yılında Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesinde açık kalp ameliyatları başlamıştır. 1980-1990 yılları arasında Avrupa'da ve ABD'deki yenilikleri takiben kalp-akciğer makineleri modern yapılarıyla açık kalp ameliyatlarında yaygın kullanılmaya başlanmıştır (18, 19).

Kalp-akciğer makinesi tıbbın geliştirdiği çok önemli bir makinedir. Kalp-akciğer makinesi kalp cerrahisinde daha önce tedavisi yapılamayan kalp problemlerinin ameliyat edilmesine olanak sağlamıştır. Bu yöntemin vücuda birtakım olumsuzlukları da görülmektedir. Günümüzde KPB yönteme bağlı olarak çeşitli organ ve sistemlerin fonksiyonlarında bozukluklar görülmektedir. Ancak açık kalp cerrahisinin yapılmasını olanak sağlayan ve başka bir seçeneği olmayan yöntem olarak kullanılmaktadır (20). EKD ana bileşenleri arteriyel ve venöz kanül, pompa, venöz rezervuar, oksijenatör, ısı değiştirici ve arteriyel filtreden oluşmaktadır. Temel görevi ise santral bir vende toplanan kanın alınarak venöz rezervuarda toplanması, toplanan kanın pompa ile oksijenatöre gönderilmesi ve oksijenize edilen kanın arteriyel hat ile tekrar vücuda geri gönderilmesi işlemidir (4).

Kardiyopulmoner bypas çalışma sistemi Şekil 1'de basite indirgenmiş olarak gösterilmektedir.



Şekil 4.1. Kardiyopulmoner bypas çalışma sistemi

4.2. Kardiyopulmoner Bypass Sisteminin Ana Komponentleri

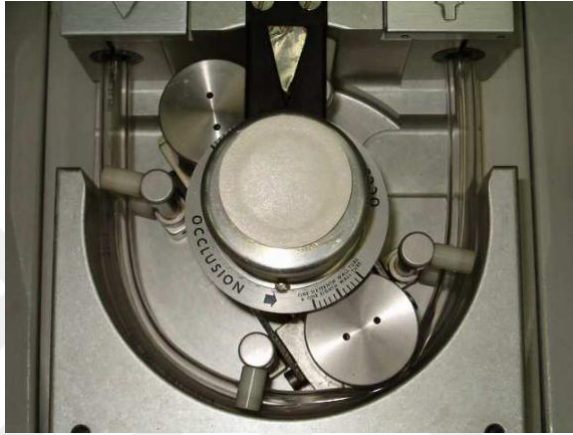
4.2.1. Pompalar

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

4.2.1.1. Roller Pompa

Roller pompa günümüzde en sık kullanılan basit, güvenli ve maliyet olarak ucuzdur. DeBakey tarafından geliştirilmiş ve günümüz teknolojisiyle daha kullanışlı şeklini

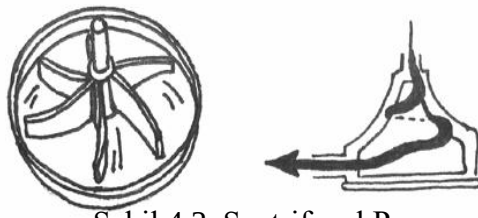
almaktadır. Roller pompanın çalışma sistemi içlerine yerleştirilen silikon, polivinil veya lateks tüplerden yapılmış olan arter pompa başlığı hattının takılması ile bir yön oluşturulup oklüzyon (pompanın arter başlığı hattına karşı sıkışıklık derecesi) yapılarak kanı ileriye doğru akım uygulayarak çalışma esasına bağlı olmaktadır. Oklüzyon ayarı ideal bir seviyede olması gerekmektedir. Oklüzyon ayarı yetersiz yapılmışsa etkili bir akım sağlamamakta ve oklüzyon ayarı fazla sıkı yapılmışsa pompa hatlarında basınç, yırtılmalar, bağlantı noktalarında patlamalar olmaktadır. Bu bozulmalar ile hava embolilerine neden olabilir (21).



Resim 4.1. Roller Pompa

4.2.1.2. Santrifugal Pompa

Santrifugal pompa güvenilir ve çalışması kolaydır. Roller pompaya göre daha maliyetlidir. Çalışma şekli hızla dönen konsentrik koniler ve bıçaklar yardımıyla çalışır. Santrifugal pompada akım çıkan hattaki basınçla orantılıdır. Bu durumdan dolayı elektromanyetik akım ölçer cihazlarıyla sürekli ölçüm yapılarak izlenmektedir. Pompa başlığına hava girdiğinde sistem durur ve masif hava embolisine karşı koruyucudur. Sol kalp bypassı ve geçici ekstra korporeal dolaşımda santrifugal pompa tercih edilmektedir. Roller pompaya göre üstünlüğü akım hattında tıkanma olsa dahi yüksek basınç oluşturmaz ve uzun süre kullanılmaktadır (22).



Şekil 4.2. Santrifugal Pompa

4.2.2. Oksijenatörler

Oksijenatörler akciğerlerde olduğu gibi kanı mümkün olduğunca geniş alana yayarak oksijen ile temasını sağlayan bölümdür. Oksijen ve karbondioksit değişimi bu bölümde gerçekleşir. Oksijenatörler bubble ve membran oksijenatör olarak iki çeşittir (23). Daha çok eskiden kullanımı olan bubble oksijenatörler günümüzde yerini membran oksijenatörlere bırakmıştır. Membran oksijenatörler iç çapı 100-200 µm olan içi boş mikro gözenekli polipropilen lifler içerir. Kan liflerin dışından geçtiği sırada gazlar membran liflerin içinden geçerek kan ve gaz safhaları birbirinden ayrılır. Membran oksijenatörlerin bu özelliği hava embolisi riskini azaltır ve kan gazı analizinin daha doğru sonuç vermesini sağlar. Yeni tasarım membran oksijenatörler, hava embolisini azaltmak için entegre bir filtreye sahiptir böylece ek olarak kullanılan arteriyel filtreleri gereksiz kılmaktadır. Isı değiştiriciler oksijenatörler ile entegre bir şekildedir ve amacı doymuş kanın sıcaklığındaki değişikliklerden kaynaklı gaz embolisi salınımını azaltmaktır (24).

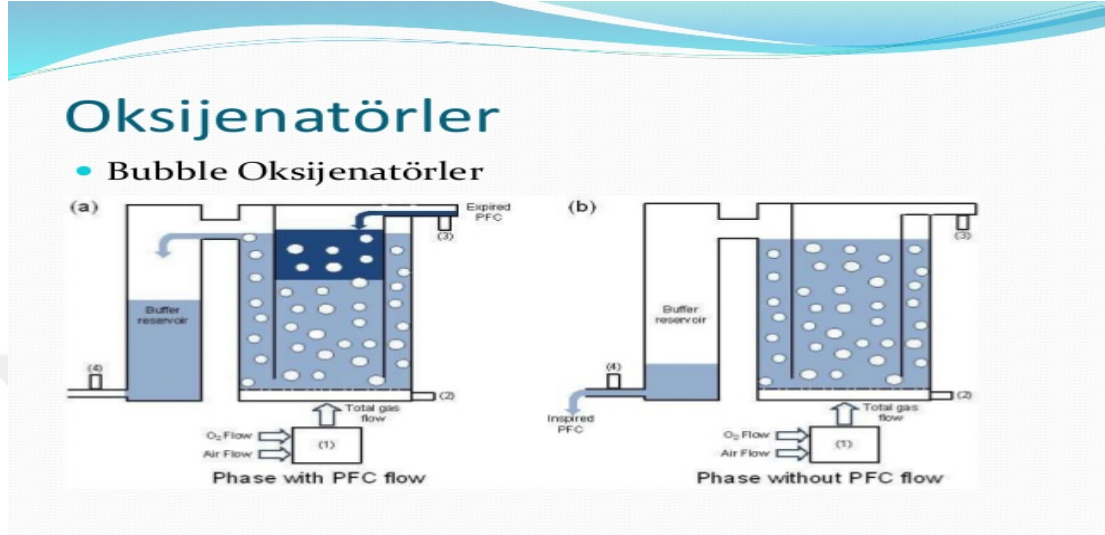


Resim 4.2. Oksijenatör

4.2.2.1. Buble Oksijenatör

Buble oksijenatörler, venöz rezarvuara birleşik bir yapıda bulunur. Hastadan gelen tubing setin venöz hat ile pompa arter başlığı arasında bulunmaktadır (4). Buble oksijenatörde oksijen gazı geçirilerek küçük hava kabarcıkları oluşturulur her bir kabarcığın etrafında ince bir film tabakası meydana gelir ve bu kabarcıklarla kanın oksijenlenip karbondioksitin fazlasının dışarı atılmasını sağlar. Buble oksijenatör

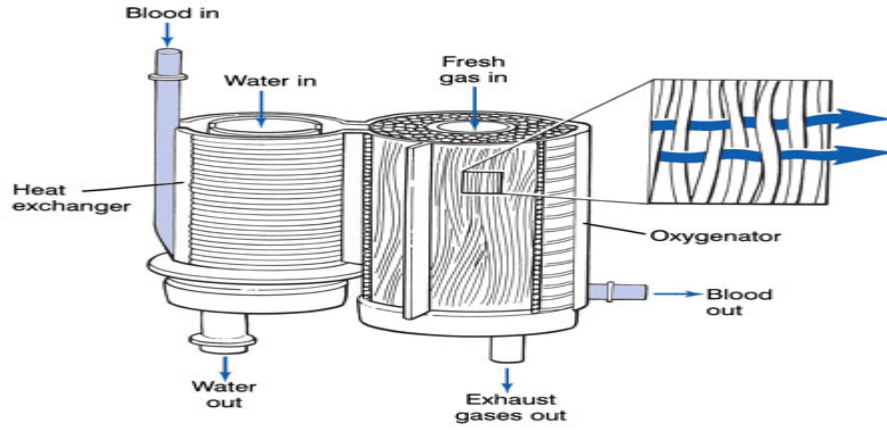
kullanmanın dezavantajları kan travmasının sürekli olarak devam etmektedir. Ayrıca sistemik inflamatuvar cevabın artmasına sebep olmakta nedeni ise her bir kabarcığı yabancı bir madde olarak algılamasından kaynaklanmaktadır. Gaz embolisi olma olasılığı yüksek seyretmektedir (25).



Şekil 4.3. Bubble Oksijenatör

4.2.2.2. Membran Oksijenatör

Membran oksijenatör gaz kan ile doğrudan temas içinde olmaz. Membran oksijenatörde ince mikropor membran ile kan ve gaz bölümlerini ayırır, gaz basınçla ilerleyerek oksijen kana geçer ve karbondioksit de dışarı atılır. Membran oksijenatörde kan travması daha az olmaktadır. Oksijenatör membranında oksijen ve karbondioksitin ana belirleyicileri karbondioksitin kandaki eriyikliği, difüze olabilmesi ve membrandaki giriş-çıkış basınç farklarıdır. Karbondioksit ve oksijen değişimi birbirinden bağımsızdır. Böylelikle gaz arttırıldığında oksijenlenmeye etkisi olmadan karbondioksit eliminasyonu artırabilmektedir. Membran yüzeyi sabit olduğunda kan ile karşılaştığına ilk dakikalarda plazma proteinler yüzeyi kaplayarak kan proteinlerin aktivasyonunu azaltmaktadır (26). Günümüzde yaygın ve güvenli kullanılan oksijenatördür. Tasarım şekli silindirik fiberli olan oksijenatördür, 470 ml oksijen ekleyebilirken 350 ml karbondioksiti uzaklaştırma kapasitesi bulunmaktadır. Başlangıçtaki prime dolum hacmi 220-560 ml ve dakikadaki akım hızı ise 1-7ml/dk-1 aralığı arasında değişme göstermektedir (21).



Şekil 4.4. Membran Oksijenatör

4.2.3. Venöz Rezervuar

Süperior ve/veya inferior vena kavalardan akan venöz kanın toplandığı bölümdür. Hava ile teması olan açık sistem ve hava ile teması olmayan kapalı sistem olarak iki çeşittir. Açık sistemin drenajı destekleyen vakum uygulama seçeneği olmasından ve venöz hat boyunca oluşan havanın pasif olarak çıkmasını sağlaması sebebiyle kullanımı daha yaygındır. Gelen kanı filtrelemek için kendi içinde ayrı bir kardiyotomi ve köpük önleyici devre içerir. Rezervuar kanın güvenli seviyede tutulmasını sağlayarak arteriyel hatta hava girmesini önler (24). Kapalı sistem ise sınırlı bir hacim kapasitesine sahiptir fakat kanın temas ettiği yapay yüzey alanı daha küçüktür. Kapalı sistemin bu özelliği inflamatuvar aktivasyon oluşumunu azaltır, daha iyi sterilite sağlar ve postoperatif transfüzyonu azaltır. Kapalı sistem gelen kanı filtrelemek amacıyla açık sistemden farklı olarak ayrı bir devre gerektirir (27).



Resim 4.3. Venöz Rezervuar

4.2.4. Kanüller

KPB kanülasyonunun amacı venöz kanı kalpten ve pulmoner dolaşımdan KPB devresine yönlendirmek ve oksijenize edilen kanın tekrar sistemik dolaşıma ulaşmasını sağlamaktır. Kanüller polivinilklorürden yapılır ve bükülme nedeniyle obstrüksiyonu önlemek amacıyla tel takviyelidir (24).

4.2.4.1. Arteriyal Kanül

Arteriyal kanül, kalp-akciğer makinesinin oksijenatör bölümünden oksijenlenmiş olarak çıkan kanın vücut dolaşıma gönderilmesi amacıyla kullanılmaktadır. Genellikle arteriyal kanül asendan aortaya yerleştirilmektedir. Ameliyat çeşidi ve hastanın durumuna göre farklı arterler de kullanılabilir. Bu arterler; femoral arter, iliak arter, aksiller arter ve abdominal aortadır. Arteriyal kanülün tipi ve boyutu, hastaların boy, kilolarına ve yerleştirilecek artere uygun belirlenmektedir (28).

4.2.4.2. Venöz Kanül

Venöz Kanül, hastanın venöz kanı yer çekiminin etkisiyle de kalp-akciğer makinesi elamanı olan venöz rezarvuara getirilmesini sağlamaktadır. Kanülün koyulduğu venler cerrahi işleme göre farklılık gösterir. Bu venler sağ atrium, venakava süperiyor ve venakava inferiyor, femoral, ilak ve juguler vendir. Venöz kanül de diğer kanüllerde olduğu gibi hastaların boy, kilo ve yerleştirilecek venlere göre çeşitlik göstermektedir (28).

4.2.5. Isı Değiştirici

KPB sırasında vücut ısısının kontrolü ısı değiştirici ile sağlanır. Isı değiştirici hatlarında 1-42°C arasında sıcaklığa ayarlanabilen su dolaşır. KPB’de kanın hastadan çıkışı ile girişi arasında ısı farkı vardır bu nedenle soğuma genellikle ısınmadan daha hızlı olur. Yetişkinde soğuma sırasında ısı dakikada 0.7-1.5°C arasında azalır, ısınma sırasında ise dakikada 0.2-0.5°C arasında artış görülür. Isınma veya soğuma sırasında mikrokabarcıkların oluşmaması için hasta ve perfüzyon arasındaki ısı farkı 12-14°C’den fazla olmamalıdır. Membran oksijenatörlerin çoğu hava embolisi riskini en aza indirmek amacıyla ısı değiştirici ile kompakt şeklindedir. Hava embolisi oluşumunu önlemek için vücut ısı ile perfüzyon hatlarındaki ısı farkı en fazla 5-10°C arasında tutulmalıdır (23).



Resim 4.4. Isı Değiştirici

4.2.6. Filtreler

KPB sırasında oluşan komplikasyonların başında hava, partikül ve gaz embolileri sayılmaktadır. Filtre kullanımı bu komplikasyonları önlemektedir. Ayrıca cerrahi alandan aspire edilerek venöz rezarvuara gelen yağ, kemik, kas ve sutur parçaları filtreler kullanılmazaydı sistemik dolaşıma girerek vücuda zarar verebilmektedirler. Başlıca kullanılan filtreler; arteriyel, gaz ve kardiyotomi filtreleri sayılmaktadır (25, 28).

Ekstrakorporeal dolaşım esnasında karşılaşılabilecek en büyük sorun mikroemboli oluşumudur. Emboli ile karşılaşılması kardiyak cerrahi sonucunu olumsuz etkilemekte ve nörolojik hasara yol açabilmektedir. İyi bir perfüzyon için emboliler inhibe edilmeli, oluşumuna izin verilmemelidir. Bu nedenle ekstrakorporeal dolaşım sistemindeki filtreler partikül ve gaz embolilerini yakalamak için kullanılmaktadır (29).

Arteriyel filtre ekstrakorporeal dolaşım sisteminin arter hattında bulunmaktadır. Gaz, yağ embolileri, agregat olmuş trombositleri, kırmızı kan hücrelerini içeren 40 μm 'den büyük mikroembolileri uzaklaştırmak için kullanılmaktadır (29). Bu filtreler 40 μm porlu, 600-900 cm^2 yüzey alanına, 7 lt/dk flow miktarına sahiptirler ve çoğu 200 ml prime volüme sahiptir. Filtre içinde oluşan basınç farkı ise 30 mmHg'dan azdır. Ekstrekorporéal dolaşım sistemine dahil olması bir kesinlik kazanmamıştır fakat kullanımı oldukça yaygındır (30).

Filtrasyon için kullanılmakta olan arteriyel filtreler elek (screen) ve derinlik (depth) şeklinde iki çeşittir. Bentley, Delta, Lifeline-Delhi ve Pall elek tipi, Swank ise derinlik tipi filtreler olarak üretilmektedir. Elek tipi filtreler naylon veya heparin kaplı polyester yapılı, 25-40 μm arasında değişen boyutları bulunmaktadır. Derinlik filtreler ise 13 μm

boyutunda dacron liflerden oluşmaktadır. Elek filtreler, vakumlama ve ayırma hızı sayesinde havayı, mekanik etki ve tutma yolu ile partikülleri uzaklaştırmakta iken derinlik filtreleri, lifler arasında kıvrımlı yol 27 oluşturup partikülleri mekanik olarak biriktirmekte ve kanın lifler arası yoldan geçişi sırasında hava yakalanarak uzaklaştırılmaktadır (29).

4.2.7. Arteriyel ve Venöz Devre Elamanları

KPB'ye başlamak için KAM cihazı ile hasta arasında bağlantıyı sağlayan sistemdir. Silikon, PVC hatlar ve konnektörlerden meydana gelmektedir. Polivinil klorid tüp setler dünya genelinde kullanılır. Bu hatlar sağlam, pürüzsüz, dayanıklı, şeffaf, sert, yapışmaya dirençli ve KPB'nin güvenle başlatılmasını sağlamaktadır. Farklı merkezlerde bu tüp set perfüzyonist çizimiyle hatların duvar kalınlıkları ve çapları değişmektedir. Isıyla sterilize edilmektedir. Tüp setlerin infant, pediatrik ve yetişkin boyutları bulunmaktadır. Tüp setleri kısa tutmak gerekli görülmektedir. Kısa hatlarda kan daha az yabancı yüzeyle karşılaşır ve prime solüsyonda daha az alınmaktadır. Bu durumdan dolayı hastaya verilen zarar en alt seviyede olmuştur. Tüp setin içerisinde arter, venöz, aspiratör, gaz, pompa başlığı, hızlı sıvı verme hatları, arteriyel filtre, üçlü musluk ve konnektörler bulunmaktadır (25).

4.2.8. Kardiyotomi Aspirasyon Sistemi

KPB sırasında cerrahi işlemin gerçekleştirildiği alandaki kanın perfüzata geri kazandırılmasını sağlar. Sistem çoğunlukla iki aspiratör, bir veya iki roller pompa, rezervuar ve filtreden oluşmaktadır (4). Sistem vakum derecesinin ayarlanarak kan travmasının azaltılmasını, hava ve debris embolilerinin ayrı bir filtre ve rezervuar aracılığıyla giderilmesini sağlamasının yanında hemoliz, partikül, yağ ve gaz mikroembolileri, hücresel agregasyon ve trombosit hasarının temel nedeni olabilmektedir (31).

4.2.9. Hemokonsantratörler

Yarı geçirgen membranlardan oluşan hemokonsantratörler ile kan içerisindeki su, elektrolit ve 20 kD üzerindeki moleküller transfer edilebilmektedir. Venöz veya arteriyel hatta bağlanabilir ve 500 mL/dk akım ile 180 mL/dk ya kadar sıvı geçişi sağlanabilmektedir (23).

4.2.9.1. Hemofiltrasyon

Hemofiltre kullanım alanlarında kompleks konjenital kalp ameliyatları, ameliyat süresi uzun sürmüş (>150 dk.) veya uzun sürebilecek olan hastalar yer almaktadır. Hasta ısıtıldığı sırada 28-30°C’de hemofiltrasyona başlanır ve hedeflenen hematokrit seviyesine ulaşılan kadar veya hedeflenen miktarda sıvı filtre edilene kadar sürdürülür (32).

4.2.9.2. Ultrafiltrasyon

Ultrafiltrasyon çoğunlukla pediyatrik kalp cerrahisinde tercih edilir ve KPB bitiminde uygulanabilir. Aort kanülü üzerinden ultrafiltratöre gelen kan oradan sağ atriya gider. Ultrafiltrasyonun hemofiltrasyondan temel farkı kan hacminin korunmasıdır (33).

4.2.10. Prime Solüsyonu

KPB’ye başlangıçta EKD sistemine eklenen volümdür. Plazmanın pH değeri ve iyonik değerine benzer dengeli elektrolit solüsyonlarıyla hazırlanan başlangıç volümüdür. Yetişkinde yaklaşık 2 lt seviyesinde hazırlanır. Anemik veya infant hastalarda başlangıç volümü olarak kan kullanılabilir (4).

4.2.10.1. Kristalloid Solüsyon

Normal değerlerde insan plazma elektrolit konsantrasyonlarına benzer içeriğe sahip volüm arttırıcı ve hemodilüsyon oluşturan solüsyondur. %5 dekstroz sudaki solüsyonu, dengeli kristalloid solüsyonları ve mannitol olmak üzere üç çeşittir. Dekstroz %5 hafif hipotonik ve asidotik (pH 7.40) içeriğe sahiptir. Dengeli kristalloid solüsyonları Laktatlı ringer (Hartmann) ve Plazmalyte A (Isolyte S) olarak sayılabilir. Bu solüsyonlar nötral bir pH değerine sahiptir ve insan plazmasında olan elektrolit iyon değerlerine benzer konsantrasyonda elektrolit içerir. Mannitol ise altı karbonlu polihidrik alkoldür ve düşük molekül ağırlıklı osmatik diüretik olarak kullanılır (34).

4.2.10.2. Kolloid Solüsyon

Plazma proteinleri normal plazmada birincil kolloidlerdir ve yüksek molekül ağırlığına (>30,000 g/mol) sahiptir. Albumin, Jelatinler ve Hidroksietilstarç olarak üç tipte kolloid solüsyon vardır. Albumin plazmada doğal olarak bulunur ve volüm arttırıcı bir proteindir. İnsan plazmasından soğuk etanol fraksiyonu yöntemiyle albümin

solüsyonu elde edilmektedir. Jelatinler sığır kollajenlerinin hidrolizi metoduyla oluşturulur. Ortalama molekül ağırlıkları 35,000 g/mol olduğundan idrar yoluyla kolaylıkla atılırlar bu sebeple onkotik etkileri azdır. Hidroksietilstarç ise mısır nişastasının hidrolizi ile oluşturulan polimerlerdir. Değişik büyüklükte ve sayıda hidroksil grubu içermektedir kullanılır (34).

4.2.11. Antikoagülasyon ve Nötralizasyon

KPB başlangıcında kanın damar dışına çıkarılması ile trombotik etki nedeniyle, heparin kullanılarak antikoagülasyon sağlanmaktadır. Heparin F12a, kallikrein, aktive kompleman ve plazmin gibi proteazlar ile F9a, F10a, F11a gibi pıhtılaşma faktörlerini inhibe eder ve doğal bir plazma proteini olan antitrombini aktive ederek antikoagülasyonu oluşturur. KPB’de heparin 300-400 IU/kg dozunda uygulanır, 30 dk aralıklarla yapılan aktive edilmiş pıhtılaşma zamanı (ACT) tetkiki ile kontrol edilir ve 400-470 sn değerlerinde veya üzerinde tutulması hedeflenir (35). KPB bitiminde heparin nötralizasyonu her 100 IU heparine karşılık 1 mg protamin uygulanarak sağlanmaktadır (36).

4.2.12. Kardiyopleji Çeşitleri ve Uygulama Yöntemleri

Kardiyopleji kimyasal yöntem ile kalbin diastolde arrest olmasını sağlayan, iskemi oluşumuna ve reperfüzyon hasarına karşı kalbi koruyan solüsyondur. Kan kardiyoplejisi ve kristaloid kardiyopleji olarak iki çeşit hazırlanmaktadır (37). Kimyasal elementlerden oluşan eriyikler kanla birlikte verildiğinde kan kardiyoplejisi adını alır. Kan kardiyoplejisi ile kalp oksijenlenirken arrest olur, ATP depoları korunur, kalbin arrest halinde oksijen ve ATP ihtiyacı karşılanırken yıkım ürünlerinin alandan uzaklaştırılması sağlanır. Kalbin hızlı bir şekilde diastolik arresti için en fazla kullanılan element potasyumdur. Kimyasal eriyikler kristaloid sıvıyla birlikte verildiğinde ise kristaloid kardiyopleji adını alır. Kardiyopleji direk olarak koroner ostiumlardan antegrad yol ile verilebilirken koroner sinüs ağzından retrograd olarak da verilmektedir (38).



Resim 4.5. Kalp Akciğer Makinesi

4.3. Doku Perfüzyonu

Metabolik talepleri karşılamak için oksidatif ATP üretimini mümkün kılan mitokondriye yeterli miktarda oksijen ve substrat sağlanması kan dolaşımının mutlak önceliği olarak kabul edilebilir (39). Oksijen iletim denkleminin üç bileşeni olan kardiyak çıkışı, hemoglobin konsantrasyonu ve arteriyel oksihemoglobin saturasyonu herhangi bir kardiyak problem karşısında göz önüne alınarak uygun bir yönetim formüle edilebilir. Doku oksijen iletimi küresel bir ölçüdür ve herhangi bir organ yatağında meydana gelen değişiklikleri ya da verilen miktarın metabolik ihtiyaçlar için yeterli olup olmadığını tamamen yansıtmayabilir. Organ seviyesinde kan akışı nörolojik (örn. sempatik innervasyon), biyokimya (pH, PCO_2 ve PO_2), hormonal (renin-anjiyotensin sistemi) ve vazoaaktif mediatörler (örn. nitrik oksit ve prostaglandinler) gibi ekstrinsik yollarla kontrol edilir. Otoregülasyon perfüzyon basıncındaki değişikliklerin sonucu olarak efferent arteriol tonu değişimiyle intrinsik yollarla kontrol edilir, fakat organlar akış bağımlılığı açısından aynı şekilde davranmazlar. Böbrek, beyin ve miyokardın bölgesel kan akımlarını arteriyel basınç aralığında sabit tutarak kendi kendilerini otheregüle ettikleri kabul edilir (40).

4.3.1. KPB Sırasında Doku Perfüzyonu

KPB operasyonu sırasında kalp ve akciğerler geçici bir süre için durdurulur. KPB sırasında amaç yeterli doku perfüzyonunun sağlanmasıdır. Isı değişimi, metabolik hızdaki değişiklikler, perfüzyon basıncı ve kan akış hızı gibi birçok faktör perfüzyona etki eder (41). Etkili olan faktörlerden biri de durdurulan kalbin fonksiyonunu

sağlayan, KAM bileşenlerinden pompadır. Etkili bir pompanın hava veya mikroembolik komplikasyonlarının en az olması, kan bileşenleri üzerinde en az travma oluşturmaması, güvenli olması ve yeterli akım sağlaması optimal doku perfüzyonunda etkilidir (42).

4.3.2. Kan Akımı

Vücudun oksijen ihtiyacı normal vücut ısısında 80-125 mL/dk/m²'dir ve 2.2 lt/dk/m²'lik kan akımı yeterlidir. Klinik uygulamalarda 28°C ve üstünde ısı değerlerinde, pediatriklerde 2.5 lt/dk/m² kan akımı gerekli iken yetişkinlerde 2.2 lt/dk/m²'lik kan akımı ile yeterli bir perfüzyon sağlanmaktadır (4). Vücut yüzey alanı (BSA) geniş olan hastalarda (BSA>2 m²) oksijenatörde oluşan yüksek akımın olumsuz etkilerini engellemek için kan akımı 1.8-2.0 lt/dk/m²'ye düşürülebilir. 28°C ısı değerinin altında hipotermi ile oksijen tüketimi doğru orantılı olduğundan 1.6 lt/dk/m²'lik kan akımı 2 saatlik güvenli bir periyot sağlar (43). 18-20°C'de derin hipotermi seviyesinde ise 1 lt/dk/m²'lik kan akımı yeterli perfüzyonu sağlar ve bu ısı değerlerinde 0.5 lt/dk/m² kan akımı ile 1 saate kadar güvenli bir periyod olduğu belirtilmektedir (44).

Optimal kan akımının sağlanamadığı durumlarda total kapiller yatağın perfüzyonunun bozulmasından kaynaklı total vücut oksijen ihtiyacı düşer ancak bir süre sonra kapiller yatağın açılmasıyla laktik asidemi ve metabolik asidoz oluşur. Optimal perfüzyonun saptanmasında miks venöz oksijen saturasyonu indeksi sıklıkla kullanılır. Çıkan değer ortalama hücresel oksijen basıncını yansıtır, fakat bu orantı pompa akımı yüksek ve tüm kapiller yatak perfüze oluyorsa geçerlidir. KPB sırasında klasik akım oranlarında miks venöz oksijen saturasyonu total vücut oksijen tüketimiyle zıt bir ilişki içerisinde olmasından ve arteriyovenöz şantlardan da etkilenmesinden ötürü miks venöz oksijen saturasyonu her zaman doğru kriter olmayabilir (45). Diğer taraftan ihtiyaç fazlası yüksek akım oranları da zararlı etkilere sahiptir. Oksijenatörden geçen kan akımı arttıkça ve artan kan akımıyla birlikte arteriyel kanüldeki basınç gradienti yükseldikçe daha fazla kan travmaya uğrar. İhtiyaç fazlası kan akımı "luxury" perfüzyon adı ile bilinmektedir ve beynin daha fazla mikroemboliye maruz kalmasına neden olduğu belirtilmektedir (46). Uygun kan akış hızı aşağıda verilen parametrelerin değerlendirilmesiyle belirlenmelidir (47):

- Asit baz dengesi
 - Baz açığı
- Anestezik seviye
- Arteriyel kan basıncı
- Serebral oksimetre
- Laktat yükü
- Oksijen iletimi ve tüketimi
 - Venöz pO₂
 - Arteriyel pO₂
 - Hemoglobin konsantrasyonu
 - Arteriyel oksijen saturasyonu
- SVR
- Sıcaklık
- Venöz oksijen saturasyonu

4.3.3. Kan Basıncı

KPB sırasında arteriyel basınç pompa akımı ve SVR arasındaki ilişki ile belirlenir. SVR sabit değerde ve santral venöz basınç 0 mmHg iken pompa akımı ayarlanarak ortalama arter basıncı değiştirilebilir. KPB sırasında SVR büyük değişimler göstererek arteriyel basıncı etkiler. En önemli değişim nedeni prime solüsyonun kana karışımı sonrası oluşan hemodilüsyon ve viskozitedeki azalmadır. SVR'yi etkileyen bir başka faktör de ısıdır. Hipotermiinin derinliğinin artmasıyla salınan vazokonstriktör maddeler direnci artırır ve normal vücut ısısında KPB'de direnç düşüklüğüne daha sık rastlanır. Ortalama arter basıncı normal vücut ısısında 50-70 mmHg iken orta hipotermide ise 45 mmHg ile yeterli perfüzyon sağlanır, fakat karotis ve renal arter stenozu gibi arteriyel patolojilerde perfüzyon basıncı daha yüksek tutulmalıdır (4).

KPB sırasında arteriyel basınç genellikle dar ve fizyolojik olmayan nonpulsatil formdadır. Parsiyel bypass sırasında sol ventrikül ejeksiyonu pulsatil akım oluşturabilir. Konvansiyel roller pompalar bir miktar pulsatil akım oluşturur, gerçek anlamda pulsatil akım ise inraaortik balon pompası, ekstrakorporeal balon (örn. pulsatil asist device), ventriküler tip pnömotik ya da hidrolik pompalar (Keele pompa, Polystan pulsatil pompa, vb.), modifiye roller pompalar (Sarns ve Stokkert), modifiye sentrifugal pompalar (Sarns vb.) ile sağlanmaktadır (48).

4.3.4. Viskosite

Su bazlı bir doku olması nedeniyle kan akışkan bir yapıya sahiptir. İntravasküler ortamdaki akışkanlık damar çapı ve fleksibilitesinin haricinde kan hücrelerinin sayısı, yapısı ve şekilleri ile fibrinojen, gamaglobülinler gibi makromoleküler yapıdaki plazma proteinlerinin yoğunluk, elektrik yükü, büyüklük ve çeşitlerinden de etkilenmektedir. Bu faktörlere viskozite etkenleri, kanın sahip olduğu akışkanlığa da kan viskozitesi denilmektedir (49).

Poiseuille yasası belli bir basınç değerinde sıvı akışının viskozite ile ters orantılı olduğunu belirtir. İnfüzyon pompaları tasarlanırken uygun basınç üretme kabiliyetini belirlemek için infüzyon viskozitesi dikkate alınmalıdır. Viskozite önceden ayarlanmış rezervuar yüksekliğinde yerçekimi destekli infüzyondaki akış hızını belirler. Akışkanlarda yüzey gerilimi, sıvı çıkış büyüklüğü ve şekli üretilen damlanın boyutunda etkilidir (50).

4.3.5. Gaz Değişimi

Akciğerlerde gaz değişimi sırasında meydana gelen difüzyon, ısı değişimi ve kimyasal reaksiyonların fiziksel süreçleri oksijenatörler için de geçerlidir. Fakat gaz değişimi oksijenatörlerde daha az verimlidir. Günümüz oksijenatörlerinde kandaki gaz değişimi bir zar yoluyla gerçekleşir (örn. sheet ve hallow fiber oksijeratörler). Oksijenatörlerde difüzyonel mesafeler insan akciğerine göre daha büyüktür, insan akciğerinde 10 μm 'lik bir mesafeyle karşılaştırıldığında yaklaşık olarak difüzyonel mesafe oksijenatörlerde 200 μm 'dir. Gaz değişimi yüzey alanı ise insan akciğerinde daha büyüktür 70-100 m^2 alan ile karşılaştırıldığında oksijenatörlerde gaz değişimi yüzey alanı 1,7-3,5 m^2 'dir (51).

KPB sırasında aşağıdaki maddeleri hesaba katarak protokol uyarınca gaz değişimi sağlanmalıdır (47):

- Bireysel hasta özellikleri/risk profili
- Oksijenatör tipi, tasarımı ve kullanım talimatları
- Kan akımı, sıcaklık ve metabolik talep

4.3.6. Arteriyal Kan Gazı

Kandaki fizyolojik olarak aktif gazların (pO_2 , pCO_2), kan pH'sı ve hemoglobin oksijen saturasyonun (SaO_2) kısmi basınçları kan gazı analizi ile belirlenir (CLSI, 2009).

Klinik yaklaşımda kan gazı analizi, hastalığın ciddiyeti ve metabolik durum hakkında bilgi verir. PaO₂ oksijenizasyonu, PaCO₂ alveolar ventilasyonu, PaO₂ ve PaCO₂ karşılıklı gaz alışverişini; pH, PaCO₂ ve HCO₃ asit baz durumunu gösteren parametrelerdir (52).

Tablo 4.1. Arteriyel Kan Gazı Normal Değer Aralıkları

Parametre	Değer aralığı
pH	7.35-7.45
PaCO ₂	35-45 mmHg
PaO ₂	80-100 mmHg
SaO ₂	%95-97
HCO ₃	22-26 mEq/L
Baz Açığı	± 3 mmol/L

Kaynak: 52 no'lu kaynaktan alınmıştır.

4.3.7. Glikoliz ve Laktat Üretimi

Glikoliz, hücreler tarafından glikoz alımı ve fosforilasyonunu takiben glikozun piruvat/laktat formuna parçalanma yoludur. Glikoliz ayrıca ATP oluşumu ile enerji üretimi için substratlar sağlamasının yanısıra glikojenez ve lipogenezin depolanma yolları için de substratlar sağlar (53).

Laktat (CH₃CH(OH)CO₂⁻) laktik asidin birleşik baz formudur. Laktik asit 3.86 pKa'ya sahiptir ve fizyolojik pH değerinde neredeyse tamamen iyonize olur (54). Laktat anaerobik metabolizmanın atık ürünüdür. Bununla birlikte aerobik koşullar altında piruvat'a dönüşümü ve ardından sitrik asit döngüsüne girmesi ile laktat oksidatif fosforilasyon için bir öncüdür (55).

Glikoz metabolizması, hücresel enerji ve biyosentetik ihtiyaçlar için karbon öncülerini sağlamada merkezi rol oynar (56). Hücre dışı asitleşmenin ana bileşeni glikolitik laktat üretimidir (57).

4.3.8. Hiperlaktatemi

Normal kan laktat seviyesi 0-2 mmol/L'dir ve 3-5 mmol/L'nin üzerindeki bir laktat değeri hiperlaktatemi olarak tanımlanır. Kalp cerrahisi hastalarında hiperlaktatemi hipoksik veya hipoksik olmayan mekanizmalardan oluşabilmektedir (54).

Hiperlaktatemi; KPB ile kalp ameliyatı geçiren hastalarda, doku hipoksisi nedeniyle veya ilaç tedavisi, kardiyopleji çözeltisi, hipotermi ve KPB'nin kendisi gibi hipoksik olmayan nedenlerden kaynaklanabilmektedir (58).

4.4. Açık Kalp Cerrahisinde Sık Görülen Komplikasyonlar

Açık kalp cerrahisi sonrası birçok komplikasyon ortaya çıkabilmektedir. Bunlara aşağıda kısaca değinilmiştir.

Kardiyak komplikasyonlar: Aritmi, kalp debisinde azalma ve kalıcı hipotansiyon gibi komplikasyonlar görülebilir. Ameliyattan sonra, kalp iskemik ve tam kasılmıyor olabilir. Buna bağlı olarak elektrolit dengesizlikleri ve ameliyatın iletim sistemine yakın olması ve iskemi nedeniyle aritmiler gelişebilir (59). Ameliyat sonrası bazı hastalarda vazodilatasyon ve hipotansiyon ile sonuçlanan ciddi reaksiyonlar açığa çıkarabilir (60, 61) Organ sistemlerinin yeterli perfüzyonu ve oksijenasyonu için cerrahi sonrası dönemde optimal kardiyak fonksiyonların sağlanması gerekir (62).

Pulmoner komplikasyonlar: Açık kalp cerrahisi geçiren hastalarda ameliyattan sonra solunum sistemine ilişkin atelektazi, gaz değişiminde bozulma ve pnömotoraks görülebilir (59). Bypass cerrahisi sırasında akciğerlerin ventile olamaması nedeniyle alveoller kollabe olabilir ve yeterli sürfaktan üretilemeyebilir. Hastaların, hemodinamisi stabil oluncaya kadar ve solunum fonksiyonları normale dönünceye kadar yoğun bakım ünitesinde ventilatöre bağlı kalırlar. Hemşire erken ekstübasyon için hastayı değerlendirmelidir. Ekstübasyon için; hastanın uyanık olması, solunum fonksiyonlarının yeterli olması, arteriyel kan gazlarının normal düzeyde olması, yardımcı solunum kaslarının solunuma katılması, hastanın vücut sıcaklığının normale dönmüş olması gereklidir (62). Ekstübasyon sonrası kollabe olmuş akciğer dokusu solunumu daha da güç hale getirir. Ayrıca aneztezüklerin mukus salgısını artırması, insizyon ve tüp yerlerinin ağrısı nedeniyle yeterli solunum sağlanamaz ve gaz değişiminde bozulmalar görülebilir. Erken ekstübasyon ve mobilizasyon pulmoner komplikasyonların azalmasına yardımcı olur (59, 61)

Literatür, cerrahiden sonra erken ekstübasyonun sol ventrikül performansını düzelttiği, erken mobilizasyonu sağlayarak pulmoner komplikasyonları azalttığı, yoğun bakım ve hastanede kalış süresini kısalttığı, kardiyo pulmoner morbiditeyi azalttığı, maliyeti düşürdüğü ve hasta konforunu artırdığını belirtmektedir (63).

Hematolojik komplikasyonlar: Bypass makinasının trombositlerin işlevini bozması, ameliyat sırasında antikoagülan tedavinin uygulanması, hipoterminin pıhtılaşma mekanizmasını değiştirmesi ve ameliyatın doku ve damarlara yaptığı travma nedeniyle inatçı kanamalar görülebilir. Kanın bypass makinesinin yüzeylerine çarpması sonucu

pıhtı oluşabilir (59). Ayrıca sıvı- elektrolit bozukluğu kardiyak cerrahi sonrası sık görülen bir durumdur (62). Aldığı ve tüm drenaj tüplerinden çıkardığı, tüm kalp debisi parametreleri ve elektrolit dengesizliği göstergeleri değerlendirilir (59). Sıvı alımı, bütün drenajlar dahil sıvı çıkışı ve saatlik aldığı çıkardığı takibi, santral venöz basıncı, kardiyak out-put ve elektrolit düzeyleri izlenmeli ve sıvı-elektrolit dengesizlikleri yönetilmelidir (64).

Nörolojik komplikasyonlar: Cerrahi girişim sırasında hava, trombüs, yağ, kalsiyum ve fibrine bağlı olarak serebral emboliler görülebilir. En sık görüleni hava embolisidir. Cerrahi sırasında uygulanan antikoagülasyon tedavisi intrakranial hemorajilere sebep olabilir (65). Glasgow Koma Skalası ile bilinci, pupilla büyüklüğü ve ışığa tepkisi, refleksler, yüz simetrisi, ekstremitelerde duyu ve motor fonksiyonları ve oryantasyonu, postperfüzyon sendromu açısından tepkileri yoğun bakım hemşireleri tarafından değerlendirilir ve kaydedilir (59, 64, 66).

Renal komplikasyonlar: Kalp cerrahisi girişim sonrası değişik derecelerde renal fonksiyon bozukluğu görülebilir. 32 Hastanın saatlik aldığı çıkardığı takibi yapılmalı, idrar miktarı ve dansitesi, rengi, serum elektrolitleri izlenmeli, volüm kaybı değerlendirilmelidir (59).

Ağrı komplikasyonu: Kalp cerrahisi geçiren hastalarda en yoğun yaşanan sorunlardan biri ağrıdır. Ağrı, sternum ve bacak insizyonları ve göğüs tüpleri nedeniyle oldukça yoğun hissedilmektedir (62). Cerrahi girişim sonrası ağrı tanılmasında ağrı şiddeti, ağrı tipi, yeri ve zamanı, ağrıyı arttıran ve azaltan faktörler, hastanın ağrı yönetimine yanıtı değerlendirilir ve hastaya uygun analjezi uygulaması yapılır (64). Etkili ağrı kontrolü hastanın konfor düzeyini yükseltecek hemodinaminin stabil olmasına yardımcı olacaktır (62).

Bunların dışında da açık kalp ameliyatının vücut üzerinde çeşitli etkileri bulunmaktadır. Açık kalp cerrahisi geçiren hastalarda yüksek laktat seviyeleri (hiperlaktatemi) sık karşılaşılabilen bir durumdur ve postoperatif komplikasyonlar ile ilişkili olduğu çeşitli çalışmalarda bildirilmektedir (67, 68, 69, 70). Yüksek laktat seviyelerinin nedeni tam olarak bilinmese de olası mekanizma doku hipoksisidir. KPB sırasında ortaya çıkan hemodilüsyon ve düşük periferik oksijen sunumu doku hipoksisine neden olmaktadır. Oksijen sunumu kritik bir değerin altına düştüğünde oksijen tüketimi sunuma bağımlı hâle gelmekte ve laktik asidoz oluşmaktadır (58, 71).

KPB sırasında inflamatuvar yanıt olarak salınan bazı sitokinler ve diyabetojenik hormonlar laktat yüksekliğine, insülin rezistansına ve kan şekerinde artışa neden olmaktadır (72, 73). Yapılan çalışmalarda da ayrıca uzamış kardiyopulmoner baypasın yüksek laktat seviyeleri için bir risk faktörü olduğu belirtilmektedir (74, 75). Ek olarak yüksek doz β_2 agonist ajan kullanımının da laktat seviyelerinde artışa neden olduğu bildirilmektedir. Bu nedenle de KPB sonrası komplikasyonlar ile ilişkili artmış laktat seviyelerini önlemek ve risk faktörlerini tanımlamak çok önemlidir (58, 71).

Ameliyat sonrası erken dönemde solunum fonksiyonlarındaki yetersizlik, hasta entübe durumda ve kontrollü solunum yaparken ventile ettiği gaz karışımı ve ventilasyonun dakika hacmine karşı pO_2 ve $PaCO_2$ yanıtı ile anlaşılır. Hastada trakeal tüp çıkarıldığında tahmin edilen solunum fonksiyonları kadar, pO_2 ve $PaCO_2$ ölçümleri de kullanılan solunum fonksiyonu göstergeleridir. Yetişkinde 45 mmHg altında, küçük çocukta 50 mmHg altında, infantta 55 mmHg altındaki $PaCO_2$ yeterli ventilasyon hacmini belirler. Bu evrede pO_2 hafif düşüktür ve genelde kardiyopulmoner bypass sonrası ilk birkaç gün böyle kalır. Bu durum genişlemiş alveolla arteriyel O_2 farkından dolayıdır. Fakat hasta rahat görünüşlü ve solunumu da normaldir (76).

5. MATERYAL ve METOT

5.1. Araştırmanın Örneklemi

Araştırmaya İstanbul Medipol Üniversitesi Hastanesinde 15.12.2019-15.03.2020 tarihleri arasında ameliyat süresi 100 dakikanın üstünde olan açık kalp ameliyatı olan 60 (30 entegre oksijenatör kullanılan, 30 entegresiz oksijenatör kullanılan) hasta örneklem olarak alınmıştır. Araştırmaya başlamadan önce İstanbul Medipol Üniversitesi Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurul Başkanlığı'ndan gerekli izinler alınmıştır.

Araştırmada Medtronic Affinity marka entegresiz oksijenatör, Medtronic Fusion marka entegreli oksijenatör kullanılmıştır.

5.2. Araştırmaya Dahil Edilme Kriterleri

- Açık kalp ameliyatı olan yetişkin hastalar
- Ameliyat süresi uzamış hastalar
- Elektif şartlarda ameliyat olan hastalar
- Ultrafiltrasyon uygulanmayan hastalar

5.3. Araştırmaya Dahil Edilmeme Kriterleri

- Çocuk hastalar
- Acil hastalar
- Ek hastalığı (DM, KOAH, Astım vb.) olmayan hastalar

5.4. Verilerin Toplanması

Araştırma retrospektif bir araştırma olup, hastalara ait tanımlayıcı (yaş, cinsiyet) bilgiler, ameliyat öncesi ve sonrası PO₂, PCO₂, Glikoz ve Laktat değerleri arşiv bilgilerinden elde edilmiştir.

5.5. İstatistiksel Analiz

Veriler SPSS 22.0 for Windows programı ile bilgisayar ortamında analiz edildi. Öncelikle verilerin normallik dağılımı için Kolmogorov-Smirnov testi yapıldı ve normal dağılmadıkları tespit edildi. Bu nedenle parametrik olmayan testlerden Mann Whitney U ve Wilcoxon işaret testleri uygulandı. Tanımlayıcı bilgiler için sayı ve yüzde analizi; PO₂, PCO₂, Glikoz ve Laktat için ortalama ve standart sapma analizi yapıldı. İstatistiksel anlamlılık $p < 0,05$ olarak kabul edildi.

6. BULGULAR

Entegreli ve entegresiz oksijenatör kullanılarak yapılan açık kalp ameliyatlarında PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat değerlerinin ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası değerleri ve bu değerlerin çeşitli faktörlerle karşılaştırılmalarına ilişkin bulgular aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 6.1. Pompa ve Aort Klemp Süreleri

Entegreli Oksijenatör		Entegresiz Oksijenatör	
Pompa Süresi	Aort Klemp Süresi	Pompa Süresi	Aort Klemp Süresi
106,86±34,22	78,34±30,41	110,9±34,13	80,48±33,46

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların pompa süresi ortalaması 106,86±34,22 dk., Aort klemp süresi 78,34±30,41 dk.; Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların pompa süresi ortalaması 110,9±34,13 dk., Aort klemp süresi 80,48±33,46 dk. olarak saptandı.

Tablo 6.2. Tanımlayıcı Değişkenlerin Dağılımları

Yaş	Entegreli	Entegresiz	p
Yaş Ortalaması	56,6±13,9	60,3±9,07	*0,318
Cinsiyet			
Erkek	20 (%66,7)	22 (%73,3)	**0,389
Kadın	10 (%33,3)	8 (%26,7)	

*Mann-Whitney U testi, **Ki-Kare testi

Çalışmaya dahil edilen entegreli oksijenatör kullanılan hastaların yaş ortalaması 56,6±13,9, entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların yaş ortalaması ise 60,3±9,07 olup yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0,05).

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların %66,7'si erkek, %33,3'ü kadın; entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların %73,3'ü erkek, %26,7'si kadın olup istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0,05).

Tablo 6.3. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PO2 Değerlerinin Karşılaştırmaları

	Entegre Oksijenatör		Entegresiz Oksijenatör	
	AÖ	AS	AÖ	AS
PO2	276,4±43,2	214,4±119,3	240,6±64,74	171,2±46,1
*Z		-3,99		-4,35
p		<0,001		<0,001

Wilcoxon testi

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PO2 değeri 276,4±43,2, ameliyat sonrası PO2 değeri ise 214,4±119,3 saptanmış olup PO2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,05$).

Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PO2 değeri 240,6±64,7, ameliyat sonrası PO2 değeri ise 171,2±119,3 saptanmış olup PO2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,05$).

Tablo 6.4. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PCO2 Değerlerinin Karşılaştırmaları

	Entegre Oksijenatör		Entegresiz Oksijenatör	
	AÖ	AS	AÖ	AS
PCO2	33,2±3,8	30,8±3,8	33,6±4,9	30,2±5,7
*Z		-2,8		-3,097
p		0,005		0,002

Wilcoxon testi

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PCO2 değeri 33,2±3,8, ameliyat sonrası PCO2 değeri ise 30,8±3,8 saptanmış olup PCO2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,05$).

Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PCO2 değeri 33,6±4,9, ameliyat sonrası PCO2 değeri ise 30,2±5,7 saptanmış olup PCO2 değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p<0,05$).

Tablo 6.5. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası Glukoz Değerlerinin Karşılaştırmaları

	Entegre Oksijenatör		Entegresiz Oksijenatör	
	AÖ	AS	AÖ	AS
Glukoz	116,3±41,1	163,8±49,3	125,8±33,3	171,7±44,9
*Z		-4,7		-4,703
p		<0,001		<0,001

Wilcoxon testi

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi Glukoz değeri $116,3 \pm 41,1$, ameliyat sonrası Glukoz değeri ise $163,8 \pm 49,3$ saptanmış olup Glukoz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi Glukoz değeri $125,8 \pm 33,3$, ameliyat sonrası Glukoz değeri ise $171,7 \pm 44,9$ saptanmış olup Glukoz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

Tablo 6.6. Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası Laktat Değerlerinin Karşılaştırmaları

	Entegre Oksijenatör		Entegresiz Oksijenatör	
	AÖ	AS	AÖ	AS
Laktat	$1,4 \pm 1,61$	$2,23 \pm 1,77$	$1,12 \pm 0,49$	$2,2 \pm 1,45$
*Z		-4,48		-4,71
p		<0,001		<0,001

Wilcoxon testi

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi Laktat değeri $1,4 \pm 1,61$, ameliyat sonrası Laktat değeri ise $2,23 \pm 1,77$ saptanmış olup Laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi Laktat değeri $1,12 \pm 0,49$, ameliyat sonrası Laktat değeri ise $2,2 \pm 1,45$ saptanmış olup Laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

Tablo 6.7. Erkek Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırmaları

	PO ₂		PCO ₂		GLUKOZ		LAKTAT	
	AÖ	AS	AÖ	AS	AÖ	AS	AÖ	AS
	$245,9 \pm 56,5$	$187,4 \pm 101,1$	$33,3 \pm 3,5$	$30,9 \pm 4,9$	116 ± 29	$159,1 \pm 37,9$	$1,1 \pm 0,3$	$1,9 \pm 1$
Z		-4,958		-3,978		-5,579		-5,546
p		0,00		0,00		0,00		0,00

Wilcoxon testi

Erkek hastaların ameliyat öncesi ve sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat değerlerinin karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$). PO₂ ve PCO₂ değerlerinin ortalamalarına bakıldığında; ameliyat öncesi değerlerinin ameliyat sonrası değerlerinden daha yüksek olduğu, Glukoz ve Laktat değerlerinin ortalama değerlerinin ise ameliyat sonrasında daha yüksek olduğu saptandı.

Tablo 6.8. Kadın Hastaların Ameliyat Öncesi ve Sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırmaları

	PO ₂		PCO ₂		GLUKOZ		LAKTAT	
	AÖ	AS	AÖ	AS	AÖ	AS	AÖ	AS
	287,8±49,5	205,3±68,2	33,8±6,1	29,6±4,6	132,7±51,1	188±59,7	1,6±2,1	2,8±2,4
Z	-3,48		-2,225		-3,622		-3,446	
p	0,001		0,026		0,00		0,001	

Wilcoxon testi

Kadın hastaların ameliyat öncesi ve sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat değerlerinin karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05). PO₂ ve PCO₂ değerlerinin ortalamalarına bakıldığında; ameliyat öncesi değerlerinin ameliyat sonrası değerlerinden daha yüksek olduğu, Glukoz ve Laktat değerlerinin ortalama değerlerinin ise ameliyat sonrasında daha yüksek olduğu saptandı.

Tablo 6.9. Entegreli ve Entegresiz Oksijenatör Kullanılan Hastaların Ameliyat Sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat Değerlerinin Karşılaştırmaları

	Grup	n	Ortalama Sıra	U	p
PO ₂	Entegreli	30	34,05	343,5	0,115
	Entegresiz	30	26,95		
PCO ₂	Entegreli	30	33,50	360	0,183
	Entegresiz	30	27,50		
Glukoz	Entegreli	30	28,15	379,5	0,297
	Entegresiz	30	32,85		
Laktat	Entegreli	30	29,40	417	0,625
	Entegresiz	30	31,60		

Wilcoxon testi

Entegreli ve Entegresiz Oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat değerlerinin karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0,05).

7. TARTIŞMA VE SONUÇ

Entegreli ve entegresiz oksijenatör kullanılan uzamış açık kalp ameliyatı olan hastaların ameliyat öncesi ve ameliyat sonrası PO₂, PCO₂, Glikoz ve Laktat seviyelerine ilişkin bulgular ve ilgili literatürle karşılaştırmaları aşağıda yer almaktadır.

Ülkemizde her hastane tercihlerine uygun olarak kalp akciğer makinesi kullanılmaktadır. Her ne kadar cihazlar için bazı standartlar belirlenmiş olsa da hastaneler maliyetleri de düşünerek kendilerine en uygun cihazı kullanmaktadırlar. Fakat bazı cihazların komplikasyonları daha fazla olduğundan (örneğin Bubble oksijenatörler; gaz embolisi, gaz-kan temas alanının yüksek olması ve buna bağlı gelişen enflamatuvar yanıtı dolaylı olarak kullanım alanı dışında kalmıştır).

Çalışmaya dahil edilen entegreli oksijenatör kullanılan hastaların yaş ortalaması 56,6±13,9, entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların yaş ortalaması ise 60,3±9,07 olup yaş ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0,05).

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların %66,7'si erkek, %33,3'ü kadın; entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların %73,3'ü erkek, %26,7'si kadın olup istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı (p>0,05).

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PO₂ değeri 276,4±43,2, ameliyat sonrası PO₂ değeri ise 214,4±119,3 saptanmış olup PO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05). Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PO₂ değeri 240,6±64,7, ameliyat sonrası PO₂ değeri ise 171,2±119,3 saptanmış olup PO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05).

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PCO₂ değeri 33,2±3,8, ameliyat sonrası PCO₂ değeri ise 30,8±3,8 saptanmış olup PCO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05). Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi PCO₂ değeri 33,6±4,9, ameliyat sonrası PCO₂ değeri ise 30,2±5,7 saptanmış olup PCO₂ değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05).

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi Glukoz değeri 116,3±41,1, ameliyat sonrası Glukoz değeri ise 163,8±49,3 saptanmış olup Glukoz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı (p<0,05). Entegresiz oksijenatör

kullanılan hastaların ameliyat öncesi Glukoz değeri $125,8 \pm 33,3$, ameliyat sonrası Glukoz değeri ise $171,7 \pm 44,9$ saptanmış olup Glukoz değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

Erkek hastaların ameliyat öncesi ve sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat değerlerinin karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$). PO₂ ve PCO₂ değerlerinin ortalamalarına bakıldığında; ameliyat öncesi değerlerinin ameliyat sonrası değerlerinden daha yüksek olduğu, Glukoz ve Laktat değerlerinin ortalama değerlerinin ise ameliyat sonrasında daha yüksek olduğu saptandı.

Kadın hastaların ameliyat öncesi ve sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat değerlerinin karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$). PO₂ ve PCO₂ değerlerinin ortalamalarına bakıldığında; ameliyat öncesi değerlerinin ameliyat sonrası değerlerinden daha yüksek olduğu, Glukoz ve Laktat değerlerinin ortalama değerlerinin ise ameliyat sonrasında daha yüksek olduğu saptandı.

Entegreli oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi Laktat değeri $1,4 \pm 1,61$, ameliyat sonrası Laktat değeri ise $2,23 \pm 1,77$ saptanmış olup Laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

Entegresiz oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat öncesi Laktat değeri $1,12 \pm 0,49$, ameliyat sonrası Laktat değeri ise $2,2 \pm 1,45$ saptanmış olup Laktat değerleri arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptandı ($p < 0,05$).

. Ranucci ve ark. (74) uzun süren KPB ve düşük O₂ sunumu sonucu laktat seviyesinde artışın ortaya çıktığını, pulsatil olmayan kan akımının özellikle bölgesel hipoperfüzyon ile birlikte olduğu ve bunun sonucunda da postoperatif yüksek laktatın meydana geldiğini savunmuşlar ve kan glukoz seviyesi ≥ 160 mg/dl olmasını hiperlaktatemi için cut-off değer olarak kabul etmişlerdir. Bizim çalışmamızda da görüleceği üzere glikoz değeri 160'ın üstünde bulunmuştur. KPB sırasında oluşan yüksek laktat seviyesi nedenlerini ve etkileyen faktörleri araştıran çalışmalara bakıldığında; laktat seviyesinin artışına sebep olan en sık nedenin KPB süresi olduğu belirtilmiştir (58, 67, 71). Kardiyak cerrahi sonrası hastaların prognozunu belirlemek amacıyla birçok parametre araştırılmakta ve takip edilmektedir. Bu parametrelerden biri de kan laktat düzeyinin ölçülmesidir. Laktat seviyesinin operasyon sırasında ve postoperatif dönemde yükselmesi tam olarak netleşmese de sık karşılaşılan metabolik bir bozukluktur (77). Demers ve ark. (78) 60 yaş, düşük sol ventrikül EF, acil cerrahi

prosedür, HT, DM, konjestif kalp yetmezliği ve revizyon operasyonlarının hiperlaktatemi gelişmesinde etkili faktörler olarak bildirmiştir. Maillet ve ark. (58) ise araştırmaları sonucu acil vakaların, KPB süresinin, intraoperatif vazopressör kullanımının hiperlaktatemi riskini arttırdığını belirtmiş, ancak yaş ile ilişkili olmadığını ifade etmiştir. KPB’da meydana gelen hiperlaktateminin, düşük periferik O₂ sunumuna ve aşırı hemodilüsyon sonucu görülen organ hipoksisine bağlı olduğu düşünülmektedir. Nonpulsatil KPB’nin özellikle bölgesel hipoperfüzyon ile birlikte olduğu ve bunun sonucunda da postoperatif hiperlaktatemi ortaya çıktığı savunulmuştur (79). Bizim çalışmamız da KPB süresi uzayan hastaları kapsadığından, ilgili çalışmalarla uyumlu bulunmuştur. Ranucci ve ark. (74) yaptıkları çalışmalarında uzun süren KPB ve düşük O₂ sunumuyla beraber hiperlaktatemi ortaya çıktığını ifade etmişlerdir. Ayrıca bu vakalarda hipergliseminin de görüldüğünü vurgulamışlardır. Cerovic ve ark. (80) laktat seviyesini prognostik faktör olarak kullanmış ve eğer 48 saat içinde normal değere gelirse hasta prognozunun iyi olduğunu belirtmişlerdir. Bu nedenle kritik hastalarda kan laktat seviyesinin ve klirensinin monitörizasyonu önermişlerdir. Çalışma grubunda bulunan hastaların postoperatif dönemdeki ortalama laktat düzeylerinin 2,71 mmol/L olduğu saptanmıştır. Buna bağlı olarak da hastaların prognozunun iyi olduğu ve postoperatif dönemde kalıcı hasarın gelişmediği düşünülmektedir.

Entegreli ve Entegresiz Oksijenatör kullanılan hastaların ameliyat sonrası PO₂, PCO₂, Glukoz ve Laktat değerlerinin karşılaştırmalarında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmadı ($p>0,05$).

Bu çalışma sonucunda; entegreli ve entegresiz oksijenatörlerin birbirlerine üstünlüklerinin olmadığı saptandı. Çalışmanın kısıtlı sayıda hasta ile yapılması ve tek merkezli olması nedeniyle genele yayılacak sonuç doğurmamaktadır. Benzer çalışmalar yapıldıkça her iki oksijenatörün PO₂, PCO₂, Glikoz ve Laktat değerleri açısından faydalı mı olduğu yoksa zararlı mı olduğu konusunda daha fazla bilgi sağlayacağı sonucuna ulaşıldı.

8. KAYNAKLAR

1. İsbir S. Sistemik Anti-inflamatuar Yanıt, Demirkılıç U, İçinde: Ekstrakorporeal Dolaşım. 1. Baskı. Ankara: Eflatun Yayınevi, 2008.
2. Ersayın Kantaş H. Eksrekorporeal Dolaşımın Perfüzyon Prensipleri. Türkiye Klinikleri J Cardiovasc Surgery. Special Topics, 4(2):6-13, 2012.
3. Sarıbülbül O. Kalp akciğer makinası: Ekstrakorporeal dolaşım, İçinde: Duran E. Kalp ve damar cerrahisi, Birinci baskı. İstanbul: Çapa Tıp Kitabevi, 2004.
4. Büket S, Engin Ç, Uç H, Ayık MF. Kardiyopulmoner Bypass. İçinde. Paç M, Akçevin A, Aka SA, Büket S, Sarıoğlu T. Kalp ve Damar Cerrahisi. 2. baskı. Ankara: MN Medikal & Nobel Tıp Kitap Sarayı, 2013.
5. Kocakulak M, Açık Kalp Cerrahisinde Pulsu Perfüzyonun Erken Dönem Etkileri, Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi, 2001.
6. Karaarslan Yüksel Ö. Tek damar off pump ve on pump (Lima-Lad) koroner arter bypass cerrahisi yapılmıG hastalarda major kardiyovasküler olay insidansının karşılaştırılması, Celal Bayar Üniversitesi Kalp ve Damar Cerrahisi, Uzmanlık Tezi, Manisa, 2015.
7. Salavitar A, Qiu F, Kunselman A, Ündar A. Evaluation of the Quadrox-I neonatal oxygenator with an integrated arterial filter. Perfusion, 25:409-15, 2010.
8. Qiu F, Peng S, Kunselman A, Ündar A. Evaluation of Capiox FX05 oxygenator with an integrated arterial filter on trapping gaseous microemboli and pressure drop with open and closed purge line. Artif Organs, 34:1053-7, 2010.
9. Su XW, Undar A. Brain protection during pediatric cardiopulmonary bypass. Artif Organs, 34:91-102, 2010.
10. Ündar A, Palanzo D, Qiu F, Alkan-Bozkaya T, Akcevin A, Talor J, et al. Benefits of pulsatile flow in pediatric cardiopulmonary bypass procedures: from conception to conduction. Perfusion, 26 Suppl 1:35-9, 2011.
11. Passaroni AC, Moraes Silva MA, Yoshida WB. Cardiopulmonary bypass: development of John Gibbon's heart-lung machine. Braz J Cardiovasc Surg. 30(2):235-45, 2015.
12. Edmunds LH. Advances in the Heart-Lung Machine After John and Mary Gibbon. Ann Thorac Surg. 76: 2220–3, 2003.

13. Melrose DG. A history of cardiopulmonary bypass. In: Taylor KM ed: Cardiopulmonary bypass. London: Chapman and Hall Ltd. p.1-7, 1986.
14. Livesey SA, Lenox SC. Historical aspects, In: Kay PH ed: Techniques in Extracorporeal circulation. Oxford: Btdutterworth-Heinemann Ltd., 1992.
15. Miller GV. King of hearts: The true Story of the maverick Who Pioneered Open Heart Surgery. Crown. 2000.
16. T.C. Millî Eğitim Bakanlığı, Biyomedikal Cihaz Teknolojileri, Kalp Akciğer Makinesi, Ankara. 2013.
17. Aytaç A, Total Correction For Fallot Tetralogy. Operative and late results of 156 Cases. Pahlavi Medical Journal. 6:83, 1975.
18. Duran E. Dünyada kalp damar cerrahisinin tarihçesi. İçinde: Duran editör. Kalp ve damar cerrahisi. İstanbul: Çapa Tıp kitabevi. 2004.
19. Tokcan A, Yalnız H. Türkiye’de kalp cerrahisinin tarihçesi. İçinde: Duran E. Ed. Kalp ve Damar cerrahisi. İstanbul, Çapa Tıp Kitabevi, 2004.
20. Hessel EA, Murphy GS, Groom RC, Ghansah JN. Kardiyopulmoner bypass: Ekipman, devreler ve patofizyoloji, İçinde: Hensley FA, Martin D Gravlee GP Kardiyak anestezi. Ed: Grawlee GP. (Denker Ç, Çev.) 5.baskı Ankara: Güneş Tıp Kitabevleri, 2014.
21. Hammon JW. Extracorporeal circulation In: Cohn LH, editör Cardiac Surgery in Adult. Boston: Mc Graw –Hill. 350-414, 2008.
22. Leschinsky BM, Itkin GP Zimin NK, Centrifugal blood pumps –a brief analysis: development of new designs. Perfusion. 6:115-121, 2001.
23. Günaydın S, Yılmaz S. Ekstrakorporeal Devrelerin Dizayn ve Temel Prensipleri Enstrümantasyon. İçinde. Demirkılıç U, editor. Ekstrakorporeal dolaşım. Ankara: Eflatun Yayınevi, 2008.
24. Sarkar M, Prabhu V. Basics of cardiopulmonary bypass. Indian J Anaest. 61:760-7, 2017.
25. Zeybek R, İşkesen İ. Klinik Perfüzyon El Kitabı 2. Baskı, Manisa, 1999.
26. Buket S. Çağatay E. Kardiyopulmoner baypas, İçinde: Paç M Akçvin A, Aka S Buket S. Sarıoğlu T. Kalp ve Damar Cerrahisi Medikal, Nobel, 2004.
27. Zangrillo A, Garozzo FA, Biondi-Zoccai G, Pappalardo F, Monaco F, Crivellari M, et al. Miniaturized cardiopulmonary bypass improves short-term outcome in

cardiac surgery: A meta-analysis of randomized controlled studies. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 139:1162-9, 2010.

28. Solak H, Gönüş N. Ekstrakorporeal Dolaşım Nobel Tıp Kitabevleri, 2005.

29. Chilton V, Klein A. Equipment and monitoring. In: *Cardiopulmonary Bypass*. Ghosh S, Falter F, Cook D (Editors). Cambridge: Cambridge University Press. 1-22, 2009.

30. Mejak BL, Stammers A, Rauch T, Vang S, Viessman. A retrospective study on perfusion incidents and safety devices. *Perfusion.* 15: 51-61, 2000.

31. De Haan J, Boonstra PW, Monnick SHJ et al. Retransfusion of suctioned blood during cardiopulmonary bypass impairs hemostasis. *Ann Thorac Surg.* 59:901-7, 1995.

32. Kay PH, Munsch CM, *Techniques in extracorporeal circulation*. London: Arnold, 2004.

33. Gaynor JW. Use of modified ultrafiltration after repair of congenital heart defects. *Semin Thorac Cardiovasc Surg Annu.* 1:81-90, 1998.

34. Sarı T. Prime Solüsyonları. İçinde Demirkılıç U, editor. *Ekstrakorporeal dolaşım*. Ankara: Eflatun Yayınevi, 2008.

35. Despotis GJ, Joist JH. Anticoagulation and anticoagulation reversal with cardiac surgery involving cardiopulmonary bypass: An update. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 13:18-29, 1999.

36. Kirklin JK, Chenoweth DE, Naftel DC et al. Effects of protamine administration after cardiopulmonary bypass on complement, blood elements, and the hemodynamic state. *Ann Thorac Surg.* 41:193, 1986.

37. Şenay Ş, Alhan C. Kardiyopleji Çeşitleri ve Kardiyopleji Verme Teknikleri. İçinde Demirkılıç U, editor. *Ekstrakorporeal dolaşım*. Ankara: Eflatun Yayınevi, 2008.

38. Atay Y, Okur FF, Ayık MF. Kalp Cerrahisinde Miyokard Koruması. İçinde. Paç M, Akçevin A, Aka SA, Büket S, Sarıoğlu T, editor. *Kalp ve Damar Cerrahisi*. 2. baskı. Ankara: MN Medikal & Nobel Tıp Kitap Sarayı, 2013.

39. Vincent JL, De Backer D. Oxygen transport—the oxygen delivery controversy. *Intensive Care Med.* 30:1990–6, 2004.

40. Mongardon N, Dyson A, Singer M. Pharmacological optimization of tissue perfusion. *Br J Anaesth.* 103:82–8, 2009.

41. Boldt J, Suttner S, Brosch C, Lehmann A, Röhm K, Mengistu A. Cardiopulmonary bypass priming using a high dose of a balanced hydroxyethyl starch versus an albumin-based priming strategy. *Anesth Analg.* 109: 1752-62, 2009.
42. Erentürk S, Akçevin A, Olga R, Aytaç A. İki Farklı Kalp-Akciğer Pompası Sisteminin Kan Üzerindeki Etkilerinin Karşılaştırılması. *T Kim Kardiyoloji.* 10:99-102, 1997.
43. Fox LS, Blackstone EH, Kirklin JW, Steward RW, Samuelson P. Relationship of whole body oxygen consumption to perfusion flow rate during hypothermic cardiopulmonary bypass. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 83:239, 1992.
44. Swain JA, McDonald TJ, Griffith PK et al. Low flow hypothermic cardiopulmonary bypass protects the brain. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 102:76, 1991.
45. Harris EA, Seelye ER, Barrat-Boyes BG. On the availability of oxygen to the body during cardiopulmonary bypass in man. *Br J Anesth.* 46:425, 1974.
46. Ergin MA, Gala JD, Lansman SL et al. Hypothermic circulatory arrest in operations on the thoracic aorta. Determinations of operative mortality and neurologic out-come. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 58:1040-9, 1994.
47. AmSECT. Standards and Guidelines For Perfusion Practice 2017. *J Extra Corporeal Technol.* Sep;45(3):156-66, 2017.
48. Driessen JJ, Fransen G, Rondelez L, Schelstraete E, Gevaert L. Comparison of the standard roller pump and a pulsatile centrifugal pump for extracorporeal circulation during routine coronary artery bypass grafting. *Perfusion.* 6:303-11, 1991.
49. Pearson TC, Rheology of the absolute polycythaemias. *Baillieres Clin Haematol.* 1(3):637-64, 1987.
50. Goodie DB, Philip JH. Viscosities of commonly infused substances. *Br J Anaesth.* 74(4):491-2, 1995.
51. Machin M, Allsager C. Principles of cardiopulmonary bypass. *British Journal of Anaesthesia.* (6):5, 2006.
52. Sarnaik A.P, Heidemann S.M. Respiratory pathophysiology and regulation. In: Behrman RE, Kliegman RM, Jenson HB (eds). *Nelson Textbook of Pediatrics* 18th edit. WB Saunders Company, Philadelphia. 1719-1726, 2007.
53. Guo X, Li H, Xu H, et al. Glycolysis in the control of blood glucose homeostasis. *Acta Pharmaceutica Sinica B.* 2(4):358–367, 2012.

54. Minton J, Sidebotham DA. Hyperlactatemia and Cardiac Surgery. *J Extra Corpor Technol.* 49:7–15, 2017.
55. Brooks GA. Intra and extra cellular lactate shuttles. *Med Sci Sports Exerc.* 32:790–9, 2000.
56. Mulukutla BC, Yongky A, Grimm S, Daoutidis P, Hu W-S. Multiplicity of Steady States in Glycolysis and Shift of Metabolic State in Cultured Mammalian Cells. *PLoS ONE.* 10(3): e0121561, 2015.
57. Wu M, Neilson A, Swift AL, Moran R, et al. Multiparameter metabolic analysis reveals a close link between attenuated mitochondrial bioenergetic function and enhanced glycolysis dependency in human tumor cells. *Am J Physiol.* 292:125-136, 2006.
58. Maillet JM, Le Besnerais P, Cantoni M, Nataf P, Ruffenach A, Lessana A, et al. Frequency, risk factors, and outcome of hyperlactatemia after cardiac surgery. *Chest.* 123:1361-6, 2003.
59. Kanan N. Kalp ve Damar Sisteminin Cerrahi Hastalıkları ve Bakımı. İçinde: Akyolcu N, Kanan N, Aksoy G (Editörler). *Cerrahi Hemşireliği* 2, 2. Baskı. İstanbul, Nobel Tıp Kitabevleri, 65-125, 2017.
60. Çobanoğlu A, İşbir S. Koroner Arter Bypass Cerrahisi. İçinde: Paç, M, Akçevin SA, Aka S, Büket T (Editörler). *Kalp ve Damar Cerrahisi.* Ankara, Medikal&Nobel. 657-667, 2004.
61. Bakalım T. Açık Kalp Cerrahisi Sonrası Sık Karşılaşılan Komplikasyonlar. Duran E (Editör). *Kalp Damar Cerrahisi.* 2. Baskı. İstanbul, Çapa Tıp Kitabevi. 1151-1162, 2005.
62. Üstündağ H, Aslan FE. Koroner Arter Bypass Greft Cerrahisi Uygulanan Hastaların Bakımı ve Konforu, *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi*, 15: 22-28, 2011.
63. Aşkar FZ, Çetin HY. Kalp Cerrahisi Hastalarının Yoğun Bakım İzlemi. İçinde: Paç M, Akçevin A, Aka SA, Büket S, Sarioğlu T. (Ed.). *Kalp ve Damar Cerrahisi.* Ankara. Medikal&Nobel. 293-319, 2004.
64. Dressler DK. Management of Patients with coronary vascular disorders. In, Smeltzer SC, Cheever KH, Hinkle JL, Bare BG (Eds.). *Brunner and Suddarth's Textbook of Medical-Surgical Nursing.* 12th. Philadelphia: Usa. Wolterskluwerhealth. 775–779, 2010.

65. Solak H, Solak T, Görmüş N, Solak IG. Koroner Arter Hastalıkları ve Cerrahisi, 2. Baskı, Elif Yayınevi, 27-62, 2010.
66. Badır A, Korkmaz FD. Koroner Arter Hastalıkları. İçinde: Karadakovan A, Aslan FE. (Ed.). Dahili ve Cerrahi Hastalıklarda Bakım, 3. Baskı. Ankara, Akademisyen Tıp Kitabevi, 431-473, 2014.
67. Jabbari A, Banihashem N, Alijanpour E, Vafaey HR, Alereza H, Rabiee SM. Serum lactate as a prognostic factor in coronary artery bypass graft operation by on pump method, *Caspian J Intern Med.* 4:662-6, 2013.
68. Kogan A, Preisman S, Bar A, Sternik L, Lavee J, Malachy A, et al. The impact of hyperlactatemia on postoperative outcome after adult cardiac surgery. *J Anesth.* 26:174-8, 2012.
69. Husain FA, Martin MJ, Mullenix PS, Steele SR, Elliott DC. Serum lactate and base deficit as predictors of mortality and morbidity. *Am J Surg.* 185:485-91, 2003.
70. Vernon C, Letourneau JL. Lactic Acidosis: Recognition, Kinetics, and Associated Prognosis. *Crit Care Clin.* 26:255-83, 2010.
71. Andersen LW. Lactate elevation during and after major cardiac surgery in adults: A review of etiology, prognostic value, and management. *Anesth Analg.* 125:743-52, 2017.
72. Cremer J, Martin M, Redl H, Bahrami S, Abraham C, Graeter T, et al. Systemic inflammatory response after cardiac operations. *Ann Thorac Surg.* 61:1714- 20, 1996.
73. Ottens TH, Nijsten MW, Hofland J, Dieleman JM, Hoekstra M, van Dijk D, et al. Effect of high-dose dexamethasone on perioperative lactate levels and glucose control: a randomized controlled trial. *Crit Care.* 19:41, 2015.
74. Ranucci M, Carboni G, Cotza M, Bianchi P, Di Dedda U, Aloisio T, et al. Hemodilution on cardiopulmonary bypass as a determinant of early postoperative hyperlactatemia. *PLoS One.* 10: e0126939, 2015.
75. Svenmarker S, Häggmark S, Ostman M. What is a normal lactate level during cardiopulmonary bypass? *Scand Cardiovasc J.* 40:305-11, 2006.
76. Çelik, S. (2007) Kardiyak Cerrahi Girişim Sonrası Solunum Komplikasyonları, *Yoğun Bakım Hemşireliği Dergisi.* 11(2):67-73, 2007.
77. Landow L. Splancnic lactate production in cardiac surgery patients. *Crit Care Med.* 21(Suppl): S84-S91, 1993.

78. Demers P, Elkouri S, Martineau R, Couturier A, Cartier R. Outcome with high blood lactate levels during cardiopulmonary bypass in adult cardiac operation. *Ann Thorac Surg.* 70:2082-6, 2000.
79. Ranucci M, De Toffol B, Isgrò G, Romitti F, Conti D, Vicentini M. Hyperlactatemia during cardiopulmonary bypass: determinants and impact on postoperative outcome. *Crit Care.* 10: R167, 2006.
80. Cerovic O, Golubovic V, Spec-Marn A, Kremzar B, Vidmar G. Relationship between injury severity and lactate levels in severely injured patients. *Intensive Care Med.* 29:1300-5, 2003.



9. ETİK KURUL ONAYI



T.C.
İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu Başkanlığı

Sayı : 10840098-604.01.01-E.9920
Konu : Etik Kurulu Kararı

25/02/2020

Sayın Tunay KURTAR

Üniversitemiz Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kuruluna yapmış olduğunuz “Erişkin Açık Kalp Cerrahisinde Kullanılan Entegre Filtreli ve Entegre Filtresiz Oksijenatörlerin Sistemik Etkilerinin Karşılaştırılması” isimli başvurunuz incelenmiş olup etik kurulu kararı ekte sunulmuştur.

Bilgilerinize rica ederim.

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

Ek:
-Karar Formu (2 sayfa)

Bu belge 5070 sayılı e-İmza Kanununa göre Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK tarafından 25.02.2020 tarihinde e-imzalanmıştır. Evrağınızı <https://ebys.medipol.edu.tr/e-imza> linkinden 47F35D8EX7 kodu ile doğrulayabilirsiniz.

İstanbul Medipol Üniversitesi
Kavacak Mah. Ekinçiler Cad. No.19 Kavacak Kavşağı - Beykoz
34810 İstanbul

Tel: 444 85 4
İnternet: www.medipol.edu
Ayrıntılı Bilgi İçin : bilgi@medipol.edu

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

Değerlendirilen Belgeler	Belge Adı	Tarihi	Versiyon Numarası	Dili
	ARAŞTIRMA PROTOKOLÜ/PLANI			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	OLGU RAPOR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
	BİLGİLENDİRİLMİŞ GÖNÜLLÜ OLUR FORMU			Türkçe ☐ İngilizce ☐ Diğer ☐
Karar Bilgileri	Karar No: 198		Tarih: 19/02//2020	
	Yukarıda bilgileri verilen Girişimsel Olmayan Klinik Araştırmalar Etik Kurulu başvuru dosyası ile ilgili belgeler araştırmanın gerekçe, amaç, yaklaşım ve yöntemleri dikkate alınarak incelenmiş ve araştırmanın etik ve bilimsel yönden uygun olduğuna "oybirliği" ile karar verilmiştir.			

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR ETİK KURULU

BAŞKANIN UNVANI / ADI / SOYADI Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK

Unvanı/Adı/Soyadı	Uzmanlık Alanı	Kurumu	Cinsiyet		Araştırma ile ilişki		Katılım *		İmza
Prof. Dr. Şeref DEMİRAYAK	Eczacılık	İstanbul Medipol Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Hanefi ÖZBEK	Farmakoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Prof. Dr. Mete ÜNGÖR	Endodonti	İstanbul Medipol Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Doç. Dr. Ilknur KESKİN	Histoloji ve Embriyoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr. Öğr. Üyesi Sibel DOĞAN	Psiko-onkoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E ☐	K ☒	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr. Öğr. Üyesi Mehmet Hikmet ÜÇİŞİK	Biyoteknoloji	İstanbul Medipol Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	
Dr. Öğr. Üyesi Devrim TARAKCI	Fizyoterapi ve Rehabilitasyon	İstanbul Medipol Üniversitesi	E ☒	K ☐	E ☐	H ☒	E ☒	H ☐	

* :Toplantıda Bulunma

İSTANBUL MEDİPOL ÜNİVERSİTESİ
GİRİŞİMSSEL OLMAYAN KLİNİK ARAŞTIRMALAR
ETİK KURULU KARAR FORMU

BAŞVURU BİLGİLERİ	ARAŞTIRMANIN AÇIK ADI	Erişkin Açık Kalp Cerrahisinde Kullanılan Entegre Filtreli ve Entegre Filtresiz Oksijenatörlerin Sistemik Etkilerinin Karşılaştırılması			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACI UNVANI/ADI/SOYADI	Tunay KURTAR			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ UZMANLIK ALANI	Öğrenci			
	KOORDİNATÖR/SORUMLU ARAŞTIRMACININ BULUNDUĞU MERKEZ	Edirne			
	DESTEKLEYİCİ	-			
	ARAŞTIRMAYA KATILAN MERKEZLER	TEK MERKEZ ☒	ÇOK MERKEZLİ ☐	ULUSAL ☒	ULUSLARARASI ☐

10. ÖZGEÇMİŞ

Adı	Tunay	Soyadı	KURTAR
Doğum Yeri	Uzunköprü/EDİRNE	Doğum Tarihi	27/1/1977
Uyruğu	T.C.		
E-mail	Tunaykurtar@hotmail.com		
Eğitim			
Lisans	Atatürk.Ünv. Sag. Yönetimi	2020	
Lise	Hüseyin Çorum Sağ. Mes. Lis.	1996	
Görevi	PERFÜZYONİST		
1.	Türk Böbrek Vakfı Eğt. ve Arş. Hst.	1996-2004	
2.	M.A.E.Eğt. ve Arş. Hst.	2010-2013	
3.	Edirne Devlet Hst.	2013-DEVAM	
Yabancı Dilleri	Okuduğunu Anlama	Konuşma	Yazma
İngilizce	ORTA	ORTA	ORTA
ALES Puanı	Sayısal	Sözel	Eşit Ağırlık
	60,58		
Program Kullanma Becerisi	İyi		
Microsoft Office	İyi		