

T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GÖĞÜS KALP DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI  
PERFÜZYONİST YETİŞTİRME PROGRAMI

**KARDİOPULMONER BYPASS' TA MAGNEZYUMUN  
ÖNEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YASEMİN BAKAR

DANIŞMAN  
Prof. Dr. M. HALİT ANDAÇ

ŞANLIURFA

2007

T.C.  
HARRAN ÜNİVERSİTESİ  
SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ  
GÖĞÜS KALP DAMAR CERRAHİSİ ANABİLİM DALI  
PERFÜZYONİST YETİŞTİRME PROGRAMI

**KARDİOPULMONER BYPASS' TA MAGNEZYUMUN  
ÖNEMİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

YASEMİN BAKAR

DANIŞMAN

Prof. Dr. M. HALİT ANDAÇ

Bu tez, Hr. Ü Araştırma Fon Saymanlığı Tarafından 784 proje numarası ile desteklenmiştir.

ŞANLIURFA

2007

**HARRAN ÜNİVERSİTESİ**  
**SAĞLIK BİLİMLERİ ENSTİTÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE**

Yasemin BAKAR' ın hazırladığı "Kardiopulmoner Bypass' ta Magnezyumun Önemi", konulu çalışma, 19/06/2007 tarihinde jüri üyeleri tarafından değerlendirilerek Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalında Perfüzyonist Yetiştirme Programı **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

**Prof. Dr. M.Halit ANDAÇ**  
**Harran Üniversitesi**  
**BAŞKAN**

**Yrd. Doç. Dr. Zeynep BAYSAL**  
**Harran Üniversitesi**  
**ÜYE**

**Doç. Dr. Zeynep ŞİMŞEK**  
**Harran Üniversitesi**  
**ÜYE**

---

**ONAY**

...../...../2007

.....

**Enstitü Müdürü**

## TEŞEKKÜR ve ÖNSÖZ

Kardiyopulmoner Bypass (CPB), günümüzde kalp cerrahisinin kullandığı en gelişmiş tekniklerden birisidir. Kullanılan bu teknik kardiyak cerrahi operasyonu geçiren hastalarda bir noktaya kadar fayda sağlasa da, bypass süresi uzadıkça hasarın görülme ihtimali ve oranı artmaktadır. CPB’ de hemodilüsyonun sağlanması için kullanılan prime solüsyonuna Magnezyum (Mg) konulmaktadır. Çalışmamızda, Mg’ un etkisini araştırdık.

Bu çalışmada beni yönlendiren ve çalışmamın her safhasında bana destek olan çok değerli danışmanım sayın Prof. Dr. M. Halit ANDAÇ’ a, değerli perüzyonist arkadaş Ezhar KORKMAZ’ a, Harran Üniversitesi Araştırma ve Uygulama Hastanesi Tıp Fakültesi Halk Sağlığı Anabilim Dalı öğretim üyesi Doç. Dr Zeynep ŞİMŞEK’ e, Anestezi Anabilim Dalı öğretim üyesi Yrd. Doç. Dr. Zeynep BAYSAL’ a, Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalından Dr. Salih AYDIN’ a ve Dr. Aydemir KOÇARSLAN’ a, biyokimya laboratuvarı çalışmalarında yardımcı olan sayın Abdullah TAŞCI’ ya ve Harran Üniversitesi Fen-Edebiyat Fakültesi Biyoloji bölümü yüksek lisans öğrencisi M. Aziz PARMAKSIZ’ a varlıkları ile bana güç veren, her anlamda bana destek olan ve bu zamana kadar hiçbir desteğini benden esirgemeyen sevgili aileme tüm içtenliğimle teşekkürü bir borç bilirim.

## GRAFİK DİZİNİ

Grafik	Sayfa No
Kontrol ve çalışma gruplarına ait Mg ortalamaları.....	30

## ŞEKİL DİZİNİ

Şekil	Sayfa No
1. Kalbin yapısı.....	5
2. Kalp-Akciğer Makinesi.....	9
3. EKG' de P:QRS:T Kompleksi.....	24
4. Atriyal Fibrilasyon.....	26

**TABLO DİZİNİ**

Tablo	Sayfa No
1. Kalp-akciğer makinesinin ana ve yardımcı komponentleri.....	11
2. Hastaların demografik bulguları.....	29
3. Kontrol ve çalışma grubunun preoperatif, peroperatif ve postoperatif dönemlerindeki Mg ortalamaları.....	29
4. Gruplardaki Atriyal Fibrilasyon' nun dağılımı.....	31

**KISALTMALAR**

ADP	Adenozin Di Fosfat
ASD	Atrial Septal Defekt
ATP	Adenozin Tri Fosfat
AV	Atrioventriküler
BKD	Büyük Kan Dolaşımı
Ca	Kalsiyum
CABG	Koroner Arter Bypass Graft
CPB	Kardiyopulmoner Bypass
CV	Kardiyo Vasküler
Dk	Dakika
EKG	Elektrokardiografi
Hct	Hemotokrit
Hg	Hemoglobin
G	Gram
IV	İntra Venöz
K	Potasyum
KKD	Küçük Kan Dolaşımı
KOAH	Koroner Obsrükatif Akciğer Hastalığı
Mg	Magnezyum
MgSO <sub>4</sub>	Magnezyum sülfat
P	Fosfor
SA	Sinoatrial
Sn	Saniye
VSD	Ventriküler Septal Defekt



# İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
1. GİRİŞ ve AMAÇ.....	1
2. GENEL BİLGİLER.....	3
2.1. Kardiyopulmoner Bypass'ın Tarihi Gelişimi.....	3
2.2. Kalbin Anatomisi.....	4
2.2.1. Kalbin büyüklüğü.....	4
2.2.2. Kalp zarı.....	5
2.2.3. Kalbin duvarları.....	6
2.2.4. Kalbin bölümleri.....	6
2.2.4.1. Sağ atrium.....	7
2.2.4.2. Sağ ventrikül.....	7
2.2.4.3. Sol atrium.....	8
2.2.4.4. Sol ventrikül.....	8
2.3. Perfüzyonistliğin Tanımı, Görev ve Yetkileri.....	9
2.3.1. Perfüzyonistin görev ve yetkileri.....	10
2.3.2. Operasyon sırasında perfüzyonistin görevleri.....	10
2.4. Kalp-Akciğer Makinesi ve Komponentleri.....	10
2.4.1. Pompa.....	11
2.4.1.1. Roller pompa.....	11
2.4.1.2. Sentrifugal pompa.....	12
2.4.2. Oksijenatör.....	12
2.4.2.1. Bubble oksijenatör.....	13
2.4.2.2. Membran oksijenatör.....	13
2.4.3. Venöz rezarvuvar.....	13
2.4.4. Isı değiştirici.....	14
2.4.5. Arteryel filtre.....	14
2.4.6. Aspirasyon sistemleri.....	14
2.4.7. Ultra filtrasyon filtresi.....	14
2.4.8 Kardiyopleji sistemi.....	15
2.5. Hazırlık Safhası.....	15
2.5.1. Hemodilüsyon.....	17
2.5.2 Heparinizasyon.....	18
2.5.3 Kanülasyon.....	18
2.5.4 İdeal perfüzyon akım oranları.....	19
2.5.4.1. Aortik kanülde yüksek basıncın sebepleri.....	19
2.5.4.2. Venözde kötü dönüşün sebepleri.....	19
2.5.5. Hipotermi.....	20
2.5.6. Hemoliz.....	20
2.6. Kardiyopulmoner Bypass'ın Sonlandırılması.....	21
2.7. Kardiyopulmoner Bypass'ın Akciğerdeki Sonuçları.....	21
2.8. Magnezyum.....	22
2.9. Elektrokardiografi.....	23
2.10. Kardiyopulmoner Bypass Sonrası Atriyal Fibrilasyon.....	25

3. MATERYAL ve METOD.....	27
3.1. Çalışma ve Kontrol Grubunun Oluşturulması.....	27
3.2. Örneklerin Hazırlanması.....	27
3.3. Test Çalışma Prosedürü.....	28
4. BULGULAR.....	29
4.1. Demografik Bulgular.....	29
4.2. Kontrol ve Çalışma Grubunun Mg Ortalamaları.....	29
4.3. Kontrol ve Çalışma Gruplarına Ait Ortalama Mg Grafiği.....	30
4.4. Gruplardaki Atriyal Fibrilasyon Değerleri.....	30
5. TARTIŞMA ve SONUÇLAR.....	32
6. KAYNAKLAR.....	36

## ÖZET

### **Kardiyopulmoner Bypass' ta Magnezyumun Önemi**

**Yasemin BAKAR**

Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Perfüzyonist Yetiştirme Programı

Yüksek Lisans Tezi

Kardiyopulmoner Bypass (CPB), kalbin pompalama ve akciğerlerin gaz alışverişi işlevinin geçici bir süre ile kalp-akciğer makinesi tarafından sağlanmasına denir. CPB, kalpten gelen venöz kandan karbondioksit (CO<sub>2</sub>) alıp oksijen ilave ederek geniş bir artere geri gönderen bir tekniktir. Sonuç olarak tam olarak sağlandığında, ekstra korporeal dolaşım, hem sirkülasyonu, hem de ventilasyonu sağlar.

Kardiyopulmoner Bypass (CPB) yaygın bir şekilde kullanılıyor olmasına rağmen bazı yan etkileri de bulunmaktadır. Bu yan etkiler; eritrositlerin parçalanması, pıhtılaşmada meydana gelen bozukluklar ve potasyum (K<sup>+</sup>), magnezyum (Mg<sup>++</sup>) gibi elektrolit kaybının olması şeklinde özetlenebilir.

Kardiyopulmoner Bypass (CPB)' ta hemodilüsyonun sağlanması için kullanılan prime solüsyonuna Mg konulmaktadır. Mg, CPB' den sonra postoperatif periyotta AF' nin sık tekrarlanma olayını azaltmaktadır.

Bu randomize kontrollü deneysel çalışmada; CPB cerrahisi uygulanması planlanan 30 hasta çalışmaya alındı. Bu hastalarda, çalışma sonuçlarını etkilememesi açısından majör sistemik hastalığı (KOA, ateletazi, troid hastalığı g.b.) olan hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir.

Demografik karakterleri yönünden önemli farklılıklar bulunmayan, CPB cerrahisi yönünden randomize seçtiğimiz ilk 15 hasta kontrol grubu olarak kabul edilip, hastalarda prime solüsyonuna Mg uygulanmasında kolaylık oluşturması açısından, MgSO<sub>4</sub> olarak ½ ampul (1.5 g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml enjeksiyonluk su), daha sonra gelen 15 hastanın yine demografik karakterleri yönünden benzer olup çalışma grubu olarak

belirlenip prime solüsyonuna 1 ampul MgSO<sub>4</sub> (1.5 g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml enjeksiyonluk su) konuldu.

Sonuç olarak; çalışma grubumuzda AF görülmemiştir. Kontrol grubu hastalarımızda ise AF % 33.3 oranında görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kardiyopulmoner Bypass, Magnezyum, Atrial fibrilasyon, Kalp-Akciğer Makinesi.

## **ABSTRACT**

### **IMPORTANCE OF MAGNESIUM DURING CARDIOPULMONARY BYPASS OPERATION**

**Yasemin BAKAR**

Training Program of Perfusionist A.B.D.

Thoracic and Cardiovascular Surgery Department of.

Master's Degree Thesis

Cardiopulmonary Bypass (CPB) is defined as providing the gas exchange function of the lungs and the pumping function of the heart by the heart-lung machine for a transient period. CPB is a method which adds oxygen into the venous blood originated from the heart by eliminating CO<sub>2</sub> and sending it back in to a large artery. Consequently, if the system is completely fixed, the extracorporeal circulation provides both the circulation and the ventilation.

Although CPB is often used, it bears some side effects. These side effects can be summarized as the destruction of the erythrocyts, coagulation defects and the loss of electrolytes such as potassium and magnesium.

Magnesium is being added in the priming solution for hemodilution during CPB. Mg decreases the recurrence of AF during the post CPB period. It means it has a positive effect.

In this randomized controlled trial study, 30 patients who had been planned for CPB, have been included in our study. Among these patients, we have excluded the patients who also had concomittant diseases ( such as chronic obstructive lung disease, atelectasis, thyroid diseases etc) not to disturb the results of the study.

Without meaningfull difference of demographic characteristics, we first randomly selected a control group of 15 patients who were going to receive CPB surgery. They were considered as control group and were given ½ amp. MgSO<sub>4</sub> (1.5g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml injectable water), the next group of 15 patients who were

demographically alike, have received 1 amp. MgSO<sub>4</sub> (1.5g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml injectable water)

In conclusion, AF has not been detected in our study group while in our control group % 33,3 of the patients AF has been detected.

Keywords: Cardiopulmonary Bypass, Magnesium, Atrial Fibrillation, Heart-Lung Pump.

# 1. GİRİŞ ve AMAÇ

Kalbin pompa işlevinin ve akciğerlerin, gaz alış verişi işlevlerinin geçici bir süre ile kalp-akciğer makinesi adı verilen cihaz yoluyla sağlanmasına kardiyopulmoner bypass (CPB) veya ekstrakorporeal dolaşım denir. Araştırmalara göre ilk suni kalp-akciğer makinesi 1885' te Frey ve Gruber tarafından yapılmıştır (30,42).

İlk defa 1950 yılında Minnesota grubu Blum ve Megibow tarafından belirtilen ve "kros sirkülasyon" denilen sistemle "azigos prensibini" geliştirmeye çalışıyordu. Kros sirkülasyon, ventriküler septal defektli (VSD) bir hastada ilk defa 26 Mart 1954' de uygulandı. Kros sirkülasyonda temel, donör bir insanı biyolojik akciğer olarak kullanmaktır (32).

Kardiyopulmoner bypass (CPB) yaygın bir şekilde kullanılıyor olmasına rağmen bazı yan etkileri de bulunmaktadır. Bu yan etkiler arasında; eritrositlerin parçalanması, pıhtılaşmada meydana gelen bozukluklar ve sodyum ( $\text{Na}^+$ ), potasyum ( $\text{K}^+$ ), magnezyum ( $\text{Mg}^{++}$ ) gibi elektrolit kaybının olması şeklinde özetlenebilir.

Magnezyum (Mg) hücre içi olarak en fazla bulunan ikinci, aynı zamanda tüm vücutta en fazla bulunan dördüncü katyondur (69). Erişkin insanlarda yaklaşık 21-28 gram (g) Mg bulunur. Bunun %60 kadarı kemiklerde, geri kalanının çoğu ise intraselüler olarak KC, çizgili kaslar, beyin ve eritrositlerdedir. Ayrıca diğer hücrelerde de bulunur. Adenozin Tri Fosfat (ATP) ile şelatlanarak kompleksler yapar ve böylece ATP'nin aşırı anyonik karakterini azaltır (53). Mg aynı zamanda 260 enzimin de kofaktörü olarak görev alır (69). Bunlar ATPaz' lar, fosfatazlar, kinazlardır (53). CPB geçiren hastalarda İntravenöz (IV) yoldan verilen Mg olumlu etkileri çeşitli çalışmalarla gösterilmiştir.

Magnezyum (Mg),  $\text{Na}^+$ - $\text{K}^+$  ATPaz ve  $\text{Ca}^{++}$  ATPaz g.b. iyon pompalarının membranında yer almaktadır. İyon pompaları için gerekli enerji ATP' nin Adenozin Di Fosfat (ADP) ve Fosfat' a (P) parçalanmasıyla elde edilir. Bu enerjinin elde edilmesinde

kofaktör olarak Mg bulunur. Mg azalması halinde aşırı duyarlılık (konvülsiyon, tetani) durumu meydana gelir. Mg birçok enzimin aktivatörü olduğundan proteinlerin, lipidlerin, nükleik asitlerin ve karbonhidratların sentezleri için gereklidir (53). Mg miktarındaki azalma hipomagnezemiye neden olmaktadır. Sadece kardiyak cerrahi geçiren hastalarda değil, aynı zamanda özellikle yoğun bakım ünitelerinde yatan hospitalize hastalarda, diğer bazı klinik durumlarda da görülen bir elektrolit bozukluğudur (12, 67). Mg miktarındaki artış ise hipermagnezemi oluşturur. Bu durumda; güçsüzlük, uyuklama ve derin bir anesteziye sebep olur(53). Mg dengesini çeşitli klinik durumlar ve hastalıklar değiştirebilir (65). Hücre içi Mg hücre dışından fazladır. Diyetle kalsiyum ( $Ca^{++}$ ), protein ve P miktarının fazla olması bağırsaktan Mg emilimini azaltır. Bazı araştırmacılar, kronik alkolizmi hastalarda hipomagnezemiye bağlanabilen kasta seyirmeler, garip hareketler, konvülsiyon ve deliriyum ile karakterize bir sendrom bulunduğu ileri sürülmüştür. Gastrointestinal sistem ve böbrek hastalıkları hipomagnezeminin başta gelen sebepleridir. Mg eksikliği diğer hastalıklara sekonder olduğundan primer hastalık Mg eksikliğini gölgeleyebilir (53).

Aritmi oluşumunda asit-baz ve elektrolit dengesi bozukluklarının etkisi bulunmaktadır. Elektrolit dengesizliği membran potansiyelini değiştirebilir. CPB' nin etkisiyle Postoperatif periyotta Mg eksikliği sık görülür. Bu durum hipomagnezemiye neden olur. Hipomagnezemi nedeniyle oluşan aritmi, antiaritmik tedaviye elektriksel kardiyoversiyona dirençli olabilir. Bu sebeple Mg eksikliği dokümanate edilmese bile dirençli aritmilerin tedavisinde Mg' da düşünölmelidir (61).

Biz bu çalışmada; CPB cerrahisi geçiren demografik karakterleri yönünden önemli farklılık bulunmayan, cerrahi operasyon yönünden randomize seçtiğimiz hastalarda prime solüsyonuna kolay uygulanabilmesi açısından magnezyum sülfat ( $MgSO_4$ ) olarak kullanılan farklı dozlardaki Mg değerinin erken postoperatif atrial fibrilasyon ve aritmiler üzerine etkisini araştırmayı amaçladık.



## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Kardiyopulmoner Bypass' ın Tarihi Gelişimi

Kalbin, pompa işlevinin ve kan-gaz arasındaki değişimin vücut dışında geçici bir süre ile kalp-akciğer makinesi denilen bir sistemle gerçekleştirilmesi olayına "CPB" ya da "Ekstrakorporeal Dolaşım" denir.

Araştırmalara göre ilk suni kalp-akciğer makinesi 1885' de Frey ve Gruber tarafından yapılmıştır (30, 42). İlk oksijenatör hava kabarcıklı (bubble oxygenator) olup Schröder tarafından 1882 yılında ortaya konulmuştur. 1890' da da daha komplike şekilde uygulanmıştır (21, 58). Membran oksijenatör ise Cloves (1956) (14) tarafından ortaya konmuş Kolff (1956) (59), Peirce (1962) (63), Bodell (1963) (8), Crystal (1964) (19), Raton (1967) (64) tarafından geliştirilmiştir.

Gibbon CPB' yi 1937' de hayvanlarda ilk defa başarı ile kullanmıştır (33, 34) ve ilk başarılı ameliyatını 6 Mayıs 1953' te atriyal septal defektli (ASD) bir hastada pompa oksijenatörü kullanarak, tam CPB desteği ile yapmıştır(32). Ne yazık ki başarılı olduğu ameliyattan sonra iki hastasını kaybedince çalışmalarına ara vermiştir (42).

1950 yılında Minnesota grubu ilk defa Blum ve Megibow tarafından belirtilen ve "kros sirkülasyon" denilen sistemle "azigos prensibini" geliştirmeye çalışıyordu. Kros sirkülasyonda temel, donör bir insanı biyolojik akciğer olarak kullanmaktı.

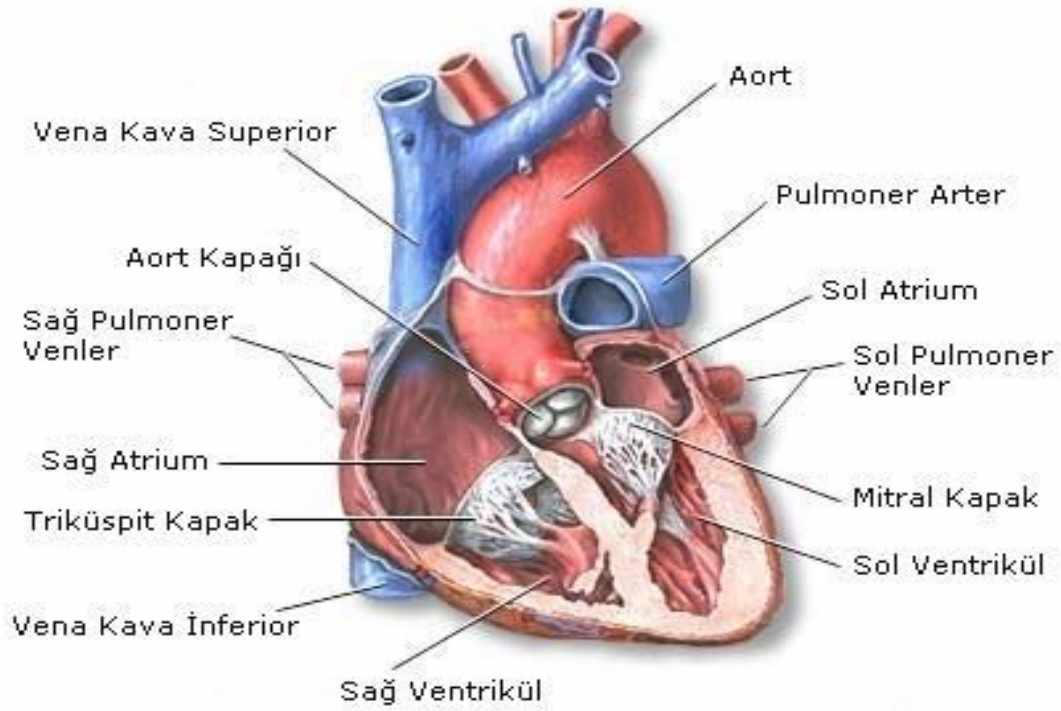
Kros sirkülasyon VSD' li bir hastada ilk defa 26 Mart 1954' de uygulandı. Lillehei ve Varco cerrahi operasyonu gerçekleştirirken Cohen ve Warden donörle ilgileniyorlardı; ama ameliyat sonrası hasta 11. gün öldü. Buna rağmen çalışmalar gelişti ve bir grup hastada başarı ile uygulandı (42, 50). Hızla yayılan bu yöntem dünyada halen modern tıbbın vazgeçilmezidir.

## **2.2. Kalbin Anatomisi**

Kalp, göğüs boşluğu içinde, her iki akciğer arasında, sternumun arkasında, orta mediastende yer almaktadır. Kalp apeksi sola ve aşağıya doğru yönelmiş eğik olarak yerleşmiştir. Yaklaşık olarak üçte ikisi sol toraks boşluğundadır (76.). Kalp, vücudun tüm bölümlerine kanı gönderen dolaşım sisteminin pompasıdır. Dolaşım sistemi kalp, arter ( atardamar ), ven (toplar damar ) ve kapillerlerden ( kılcal damarlar ) oluşmuştur. Kalp ritmik kasılmalarla kanı arterlere pompalar. Pompa görevi ventriküllerindir.

### **2.2.1.Kalbin büyüklüğü**

Yetişkin bir insan kalbinin büyüklüğü yaklaşık olarak, uzunluğu 12 cm, genişliği 8-9 cm, ön-arka çapı (kalınlığı) 6 cm. dir. Erkeklerde ağırlığı 280-340 g. kadında 230-280 g. arasındadır.



Şekil.1. Kalbin yapısı (27).

### 2.2.2. Kalp zarı

Kalp; perikard adı verilen iki tabakalı ve arasında sürtünmeyi azaltmak amaçlı az miktarda sıvı bulunan koruyucu bir tabaka ile kaplıdır. Perikard, fibröz ve seröz perikard olmak üzere ikiye ayrılır. Fibröz perikard; dış tabaka olup sağlam, beyaz bir dokudan oluşmuş ve gevşek yapıdadır. Seröz perikard; içteki tabaka olup bu da kendi içinde pariyetal ve visseral olarak ikiye ayrılır. Parietal tabaka, fibröz tabakayı kaplayıp, fibröz tabakanın altında büyük damarlara doğru 2 cm kadar giderek kendi üstünde geri dönmesiyle oluşturduğu tabakada visseral tabakadır (76).

### 2.2.3. Kalbin duvarları

Kalp üç duvardan meydana gelmektedir.

Endokard: En içteki tabaka olup kalp odacıklarının iç yüzeyini kaplayan, bir hücre katmanlı endotel tabakasından oluşmuş, odacıklarda düzgün bir yüzey oluşmasını sağlayan tabakadır.

Miyokard. Kalbin kas tabakasıdır. Buradaki kas hücreleri kasılmalara izin verecek yapıda bağlantılara sahip, kas hücreleri uzun şekillidir.

Epikard (visseral perikard) : Kalbin en dış tabakasıdır. Tek katlı mezotel hücre tabakası olup fibroelastik membran üzerinde yer almaktadır (76).

### 2.2.4. Kalbin bölümleri (kalp odacıkları)

Kalp dört odacıktan meydana gelmiştir. Bunlar;

- Sağ atrium,
- Sağ ventrikül,
- Sol atrium,
- Sol ventrikül

şeklindedir.

#### 2.2.4.1. Sağ atrium

Vücutun baş, kollar ve üst kısımdan venler aracılığıyla toplanan kan üst vena cava superior ve alt kısımdan gelen kanlar ise vena cava inferior ile sağ atriuma dökülür. CPB' de venöz kanülasyonun yapıldığı odacıktır. Kan sağ atriumdan atrioventrikuler (AV) kapaktan geçerek sağ ventriküle gelir. AV kapaklarda papiller kaslar ve chordae tendineae (fibroz korda) yer almakta olup, bunlar vasıtasıyla ventrikül duvarına bağlanmış leafletler vardır. Bu yapılar sayesinde tam bir kapanma oluşur.

Triküspit kapak; Sağ atrium ile sağ ventrikül arasındaki bulunan kapak, triküspit kapaktır. Kanın sağ atriumdan, sağ ventriküle geçmesini sağlayan delik "sağ ostium atrioventrikulare" olup burada sağ atrioventriküler kapak bulunur. Kapak 3 parçadan (leafletten) yapılmıştır ve her bir parça üçgen şeklindedir. Bu nedenle kapağa "triküspit kapak" adı verilmiştir (76).

#### 2.2.4.2. Sağ ventrikül

Kalbin en alta bulunan odacığdır. Üst tarafı düzgün bir yüzeye sahip olmasına rağmen alt tarafı kas demetleriyle kaplıdır. Sağ ventrikül kanı, ana pulmoner arter (trunkus pulmonalis) aracılığı ile oksijenlenmesi için akciğerlere gönderir.

Pulmoner kapak; Sağ ventrikül ile pulmoner arter arasındaki ön, sol ve sağ olmak üzere üç adet semilunar (yarım ay) kapakçıktan oluşur.

Pulmoner arter; Sağ ventrikülden gelen kanı akciğerlere taşır. Pulmoner arter venöz kan (kirli kan) taşıyan tek arterdir. İki dala ayrılarak her bir dal daha sonra kendi tarafındaki akciğere gider. Akciğerlerde oksijenlendikten sonra sol atriuma gelir. Bu dolaşıma "küçük kan dolaşımı" (KKD) ya da "pulmoner dolaşım" denir (76).

### 2.2.4.3. Sol atrium

Venler içerisinde tek temiz kan taşıyan ven pulmoner venlerdir. Akciğerlerde oksijenlenmiş kan pulmoner venler vasıtasıyla sol atriuma gelir (76).

### 2.2.4.4. Sol ventrikül

Kan ventrikül diastolü sırasında mitral kapaktan geçerek sol ventriküle gelir.

Mitral kapak; İki yaprakçıklı yapıya sahip, sol atrium ile sol ventrikül arasında ve tek yönlü akımın oluşmasını sağlayan kapaktır. Biküspid olarakta adlandırılmaktadır.

Sol ventrikül sağ ventriküle göre daha kuvvetli bir kas yapısına sahiptir. Bu yüzden duvar kalınlığı daha fazla olup, kalbin en kuvvetli odacığdır. Kan sol ventrikülden aortik kapak yardımıyla aortaya gönderilir.

Aortik kapak; Sol ventrikül ile aortu birbirinden ayıran yapıdır. Sol ventrikülden tek yönlü olarak kan akışını sağlar.

Aortik kapak darlığı;

Çocukluk yaşlarda konjenital,

Genç ve erişkin dönemde romatizmal,

Daha ileri yaşlarda ise kalsifik dejeneratif olarak daha sık görülür

Aortadan tüm vücuda doku ve organlara dağılan kan daha sonra venler vasıtasıyla tekrar tekrar sağ atriuma döner. Buna büyük kan dolaşımı (BKD) veya sistemik dolaşım denir (76).

### 2.3 Perfüzyonistliğin Tanımı Görev ve Yetkileri

Kardiyopulmoner bypass (CPB) ile kalp ve büyük damarlarda yapılacak operasyonda cerrah ve anesteziist ile birlikte iş birliği yaparak, kalp-akciğer makinesini kullanıp perfüzyon görevini üstlenen kişidir.



Şekil. 2. Kalp- Akciğer Makinesi (28)

### **2.3.1. Perfüzyonistin görev ve yetkileri**

Operasyon sırasında veya gerekirse postoperatif dönemde cerrah ve anestezişte yardımcı olmak, her an ECC gerektirebilecek operasyonlar için ameliyathanede hazır olarak bulunmak, cihazı hazırlamak ve kullanmakla sorumludur.

### **2.3.2. Operasyon sırasında perfüzyonistin görevleri;**

- Kan dolaşımının sağlanması,
- Sistemik soğutma-ısıtma,
- Oksijenlenmenin sağlanması ve karbondioksiti (CO<sub>2</sub>) uzaklaştırılması,
- Kanın, kalpten uzaklaştırılması (cerrahi alanın rahat çalışabilmesi için),
- Kanın konsantre edilmesi (Hemofiltrasyon-Modifiye Ultrafiltrasyon),
- Kalbe yardımcı olabilecek destek cihazlarının kullanılması (ventrikül destek aygıtları-VAD),

Miyokardın korunması (kan kardiyoplejisi-hipotermi). Şeklinde. Ayrıca beating yapılan ameliyatlarda da yine hazır bulunmak, tam ve doğru kayıt tutmak, her an ameliyat olabilecek şekilde cihazları hazır şekilde tutmak g.b. (4).

### **2.4. Kalp-Akciğer Makinesi ve Komponentleri**

Vena cavalardan yerçekiminin etkisiyle oksijenatöre gelen kanın, oksijenlendikten sonra arterial sisteme gönderilmesi, ameliyat sahasındaki kanları aspire edilebilmesi için pompaya ihtiyaç vardır. (9)



Kalp-akciğer makinesindeki komponentler oksijenatör, pompa, venöz rezervuar, arteryel filtre, ısı değiştirici, aspirasyon sistemleri, vent ve kardiyotomi rezervuarı, filtreler, ultrafiltrasyon filtresi, kardiyopleji sistemi.

Tablo 1. Kalp-akciğer makinesinin ana ve yardımcı komponentleri

CPB’de temel komponentler	CPB’ de yardımcı komponentler
Pompa	Aspirasyon sistemleri
Oksijenatör	Vent ve kardiyotomi rezervuarı
Venöz rezervuar	Kardiyopleji sistemi
Isı değiştirici	
Arteryel filtre	

### 2.4.1. Pompa

Kardiyopulmoner bypass (CPB)’ ta iki çeşit pompa kullanılmaktadır.

#### 2.4.1.1. Roller pompa

Kardiyopulmoner bypass (CPB)’ ta son 40 yıl içinde en fazla kullanılan pompadır. Çift başlıdır ve döner başlıkları vardır. Geniş kalın bir tüpün, ana pompa odacığına sıkıştırılması ile kanın ileriye doğru atılması sağlanır. Bu şekilde kesintisiz non-pulsatil bir akım sağlanmış olur. Akım;Tüpün büyüklüğüne, mesafeye ve roller’ in dakikadaki (dk) dönüş sayısına bağlıdır.

### 2.4.1.2. Sentrifugal pompa

Sentrifugal pompalarda fazla miktarda prime kullanılır. Pompaya giren hava miktarı fazla olursa, pompalanma durur. Hava pompalayamamaları nedeniyle hava embolisi riski düşer.

### 2.4.2. Oksijenatör

Akciğerlerin görevini gören oksijenatörlerdeki amaç, kanı geniş bir yüzeyde tutarak daha fazla hava ile temasını sağlayıp iyi oksijenlenmesini gerçekleştirmektir. Oksijenatörler ne kadar iyi olursa olsun akciğer kadar iyi fonksiyon görmesine imkan yoktur. Oksijenatörler ikiye çeşittir.

İdeal Bir Oksijenatörde Aranılan Özellikler;

Karbondioksit (CO<sub>2</sub>) eliminasyonu, respiratuvar asidoz veya alkaloza meydan vermeyecek şekilde normal sınırlar içinde bulunmalıdır,

- Prime volümü fazla olmamalıdır,
- Oksijenatörün tüm parçaları çok düz bir yüzeye sahip olmalı ki, kanın oksijenle teması hareketi, kan elementlerini tahrip etmeyecek şekilde hafif gerçekleşmelidir,
- Az parçalı, basit, montesi kolay, kolay temizlenebilir, minimal hemolizle çalışabilir, sterilizasyonu kolay ve ucuz olmalıdır.

#### **2.4.2.1. Bubble (hava kabarcıklı) oksijenatör**

Prensip, meydana gelen hava kabarcıklarının yüzeyinde kan-gaz alış-verişini sağlamaktır. Kabarcık ne kadar küçük ve çok sayıda olursa oksijenlenmede o kadar iyi olur; ama bu kabarcıkların oluşturacağı köpüklenmenin dolaşıma karışma ihtimali vardır. Kan elementlerini tahrip etmesi ve hava embolisi oluşturabilmesi yönünden dezavantajları da bulunmaktadır.

#### **2.4.2.2. Membran Oksijenatör**

Membran oksijenatördeki prensip, ince, semi-permeabl plastik bir membranla kanı  $O_2$ ' nin direkt etkisinden ayırmaktır. Bu membran, kanın oksijenlenmesini engellemez. Gaz alış verişi membranın yapıldığı maddeye, yüzey genişliğine, kalınlığına ve membranın iki tarafındaki gazların parsiyel basınçlarına göre değişir. Bu membranın hasarı diğer oksijenatörlere göre daha azdır; ama çok fazla yer tutması, hazırlığının uzun sürmesi ve pahalı oluşu nedeniyle fazla tercih edilmemektedir. Günümüzde daha çok bulunan şekilleri plastik membranlı Lande-Edwards ve Waters oksijenatörlerdir (9).

#### **2.4.3. Venöz Rezervuar**

Kan, inferior vena ve süperior vena cavalardaki kanüller aracılığıyla yerçekiminin etkisiyle, hastadan daha aşağıda bulunan bir rezervuara gelir. Venöz drenajının akım hızı masanın yüksekliğine, kanüllerin çaplarına ve santral venöz basınçlarıyla ilgilidir.

#### **2.4.4. Isı Değiştirici**

Sistemik ve serebral oksijen (O<sub>2</sub>) tüketimini azaltmak için hipotermiden yararlanılır. Bu yüzden bypass sırasında genelde orta derece ki hipotermi tercih edilir.

#### **2.4.5. Arteriyel Filtre**

Yaę zerrecikleri, trombus ve doku artıkları büyük ölçüde CPB sistemine girer. Bunlardan kaynaklanabilecek sistemik emboliyi önlemek amacıyla arterial filtre kullanılır. Aynı zamanda venöz' den gelecek havayı da tutar (4).

#### **2.4.6. Aspirasyon sistemleri**

Kanın ventriküllerde toplanmasını önlemek amacıyla kullanılır. Aspirasyon hatları kanı ya filtre edilmiş kardiyotomi rezervuarına ya da direkt olarak filtreli venöz rezervuara gönderir.

#### **2.4.7. Ultra filtrasyon filtresi**

Kardiyopulmoner Bypass (CPB) devresindeki fazla sıvıyı uzaklaştırmak ve hemokonsantrasyonu sağlamak amacıyla kullanılır.

### 2.4.8. Kardiyopleji sistemi

Kardiyopleji uygulamasında antegrad veya retrograd uygulama yapılır. Buradaki amaç, kardiyak aktivite durdurulduğu zaman miyokarda gerekli substratın sağlanmasıdır (28).

### 2.5. Hazırlık Safhası

Hastanın ameliyat için hazırlandığı aşamadır. Bu aşamada aynı zamanda;

- Monitörizasyon,
- Arteryel ve venöz yolların takılması,
- Pulmoner arter katerizasyonu,
- Arter ve ven greftlerinin hazırlanması,
- Otolog kan toplanması,
- Pompanın hazırlanması g.b. hazırlıklarda yapılır (69).

Vakanın hazırlanması için yapılacak işlemlerinin tekrar gözden geçirilmesi gerekir. Operasyonun koroner arter bypass (CABG) ya da ASD mi olduğu bilinmelidir. Çünkü operasyonun şekli kullanılacak devre ve cihazları belirlemektedir.

Hastanın;

- Hastanın boyu, kilosu,
- Vücut alanı (m<sup>2</sup>),
- Akım hızı (flow),
- Elektrolit düzeyleri,
- Hemotokrit değeri,
- Trombosit sayısı,

Fibrinojen düzeyi g.b. değerlerinin incelenmesi gerekir

Kardiyopulmoner bypass (CPB)' ın oksijenatör ve devrelerinde kullanılacak prime solüsyonu ile oluşacak dilüsyona bağlı olarak ortaya çıkacak hemotokritin (hct) hesaplanması gerekir. Genelde pompada istenilen hct % 25' tir. Buna göre kullanılacak olan prime volümünü hesaplamak için şu formül kullanılır;

$$V_1.C_1 = V_2.C_2 \text{ şeklindedir.}$$

$V_1$ →Hastanın ameliyat öncesi kan volümü,

$C_1$ →Hastanın hct değeri,

$V_2$ →Bypass' ta ki total volüm,

$C_2$ →İstenilen hct değeri.

CPB öncesinde kontrol listesinde bulunması gerekenler;

- Hasta bilgisinin pompa bilgisayarına girilmesi,
- Oksijenatör tutucusunun doğru yerde ve güvenilir olması,
- Pompa devresi hatlarının kıvrım yapmamış olmasına dikkat edilmesi,
- Gaz hatlarının bağlantıları,
- Gaz hatlarında ve kaynağında tıkanma olmaması,
- Gaz çıkış kapağının kapalı olmaması,
- Güç kaynağının olması,
- Elle çevirme kranklarının olması,
- Işık kaynağının olması,
- Işık bağlantılarının olması,
- Roller pompada oklüzyon ayarının olması,
- Isıtıcı-soğutucunun çalışıyor olması,
- Pompada aspiratör ve ventlerin doğru takılmış olması,
- Prime için gerekli ilaçların verilmiş olması,
- Isı problemlerinin bağlantıları (76).

Prime solüsyonu çeşitli mayi ve ilaçlardan oluşmaktadır. yetişkin bir hasta için prime' in içeriği;

- Isolayt → 1000 ml,
- Laktatlı Ringer → 200-400 ml,
- Sodyum bikarbonat (NaCO<sub>3</sub>) → 1.5 ampul (15 ml),
- Mannitol → 100 ml + 100 ml, giriş ve çıkış,
- KCI → 3 ml
- MgSO<sub>4</sub> → ½ ampul (5 ml).
- Heparin (nevparin) → 1.2-1.5 ml

şeklindedir. Bu dozlar vakanın şekline,uzunluğuna, hastanın yaşına, kilosuna göre değişir.

### 2.5.1. Hemodilüsyon

Hemodilüsyon üzerindeki ilk çalışmaları 1959' da Neptune ve Panicoya yapmıştır (57, 56, 55, 62). Hemodilüsyonun amacı, operasyon öncesi geceden itibaren sıvı almayan hastanın günlük sıvı ihtiyacının 1/3 ünü kansız solüsyon olarak oksijenatöre koyup pompaya girmek, operasyon sonunda da oksijenatörde bulunan bütün kanı hastaya geri vermektir. Pompada hipotermi de beraberinde uygulandığı için anoksi tehlikesi içermez (77), hatta viskoziteyi azalttığı için kapiller dolaşım daha iyi gerçekleşmiş olur.

Hemodilüsyonun genel olarak faydaları (65-78);

- Hepatit riski en aza indirilmiş olur,
- Viskozite azalarak kapiller dolaşım düzelir, buna bağlı olarakta perfüzyon kolaylaşır,
- Kan uyuşmazlığı problemi olmaz,
- Hemoliz riski azalır,
- Ciddi asidozlar görülmez,

- Renal komplikasyonlar azalır.

Günümüzde bizde dahil olmak üzere hemodilüsyonun yararları pek çok yerde (1, 2, 11, 16, 17, 18, 22, 35, 43, 51, 52, 62, 66, 78) kabul edilip bazı değişiklikler yapılarak kullanılmaktadır (9).

### **2.5.2. Heparinizasyon (antikoagülasyon)**

Heparin CPB' de kullanılan bir antiqagülandır. CPB' de pıhtı oluşumu istenmez. Bu yüzden hastaya pompa öncesi 300-400 ünite mg/kg uygulanır. Bu dozu ya cerrah sağ atrium direkt olarak uygular ya da anestezit IV olarak yapar. Bu uygulamadan 3-5 dakika (dk) sonra yeterli antikoagülasyonu belirlemek için aktive edilmiş pıhtılaşıma zamanı (ACT) bakılır. ACT 480 saniye (sn) ve üzerinde olması istenir. Pompadan çıkıldıktan sonra 1 mg heparin ~ 1.3 mg protamin, karşılık gelecek şekilde protamin uygulanır (76).

### **2.5.3. Kanülasyon**

ACT 480 sn ve üzeri olduğu zaman kanülasyona geçilir. Kanüller kese dikişleri yapılarak yerleştirilir. Kanülasyon iki şekilde yapılır;

- Arteriyel kanülasyon,
- Venöz kanülasyon.

Öncelikle aort ya da femoral arter kullanılarak arterial kanülasyon gerçekleştirilir. Daha sonra sağ atriuma venöz kanülasyonun yapılmasıyla kanülasyon işlemi bitmiş olur.



#### 2.5.4. İdeal perfüzyon akım oranı

Kardiyopulmoner bypass (CPB)' ta akım hızının hesaplanması sonucunda iyi bir akım hızı 3-4 L/m<sup>2</sup>/dk şeklindedir. Uygulama esnasında bu seviyeye ulaşmanın zor olmasından dolayı yetişkinlerde 2.2 L/m<sup>2</sup>/dk olduğu zaman yeterli kabul edilmektedir (9, 13, 36, 47, 66). Ama kendi çalışmalarımızda biz bu değeri 2.4 L/m<sup>2</sup>/dk kullanmaktayız.

##### 2.5.4.1. Aortik kanülde yüksek basıncın sebepleri

Arteriyel kanülün çalışmasını ve tıkanıklığın olup olmadığını gözlemlemek için pompa akımı yavaş yavaş attırılır. Eğer kanülde basınç çok artıyorsa bunun nedenlerini;

- Arteriyel hatta veya kanülde kıvrım oluşması,
- Aortik diseksiyon,
- Kanülün küçük olması,
- Kanülün uygun yerleştirilmemiş olması,
- Kros klempin kanüle çok yakın konulmuş olması şeklinde sıralamak mümkündür (76).

##### 2.5.4.2. Venözde kötü dönüşün sebepleri

Venöz dönüş kötü olduğu zaman bypassın gerektiği g.b. yapılması engellenmiş olur. Venöz dönüşün kötü olma sebepleri arasında;

- Venöz kanül ya da hatta hava olması,
- Venöz kanül ya da hatta kıvrım olması,

- Kalpte herhangi bir nedenden dolayı kanama olması,
  - Venöz kanülün normalden aşağıya ya da yukarıya konulmuş olması,
  - Oksijenatörün veya rezervuarın yeterli düzeyde aşağıya yerleştirilmemiş olması
- g.b. nedenler bulunur (76).

### 2.5.5. Hipotermi

Operasyon uzun sürmeyecekse ısı 32-35 arasında tutulmalıdır. Ama vaka uzadıkça beraberinde soğumada daha fazla olacaktır.

Hipotermi;

- Hafif hipotermi → 37-35 °C,
- Orta hipotermi → 32-28 °C,
- Derin hipotermi → 28-20 °C,
- Çok derin hipotermi → < 18 °C, şeklindedir.

Her 7°C soğumada O<sub>2</sub> tüketimi %50 azalmaktadır ve mikro kabarcık oluşumunda engellenmiş olur (76).

### 2.5.6. Hemoliz

Kırmızı kan hücrelerinin parçalanması olayına Hemoliz denir. Eritrositlerin parçalanması sonucu hemoglobin (hg) serbest kalır ve serbest plazma hg miktarı artar.

- Serbest hg hücre içi K<sup>+</sup> miktarını artırır,
- Perikard bölgesindeki parçalayıcı enzim olan plazminojenin aspire edilmesi hemolizi artırır,

- Kanın pompa hatlarından pompalanma gücü,
- Pompadaki oklüzyon ayarlanması hemolizi artırır (76).

## 2.6. Kardiyopulmoner Bypass' ın Sonlandırılması

Bypass sonlandırılırken dikkat edilmesi gereken nokta tüm faktörlerin uygun olmasıdır.

Eğer EKG,  $hct$  ve  $K^+$  g.b. değerler kabul edilebilir durumdaysa sonlandırma işlemine geçilebilir. Sonlandırma; hasta tekrar ısıtılır, hastanın uyanmamasına dikkat edilir, akımı yavaş yavaş azaltırken venöz hatta da kademeli olarak klemp konulmasıyla başlar. Bu şekilde hasta doldurulmaya başlanır. Anesteziist ventiltörü açar. arterial sistolik basınç 90-100 mmHg ' ye çıkarılmalıdır. Daha sonra venöz hat tamamen klemlenerek pompadan çıkılır (76).

## 2.7. Kardiyopulmoner Bypass' ın Akciğerdeki Sonuçları

Akciğerde meydana gelen hasar CPB' de en fazla görülen hasardır. Pompa süresi uzadıkça akciğerlerde hasarın meydana gelme ihtimali artmaktadır. Ayrıca akciğerlerde; pompa hatlarının yol açtığı temas aktivasyonuna bağlı olarak kanda oluşan inflamatuvar cevaplara da maruz kalmaktadır.  $C_{3a}$  ve  $C_{5a}$ ' nın kompleman aktivasyonu lökositlerin aktivasyonuna yol açmaktadır. Bu durum nötrofillerden proteolitik enzimler ve serbest  $O_2$  salınmasına neden olur. Böylece akciğerlerde lökoembolizasyon riski de artmış olur.

Atelektazi; Preoperatif dönemde akciğer fonksiyonu kötü olan hastalarda postoperatif dönemde komplikasyonların olma ihtimali daha fazladır. Şişmanlık, kronik bronşit, sigara, akciğer ödemi g.b. etkilerde hastayı biraz daha atelektazi gelişme ihtimalini

attırmaktadır. Sıklıkla sol alt lob; trakeal-bronşial bağlantının normalde sağa olan eğimi sonucunda sol akciğerin iyi aspire edilemeyeşine bağlı olarak etkilenmektedir. Postoperatif pulmoner komplikasyon için en iyi gösterge hastanın preoperatif akciğer durumudur (76).

## 2.8. Magnezyum

Magnezyum (Mg) yetişkin bir insan da 21-28 g arasında bulunur (53). Plazmadaki Mg konsantrasyonu 1.6-2.2 mEq/L arasındadır (69). 2.5 mEq/L' yi aştığı zaman hipermagnezemi başlar. Hipermagnezemi santral sinir sistemini deprese ederek antikonvülsan etkiyi sağlar. Antikonvülsan etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, çok miktarda Mg' un, motor sinir iletilerinde salınan asetilkolinin miktarını azalttığı ve bunun sonucunda da santral sinir sistemi üzerindeki antidepressan etkisinin ortaya çıktığı bilinmektedir.

Hipermagnezemi sinir sisteminin aşırı duyarlılığını azaltır. Bu yüzden hipermagnezemi güçsüzlük, uyuklama ve derin bir anesteziye sebep olur (53). Mg' un plazmada ki değeri 1.6 mEq/L' nin altına düştüğü zaman ise hipomagnezemi başlar. Hipomagnezemi de ise aşırı duyarlılık (konvülsiyon, tetani) gelişir (53).

Magnezyum (Mg),  $Ca^{++}$  antagonistidir.  $Ca^{++}$  pompasını aktive ederek  $Ca^{++}$ ' nın hücre dışına çıkışını hızlandırır. Ayrıca Mg kofaktör olarak  $Na^+-K^+$  ATPaz' lar ve  $Ca^{++}$  ATPaz' larla ilgili olarak hücre membranında bulunur. Bu şekilde ATP' den ADP ve P oluşumunun sağlanmasını ve gerekli olan enerjinin elde edilmesinde görev alır. Mg atılımının büyük çoğunluğu böbrekler tarafından gerçekleşir. Holtmeir' e göre Mg eksikliğinin kardiyak septomları; taşikardi, dijitalere karşı hassasiyetin artması, anjina pectoris ve aritmi şeklindedir.

Bazı diüretiklerin kullanılması (tiazid, ozmotik diüretikler g.b.) Mg atılımını attırmaktadır. Bununla birlikte stres sonucu bazı hormonların etkileriyle de Mg atılımı fazlalaşır. Bozulan Mg metabolizması  $Ca^{++}$ -Mg dengesini de bozar. Bu durum da kardiovasküler (CV) sistemde enerji faaliyetleri yönünden olumsuz etkilenecektir. Mg' un

iyon dengesinin sağlanmasında önemli bir rolü olduğu ve buna bağlı olarak hücre içi  $K^+$ 'un hücre dışına çıkmasına,  $Ca^{++}$ 'un da hücre içine girmesine engel olmasıyla iyon gradiyentini sağlamaktadır. Bu durumda atriyal fibrilasyon (AF) g.b. kardiyak aritmilerin azalmasında önemli bir mekanizma olabileceğini göstermektedir. Mg, SA' nın ritmik refrakter peryodunun uzamasına neden olarak ritmik uyarıları inhibe eder, AV ileti zamanını uzatır (38). Ayrıca Mg seviyesinin düşük oluşu kronik obstrüktif akciğer hastalığının (KOA) etiolojisinde de etkili olduğu bildirilmiştir (69).

## 2.9. Elektrokardiografi

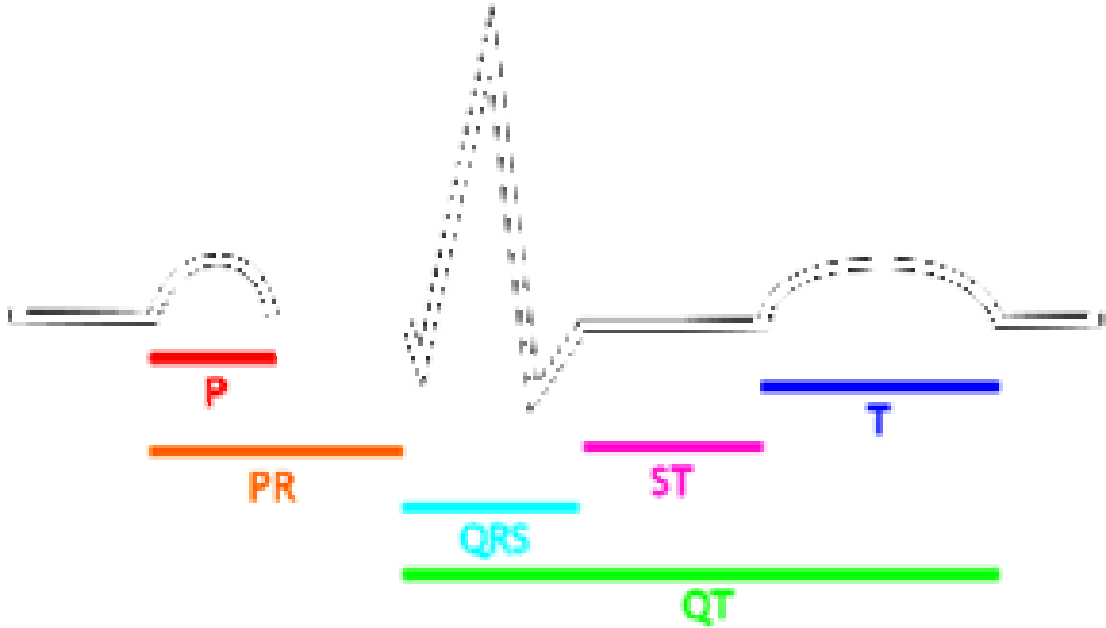
Kalp kasının ve sinirsel iletim sisteminin çalışmasını incelemek üzere kalpte meydana gelen elektrik faaliyetinin kaydedilmesine Elektrokardiografi (EKG) denir. Bu kayıt ile elde edilen grafiğe Elektrokardiogram (EKG), kullanılan alete de Elektrokardiograf denir. Bir akım yükselticisi tarafından yükseltelen gerilimler ısıya duyarlı kağıt üzerine kaydedilir.

Hücredeki istirahat haline "eksitabilite" (uyarılabirlik) denir. Bu durumda hücre membranında transmembran potansiyeli denilen bir potansiyel enerjisi bulunmaktadır. Sinüs düğümünden (SA) çıkan uyarılar, aksiyon potansiyeli olarak bilinen olayları başlatır. Transmembran potansiyelinde ani bir azalma olur ve buna "depolarizasyon" denir. Depolarizasyon, hücre membranının  $Na^+$  a olan geçirgenliğinin değişmesidir.  $Na^+$ , hücre içine girerken nötralizasyonu sağlamak için  $K^+$  hücre dışına çıkar. Bu esnada kalp kasında uyarılma ile kasılmanın eşlenmesi  $Ca^{++}$  iyonları ile gerçekleşir.  $Ca^{++}$  iyon kanalları açılır ve  $Ca^{++}$  hücre içine geçer. Kalp kasında hücre içi  $Ca^{++}$  konsantrasyonu,  $Ca^{++}$ 'u hücre dışına taşıyan aktif pompalar ve sekonder aktif transport mekanizması ile düşük düzeyde tutulur.

Tekrar hücrenin eski haline (istirahat) dönmesine, yani  $Na^+$ 'un hücre dışına  $K^+$ 'un da hücre içine girmesine "repolarizasyon" denir. Depolarizasyon kalbin sistolde, repolarizasyon ise diastolde olduğu zamandır.

Uyarının SA' dan çıkmasıyla etrafını saran miyofibrillerin depolarize olması ve kasılmasına sebep olur. Uyarı hücreden hücreye atrium boyunca ilerlerken EKG' de P dalgası denilen yukarı doğru bir sapma olur. Uyarı daha sonra AV düğümüne gelir ve AV' yi depolarize eder. AV atriyal septumun alt bölümünde bulunur. AV' nin işlevi atriumdan ventriküle gidecek uyarıyı geciktirmektir. AV düğüm boyunca ilerleyen uyarı EKG' de hissedilmez.

Uyarı daha sonra his demetine gelir. Bu demet ventrikül septumuna geldiğinde sağ ve sol dallara ayrılır; kalp kaslarının içine giren purkinje lifleri denen en ince dallara ayrılarak son bulurlar. Bu uyarı ventriküler depolarizasyona sebep olur ve EKG' de QRS kompleksi olarak oluşur. Daha sonra S-T segmenti denen kısa bir inaktivite zamanına geçilir ve daha sonrada ventriküllerin repolarizasyonu başlar. EKG' de T dalgası olarak yer alır.



Şekil 3. EKG' de P-QRS-T Kompleksi

Kardiyopulmoner bypass (CPB)' ta AF olduğu zaman EKG' deki P dalgası görülmez; ama QRS kompleksi de değişmez (76).

Kalbin özel ileti sisteminde yer alan bütün hücreler ritmik uyarılar doğurabilir. Ancak bu ritmik uyarıların frekansı SA' dan purkinje liflerine doğru gidildikçe küçülür. Uyarının ulaştığı kalp kası buna uyarılarak cevap verir. Aksiyon potansiyelinin olduğu bölümdeki kalp kası kasılır ve normal seyrini tamamladıktan sonra gevşer. Normal kalp çalışması bu kasılma gevşemeyle ortaya çıkar.

Normal impuls oluşumu veya iletimi bozulursa hız veya ritimde çeşitli bozukluklar oluşur. Günümüzde çoğu aritmilerin membran potansiyel kaybına bağlı geliştiği düşünülmektedir (69).

## 2.10. Kardiyopulmoner Bypass Sonrası Atriyal Fibrilasyon

Kalp kası hücreleri şekil itibariyle çizgili kaslara benzemektedir. Çizgili kastan farklı olarak hücreler arasında bağlantılar bulunmaktadır. Bu bağlantılar birbirine komşu olan hücrelerde düşük seviyede uyarılar oluşturarak bu uyarıların hücreden hücreye iletilmesini sağlar. Kalpte atriumlar ve ventriküller bir bütün olarak uyarılırlar. Buna "ya hep ya hiç yasası" denir.

Kalp kasında uyarıların oluşması ve kasılmanın gerçekleşmesi  $Ca^{++}$  iyonları ile gerçekleşir. Aksiyon potansiyelinin oluşumu sırasında hücre içine giren  $Ca^{++}$  kasılma mekanizmalarını hareketlendirir. Mg,  $Ca^{++}$  antagonistidir.  $Ca^{++}$  pompasını aktive ederek  $Ca^{++}$ ' nın hücre dışına çıkışını hızlandırır ve fazla ritmi engeller.

Atriyal fibrilasyon (AF), CPB sonrasında sık gelişen bir aritmi olup, dakikada 350-600 vuru arasında atriyal depolarizasyonla belirgindir. AF geçiren bir hastada EKG görüntülerinde P dalgası görünmezken QRS kompleksi normaldir. Fakat P:QRS ilişkisi değerlendirilemez.

Kardiyopulmoner bypass (CPB) sonrası gelişen AF insidansı kesin olarak bilinmemekle beraber, kapak hastalarında veya kapak + CABG geçiren hastalarda meydana gelen AF insidansının CABG sonunda oluşan AF insidansından daha fazla

olduğu bilinmektedir. AF postoperatif dönemde 1-5 gün arasında oluşmaktadırdır; ama sık tekrarlanışı yönünden operasyon sonrası 2-3 günleri arasındadır (69).



şekil 4. Atriyal Fibrilasyon (25)



### **3.MATERYAL ve METOD**

#### **3.1. Çalışma ve Kontrol Grubunun Oluşturulması**

Hastanemizde bilimsel komite onayı alındıktan sonra CPB cerrahisi planlanan 30 hasta çalışmaya alındı. Bu hastalarda, çalışma sonuçlarını etkilememesi açısından majör sistemik hastalığı (KOA, atelektazi, troid hastalığı g.b.) olanlar dahil edilmedi.

Hastalar randomize olarak iki gruba ayrıldı.

Kontrol grubu (n=15, grup:1) hastalarına prime solüsyonu içersine ½ ampul (1.5 g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml enjeksiyonluk su) konuldu.

Çalışma grubu (n=15, grup:2) hastalarına prime solüsyonu içersine 1 ampul (1.5 g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml enjeksiyonluk su) konuldu.

Tüm hastalardan preoperatif dönemde MgSO<sub>4</sub> müdahalesi yapılmadan kan örnekleri alındı. Prime solüsyonuna MgSO<sub>4</sub> konulmasından sonra peroperatif ve postoperatif dönemde de kan alma işlemleri tekrarlandı.

#### **3.2. Örneklerin Hazırlanması**

Hastalardan preoperatif, peroperatif ve postoperatif dönemlerden alınan kan örnekleri, jelsiz ve içersine heparin konulmuş düz tüplere alındı. Bu kan örnekleri hastanemizin biyokimya laboratuvarında 4000 rpm' de 5 dk. santrifüj edildi ve ayrılan plazma kısmı ependorf tüplere konularak -80°C' de saklandı.

### 3.3. Test Çalışma Prosedürü

Roche' nin Cobas Integra 800 biyokimya cihazında Roche' ye ait Mg kiti ile fotometrik olarak ölçüldü. Veriler bilgisayarda SPSS 11.5 istatistik programında değerlendirildi, grafikler Excel ve SPSS programında oluşturuldu. İki grup arasındaki korelasyon hesaplamaları Ki-kare testine göre yapıldı.

## 4. BULGULAR

### 4.1. Demografik Bulgular

Tablo 2. Hastaların Demografik Bulguları

	Grup K (n=15)	Grup Ç (n=15)
Cinsiyet (K/E)	10/5	5/10
Yaş	55.4 ± 13.9	43.5 ± 13.5

Yukarıdaki tablo da total 30 hastanın kontrol ve çalışma grubunda ki yaş-cinsiyet oranları ve grup içindeki yüzdeler dağılımı verilmiştir.

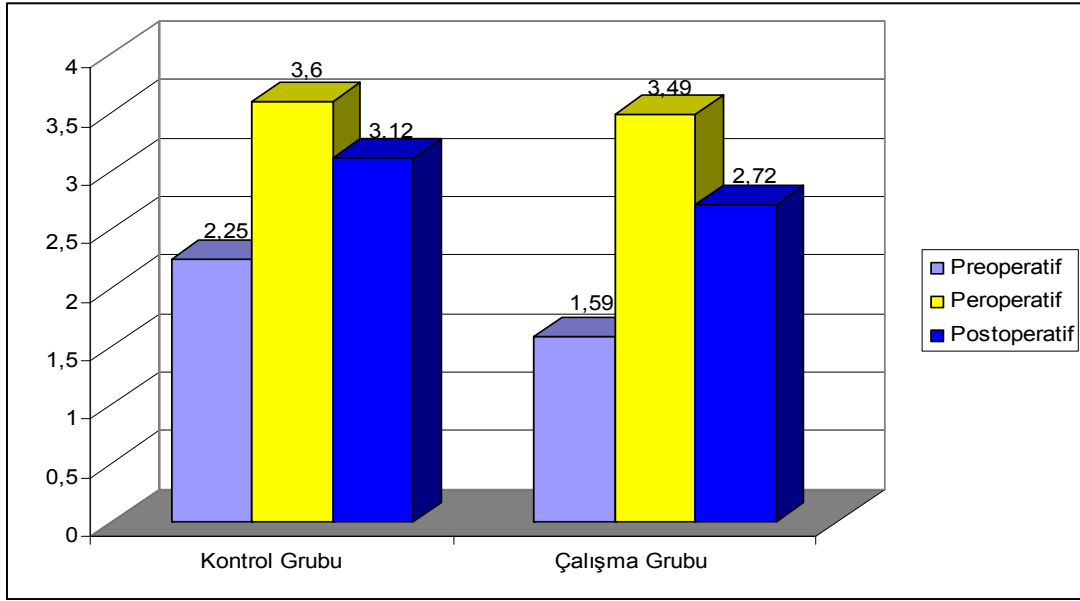
### 4.2. Kontrol ve Çalışma Grubunun Mg Ortalamaları

Tablo 3. Kontrol ve çalışma grubunun preoperatif, peroperatif ve postoperatif dönemlerindeki Mg ortalamaları

Mg	Grup K (n=15)	Grup Ç (n=15)
PREOPERATİF	2.25 ± 1.0	1.59 ± 0.43
PEROPERATİF	3.6 ± 1.5	3.49 ± 1.32
POSTOPERATİF	3.12 ± 0.87	2.72 ± 0.59

### 4.3. Kontrol ve Çalışma Gruplarına ait Ortalama Mg Grafiği

Grafik. Kontrol ve çalışma grubuna ait preoperatif-peroperatif-postoperatif Mg değerlerinin ortalamaları



### 4.4. Gruplardaki Atriyal Fibrilasyon Değerleri

Tablo 4' deki Mg' un AF ile ilişkisi aşağıdaki gibidir.  $P < 0.05$  olmasından dolayı anlamlıdır. AF' nin kontrol grubunda görülmesi % 33.3' dür. Fakat çalışma grubunda ise AF' ye rastlanmamıştır. Bu yüzden postoperatif AF' nun engellenmesinde  $MgSO_4$ ' ün etkili olabileceğini düşünüyoruz.

Tablo 4. Gruplardaki AF' nin dağılımı

Gruplar	AF %	Toplam %(n=30)
Kontrol (n=15)	% 33.3	16,7
Çalışma (n=15)	% 0.0.	0.0

## 5. TARTIŞMA ve SONUÇ

Kardiyopulmoner bypass (CPB) günümüzde kalp cerrahisinin kullandığı en gelişmiş tekniklerden birisidir. Kullanılan bu teknik kardiyak cerrahi operasyonu geçiren hastalarda bir noktaya kadar fayda sağlasa da, bypass süresi uzadıkça hasarın görülme ihtimali ve oranı artmaktadır. Bu hasarlar arasında eritrositlerde CPB süresince biçim bozukluğunun oluşması ve yaşam sürelerinin azalması, trombositlerin yapısında ve fonksiyonlarında bozukluk oluşması, kanın yabancı yüzeylere temasıyla değişik vazoaktif ve biyolojik aktif maddelerin salınımı ve  $\text{Na}^+$ ,  $\text{K}^+$ ,  $\text{Mg}^{++}$  g.b. elektrolit kaybının gerçekleşmesi şeklinde sayılabilir.

Kardiyopulmoner bypass (CPB)' ta hemodilüsyonun etkisiyle azalma gösteren Mg (3, 73) vücutta önemli bir elektrolittir. Yetişkin bir insanda 21-28 g bulunmaktadır. Bunun % 60 kadarı kemiklerde, geri kalanının çoğu ise intraselüler olarak KC, çizgili kaslar, beyin ve eritrositlerde ve diğer bütün hücrelerde de bulunur. ATP ile şelatlanarak kompleksler yapar ve böylece ATP' nin aşırı anyonik karakterini azaltır. Bununla birlikte Mg birçok enziminde aktivatörüdür. Bunlar; peptidazlar, fosforilaz kinaz, enolaz ve fosfoglukomutaz g.b.

İnsanda plazmadaki Mg konsantrasyonu 1.6-2.2 mEq/L arasında değişmektedir. Hücre ve membran fonksiyonlarında önemli rol oynamaktadır. Plazmadaki konsantrasyonu 2.5 mEq/L' yi aştığı zaman hipermagnezemi oluşur. Hipermagnezemi santral sinir sistemini deprese ederek antikonvülsan etkiyi sağlar. Antikonvülsan etki mekanizması tam olarak bilinmemekle birlikte, çok miktarda Mg' nin, motor sinir iletilerinde salınan asetilkolinin miktarını azalttığı ve bunun sonucunda da santral sinir sistemi üzerindeki antidepressan etkisinin ortaya çıktığı bilinmektedir. Bu yüzden hipermagnezemi güçsüzlük, uyuklama ve derin bir anesteziye sebep olur.

Magnezyum (Mg),  $\text{Ca}^{++}$  antagonistidir.  $\text{Ca}^{++}$  pompasını aktive ederek  $\text{Ca}^{++}$  nın hücre dışına çıkışını hızlandırır. Ayrıca Mg kofaktör olarak  $\text{Na}^+-\text{K}^+$  ATPaz' lar ve  $\text{Ca}^{++}$  ATPaz' lar

larla ilgili olarak hücre membranında bulunur. Bu şekilde ATP' den ADP ve P oluşumunun sağlanmasını ve gerekli olan enerjinin elde edilmesinde görev alır. Mg atılımının büyük çoğunluğu böbrekler tarafından gerçekleşir. Holtmeir' e göre Mg eksikliğinin kardiyak septomları; taşikardi, anjina pektoris ve aritmi şeklindedir.

Plazmadaki Mg konsantrasyonu 1.6 mEq/L' nin altına düştüğü zaman hipomagnezemi başlar. Bu durumda aşırı duyarlılık (konvülsiyon, tetani) durumu meydana gelir. Mg eksikliği genelde diğer hastalıklara sekonder olduğundan primer hastalık Mg eksikliğini gölgeleyebilir.

Yaptığımız çalışmada CPB cerrahisi yönünden randomize seçtiğimiz 30 hastayı, 15 kontrol grubu ve 15 çalışma grubu olarak iki gruba ayırdık. Cerrahiden sonra postoperatif dönemde kontrol grubundaki hastaların 5' inde AF görüldü; ama çalışma grubundaki hastalarda ise AF görülmedi.

Toraman ve ark. (72) yapmış oldukları çalışmada randomize seçtikleri 200 hastayı, 100 Mg grubu (cerrahiden önceki gün ve cerrahiden sonra 4 gün boyunca 100 ml % 0.9 NaCl içinde 6 mmol MgSO<sub>4</sub> ) ve 100 kontrol (Mg verilmeyen) olmak üzere ikiye ayrıldı. Postoperatif AF' yi Mg grubunda % 2, kontrol grubunda ise % 21 oranında saptamışlardır.

Dağdelen ve ark. (20) MgSO<sub>4</sub> verilmiş 95 hastada % 2, MgSO<sub>4</sub> verilmemiş 55 hastada ise % 30 oranında postoperatif dönemde AF geliştiğini gözlemlemişlerdir. Diğer bir başka çalışma ise; Brackbill ve ark. (10) 99 Mg grubu hastasıyla 135 kontrol grubu hastasını karşılaştırdıklarında, Mg grubu hastalarında postoperatif periyotta AF tekrarlanma olayının daha az geliştiğini tespit etmişlerdir. Kaplan ve ark. (45) yaptıkları çalışmada postoperatif AF' yi önlemek için MgSO<sub>4</sub> kullanılabileceğini söylemişlerdir.

Magnezyum (Mg) kardiyak aritmilerin azalmasında önemli bir mekanizmadır. SA' nın ritmik refrakter periyodunun uzamasına neden olarak ritmik uyarıları inhibe eder ve AV ileti zamanını uzatır. Uyarılar SA' dan purkinje liflerine doğru gidildikçe küçülür. Uyarının ulaştığı kalp kası buna uyarılarak cevap verir. Aksiyon potansiyelinin oluştuğu bölümdaki kalp kası kasılır ve normal seyrini tamamladıktan sonra gevşer. Normal kalp çalışması bu kasılma gevşemeyle ortaya çıkar.

Normal impuls oluşumu veya iletimi bozulursa hız veya ritimde çeşitli bozukluklar oluşur.

Atriyal fibrilasyon (AF), CPB sonrasında sık gelişen bir aritmi olup (72, 20, 40, 44), dk' da 350-600 vuru arasında atriyal depolarizasyonla belirgindir. AF geçiren bir hastada EKG görüntülerinde P dalgası görünmezken QRS kompleksi normaldir. Fakat P:QRS ilişkisi değerlendirilemez.

Magnezyum (Mg) AF' nin gelişme riskini azaltmaktadır (70, 45, 54, 7). Yani olumlu etkisi söz konusudur (24, 68, 31, 41, 75, 15). Yaptığımız çalışmada da bunu destekleyen sonuçlar elde ettik.

Bert ve ark. (7) ve Nurozler ve ark. (59) postoperatif AF' yi önlemede MgSO<sub>4</sub>' ün kullanılabileceğini söylemişlerdir. Yine Ommen ve ark. (60) ve Aranski ve ark. (6) CABG hastalarının genelde yaşlı olmasından dolayı AF' nin yaşa bağlı olarak arttığını ifade etmişlerdir.

Kardiyopulmoner bypass (CPB) sonrası gelişen AF insidansı kesin olarak bilinmemekle beraber, kapak hastalarında veya kombine kapak + CABG hastalarında meydana gelen AF insidansının CABG sonunda oluşan AF insidansından daha fazla olduğu bilinmektedir. AF postoperatif dönemde 1-5 gün arasında oluşmaktadır; ama sık tekrarlanması yönünden operasyon sonrası 2-3 günleri arasındadır

Ommen ve ark. (34) ve Aranski ve ark. (6) CABG sonrası AF' nin tekrarlanma sıklığının daha çok postoperatif dönemde 2. gün gerçekleştiğini söylemişlerdir. Speziale ve ark. (70) MgSO<sub>4</sub>' ün aritmik olayları düşürdüğünü belirtmişlerdir. Naito ve ark. (54) total 62 hastada yaptıkları çalışmada; 30 (100 ml NaCl + 8.3 mmol MgSO<sub>4</sub> ) çalışma grubu hastasının postoperatif dönemde 3' ün de (% 10.0) AF, 32 kontrol grubu hastasında ise 14 hastada (% 43.8) AF gelişmiş ve MgSO<sub>4</sub> infüzyonunun postoperatif AF üzerinde etkili olduğu kanısına varmışlardır.

Magnezyum (Mg) kardiyak cerrahi hastalarında AF g.b. aritmileri azalttığına dair kanıtlar vardır (74, 71). Ayrıca hücrede iyon dengesinin sağlanmasında da önemlidir (5, 38). Mg Ca' nın hücre içine K' nın da hücre dışına çıkışını engelleyerek iyon dengesini



sağlar. Bu şekilde kardiyak aritmilerde azalmaya sebep olabilir (39). Söylemez (69) yaptığı çalışmada kan kardiyoplejisine koydukları Mg' nin postoperatif dönemde aritmilerin insidansını azalttığını belirtmiştir.

Çalışmamızda; CPB cerrahisi uygulanması planlanan 30 hasta çalışmaya alındı. Bu hastalarda, çalışma sonuçlarını etkilememesi açısından Kronik Ostrüktif Akciğer Hastalığı (KOA), atelektazi, troid hastalığı g.b. majör sistemik hastalığı olan hastaları çalışmaya dahil etmedik. Hastalar randomize olarak iki gruba ayrıldı.

Demografik karakterleri (boy, kilo, yaş g.b.) yönünden önemli farklılıklar bulunmayan, CPB cerrahisi yönünden randomize seçtiğimiz ilk 15 hasta kontrol grubu olarak kabul edilip, hastalarda prime solüsyonuna Mg uygulanmasında kolaylık oluşturması açısından, MgSO<sub>4</sub> olarak ½ ampul (1.5 g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml enjeksiyonluk su), daha sonra gelen 15 hastanın yine demografik karakterleri yönünden benzer olup çalışma grubu olarak belirlenip prime solüsyonuna 1 ampul MgSO<sub>4</sub> (1.5 g MgSO<sub>4</sub> / 10 ml enjeksiyonluk su) konuldu. Buna göre; postoperatif dönemde kontrol grubunda 15 hastanın 5' inde AF görüldü (% 33.3), çalışma grubumuzda ise postoperatif dönemde AF gelişmedi (%0.0).

Sonuç olarak; kontrol grubu hastalarımızda AF % 33.3 oranında görülmüştür (p<0.05). Çalışma grubumuzda ise AF görülmemesinden dolayı MgSO<sub>4</sub>' ün postoperatif AF' nin azaltılması üzerinde etkili olduğunu düşünmekteyiz.

## 6. KAYNAKLAR

1. Ablaza SS, Raber GT, Blanco G, Morse DP, Ada A, Nichols HT. İntentional hemodilution. Arch. Surg. 1963; 87: 548.
2. Ablaza SS, Raber GT, Blanco G, Shemanski T, Nichols HT. İntentional hemodilution. Arch. Surg. 1965; 91: 893.
3. Açıkel Ü, Oto Ö, Uğurlu B, Çatalyürek H, Tüzün E, Silistreli E, Kıvanç M. Pompa Priming Solüsyonuna Konulan Magnezyumun Açık Kalp Ameliyatı Sırasında Görülen Kan Elektrolit Değerleri ve Postoperatif Aritmiler Üzerine Etkileri.
4. Altıntaş N. Perfüzyonistler Derneğinin 5. Olağan Genel Kurulu. 2004.
5. Antman EM. Magnesium in acute myocardial infarction: Overview of available evidence. Am Heart J. 1996; 132: 487-507.
6. Aranski SF, Show DP, Adams DH, Rizzo RJ, Couper GS, Vonoler Uliet M. Predictors of atrial fibrillation after coronary artery surgery. Currents trends and impact on hospital resources. Circulation, 1996, 94: 390-7.
7. Bert AA, Reinert SF, Singh AK. A beta-blocker, not magnesium, is effective prophylaxis for atrial tachyarrhythmias after coronary artery bypass graft surgery. J Cardiothorac Vase Anesth. 2001; 15:204-9.
8. Bodell BR, Head JM, Head LR, Formolo AL, Head JR. A capillary membrane oxygenator. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1963; 46: 639.
9. Bozer AY. Ekstrakorporeal dolaşım ve hipotermi. Hacetepe Üniversitesi Yayınları, Ankara, 1973.
10. Brackbill ML, Moberg L. Magnesium sulfate for prevention of postoperative atrial fibrillation in patients undergoing coronary artery bypass grafting.
11. Chang CB, Shoemaker WC. Effect of hypothermia on red cell volumes. J. Thorac. Cardiovasc. Surg. 1963; 46: 117.
12. Chernow B, Bamberger S, Stoiko M. Et al. Hypomagnesemia in patients in postoperative intensive care. Chest. 1989; 95:391-397.
13. Clark LC, Jr. Optimal flow for perfusion. Extracorporeal Circulation. Edited by J. G. Allen, Springfield, III. C. C. Thomas Pub. 1958; 150.

14. Cloves, GHA, Jr., Hopkins, AL, Neville, WE. An artificial lung dependent upon diffusion of oxygen and carbon dioxide through plastic membranes. *J. Thorac. Surg.* 1956; 32: 630.
15. Colquhoun IW, Berg GA, El-Fiky M, Hurle A, Fell GS, Wheatley DJ. Arrhythmia prophylaxis after coronary artery surgery. *Eur J Cardio-thorac Surg.* 1993; 7:520-523
16. Cooley DA, Beall AC, Jr., Groudin P. Open-heart operations with disposable oxygenators. 5 per cent dextrose prime, and notmothermia. *Surgery*, 1962; 52: 713.
17. Cooper T, Willman VL, Zafiracopoulos P, Hanlon CR. Myocardial function after elective cardiac arrest during hypothermia. *Sutg Gynec Obstet.* 1959; 109: 423.
18. Cruz AB, Jr., Callaghan JC. Hemodulition in extracorporeal circulation: Large or small non-blood prime. *J. Thorac. Cardiovasc. Syrg.* 1966; 52: 690.
19. Crystal DK, Day SW, Wagner CL, Martinis AJ, Owen JJ, Walker PE. A gravity-flow membrane oxygenator. *Arch. Surg.* 1964; 88: 122.
20. Dağdelen S, Yüce M, Toraman F, Karabulut H and Alhan C. Acıbadem Hospital, İstanbul-Turkey.
21. DeWaall RA, Grage TB, McFree AS, Chieci MA. Theme and variations on blood oxygenators. I. Bubble oxygenators. *Surgery.* 1961; 50: 931.
22. DeWall RA, Lillehei CW. Simplified total body perfusion. *J. A. M. A.* 1962; 179: 430.
23. Diatery Magnesium Lung function, Wheesing And Airway Hiperactivity in a Random Aduldth Populatiön Sample *Lancet* 1994 Aug6; 334 (8919): 356-62
24. England MR, Gordon G, Salem M, Chernow B. Magnesium administration and dysrhythmias after cardiac surgery. *JAMA*, 1992; 268:17 2395-2402.
25. Eriřim: <http://www.bcnnv.ac.th/ekg/ekg%20p.2/ekg%20p.2.htm> Eriřim tarihi: 18.05.2007 Eriřim:<http://tr.wikipedia.org/wiki/Elektrokardiografi>. Eriřim tarihi: 11.07.2007.
26. Eriřim:<http://www.damlasaglik.com.tr/?ID=61&yap=Udetay>. Eriřim tarihi. 11. 07 2005.
27. Eriřim:<http://www.ttfanestezi.org/notlar/cpb.htm>. Eriřim tarihi: 07.05.2007
28. Eriřim:<http://www.tip2000.com/abone/pr/kalp2.asp>. Eriřim tarihi: 10.05.2007.

29. Galletti PM, Brecher GA. I. Introduction, II. Methods of substituting for cardiopulmonary function, III. Materials used in extracorporeal circuit, IV. Principles of extracorporeal gas Exchange. Heart-Lung Bypass. New York, London: Grune and Stratton, 1962; 1-60.
30. Garcia-Romeo E, Castilano-Olivares JL, Figura D. Prevention of hypomagnesemia and hypocalcemia in open heart surgery. *J Cardiovasc Surg (Torino)*, 1977; 18:257-260.
31. Gibbon JH, Jr. Application of a mechanical heart and lung apparatus to cardiac surgery. *Minnesota Med.* 1954; 37: 171.
32. Gibbon JH, Jr. Artificial maintenance of circulation during experimental occlusion of pulmonary artery. *Arch.Surg.* 1937; 34: 1105.
33. Gibbon JH, Jr. The maintenance of the life during experimental occlusion of the pulmonary artery followed by survival. *Surg.Gynec. Obstet.* 1939; 69: 602.
34. Greer AA, Carey JM, Zuhdi N. Hemodilution principle of hypothermic perfusion. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1962; 43: 640.
35. Gross RE. Shattuck Lecture. Open heart surgery for repair of congenital defects. *New Eng. J. Med.* 1959; 260: 1047.
36. Gata: <http://www.gata.edu.tr/cerrahibilimler/kalpdamar/kalp-akciğer.html>.
37. Herzog WR, Ator D, Mak IT et al. Magnesium deficiency prolongs myocardial stunning in an open-chests swire model. *Int J. Cardiol.* 1994; 47: 105-115.
38. Herzog WR, Serebruany VL. How magnesium therapy may influence clinical outcome in acute myocardial infarction.: Review of potential mechanisms. *Coron Artery Dis.* 1996; 7: 364-371.
39. Hravnak M, Hoffman LA, Saul MI et al. Predictors and impact of atrial fibrillation after isolated coronary artery bypass grafting. *Crit Care Med.* 2002; 30:330-7.
40. Iseri LT. Role of magnesium in cardiac tachyarrhythmias. *Am J Cardiol*, 1990; 65:47K.
41. Johnson SL. The History of cardiac Surgery. 1896-1955. Baltimore, London: The John Hopkins Pres, 1970; 121, 137, 152.
42. Kahn DR, Hidalgo HF, Stende GM, Ericsson JA, Lee RWS, Sloan, H. Hemodilution studies in extracorporeal circulation with the use of a rotating disc oxygenator. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1963; 46: 765.

43. Kalman JM, Munawar M, Howes LG et al. Atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting is associated with sympathetic activation. *Ann Thorac Surg.* 1995; 60:1709-15.
44. Kaplan M, Kut MS, Icer UA, Demirtaş MM. Department of Cardiovascular Surgery, Siyami Ersek Thoracic and cardiovascular Surgery center, İstanbul, Turkey. 2003 Feb ; 125 (2) :344-52.
45. Karaca P, Enç Y, Yurtseven N, Aksoy T, Kanca A, Çamur G, Süzer A, Çiçek S. Klinik Çalışma Koroner Arter Baypas Cerrahisinde Magnezyum Replasmanı. *GKD Anest Yoğ Bak Dern Derg*, 2006; 12(3):108-112.
46. Kirklin JW, Theye RA. Whole-body perfusion from a pump oxygenator for open intracardiac surgery. *Surgery of the Chets.* Edited by J. H. Gibbon, Jr., Philadelphia, London, W. B. Saunders Co. 1960; 694-707.
47. Kohno H, Koyonagi T, Kasegawa T, Miyazaki M. Three day magnesium administration prevents atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg.* 2005 Jan; 79(1): 117-26.
48. Kolff WC, Groves LK, Peereboom G, Moraca PP. Disposable membrane oxygenator (Heart-Lung machine) and its use in experimental surgery. *Cleveland Clin. Quart.* 1956; 23: 69.
49. Lillehei CW. Controlled cross circulation for direct vision intracardiac surgery: Correction of ventricular septal defect, atrioventricularis communis and tetralogy of fallot. *Postgraduate Med.* 1955; 17: 388.
50. Litwak RS, Gadbois HL., Kahn M, Wisoff BG. High flow total body perfusion utilizing diluted perfusate in a large prime system. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1965; 49: 74.
51. Long DM, Jr., Sanchez L, Varco RL, Lillehei CW. The use of low molecular weight dextran and serum albumin as plasma expanders in extracorporeal circulation. *Surgery*, 1961; 50: 12.
52. Mehmetoğlu İ, Gürbilek M, Çağlayan O ve Koçyiğit A, Klinik Biyokimya laboratuvarı El Kitabı. Konya, 2002.
53. Naito Y, Nakajima M, Inoue H, Hibino N, Mizutani E, Tsuchiya K. Department of Cardiovascular Surgery, Yamanashi Central Hospital, Kofu, Japan. 2006 Aug ; 59 (9) :793-7; discussion 798-801.

54. Neptune WB, Bougas JA. Results of open-heart surgery without donor blood prime in pump-oxygenator. *Dis. Chets.* 1962; 42: 79.
55. Neptune WB, Bougas JA., Panico FG. Open-heart surgery without the need for donor-blood priming in the pump oxygenator. *New Eng. J. Med.* 1960; 263: 111.
56. Neptune WB, Panico FG, Bougas JA. Clinical use of pump-oxygenator without donor blood for priming or support during extracorporeal perfusion. *Circulation*, 1959; 20: 745.
57. Nissen R, Wilson RHL. *Pages in the History of Chets Surgery.* Springfield, III., C. C. Thomas Pub. 1960; 78-109.
58. Nurozler F, Tokgozoglu L, Pasaoglu I et al. Atrial fibrillation after coronary artery bypass surgery: predictors and the role of MgSO<sub>4</sub> replacement *J Card Surg.* 1996; 11:421-7.
59. Ommen SR, Odell JA, Stanton MS. Atrial arrhythmias after cardiothoracic surgery. *N Eng J Med.* 1997; 336:1429-34.
60. Paç M, Akçevin A, Aka SA, Buket S, Sarioğlu T. *Kalp Damar Cerrahisi.* 2004;6:108-109.
61. Panico FG, Neptune WB. A mechanism to eliminate donor blood prime from the pump-oxygenator. *Surg. Forum*, 1960; 10: 605.
62. Perkins RC. Disc thermal exchanger. *Surg. Gynec. Obstet.* 1961; 113: 375.
63. Ratan RS, Bennett GF, Bollin PL, McAlpine WA, Selman MW. Experimental evaluation of a rotating membrane oxygenator. *J Thorac Cardiovasc, Surg.* 1967; 53: 519.
64. Reinhart RA, Desbiens NA. Hypomagnesemia in patients entering the ICU. *Crit Care Med.* 1985; 13:506-7.
65. Roe BB. Whole-body perfusion with heart-lung machines. *Cardiac Surgery.* Edited by J. C. Norman, New York, Appleton-CenturyCrofts, Div. of Meredith pub. Co. 1967; 1-32.
66. Satur CMR, Anderson JR, Jennings A. Et al. Magnesium flux caused by coronary artery Bypass operation; Three patterns of deficiency. *Ann Thorac Surg.* 1994; 58;1674-1678.

67. Schwieger I, Kopel ME, Finlayson DC: Magnesium reduces the incidence of postoperative dysrhythmias in patients after cardiac surgery. *Anesthesiology*, 1989; 71A1162.
68. Söylemez E. Koroner Bypass Cerrahisinde Magnezyum Eklenmiş Kan Kardiyoplejisinin Etkileri. İstanbul, 2005.
69. Speziale G, Ruvolo G, Fattouch K., Macrina :F, Tonelli E, Donnetti M, Marino B. Arrhythmia prophylaxis after coronary artery bypass grafting: regimens of magnesium sulfate administration. Institute of cardiac surgery, La Sapienza University, Rome, Italy.
70. Terzi A, Furlan G, Chiavacci P, et al. Prevention of atrial tachyarrhythmias after non-cardiac thoracic surgery by infusion of magnesium sulphate. *Thorac Cardiovasc Surg*. 1996; 44: 300-303.
71. Toraman F, karabulut EH, Alhan HC, et al. Magnesium infusion dramatically decreases the incidens atrial fibrillation after coronary artery bypass grafting. *Annals of Thoracic Surgery* 2001 October; 72;262.
72. Turnier E, Osborne JJ, Gerbode F, Popper RW. Magnesium and open heart surgery. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1972; 64:694-705.
73. Wistbacka JO., Koistinen J. Magnesium substitution in elective coronary artery surgery.: A double-blind clinical study J, *Cardiothorac Vasc Anesth*. 1995; 9: 140-46.
74. Yurvati AH, Sanders SP, Dullye LJ, Carney MR, Archer RL, Koro PP. Antiarrhythmic response ot intravenously administered magnesium after cardiac surgery. *South Med J*. 1992; 85:714-717.
75. Zeybek R, İşkesen İ. Klinik Perfüzyon El Kitabı. Manisa, 1999.
76. Hirsch DM, Jr, Hadidian C, et al. Oxygen consumption during cardiopulmonary bypass with large volume hemodilution. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1968; 56: 197.
77. Zuhdi N, Carey J, Cutter J, Rader L, Greer A. Intentional hemodilution. *Arch. Surg*. 1963; 87: 554.
78. Zuhdi N, Carey J, Greer A. Hemodilution for body perfusion. *J. Oklahoma State Med. Association*, March 1963; 88.