



**T.C. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ BURSA YÜKSEK İHTİSAS  
EğİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ SAğLIK UYGULAMA VE  
ARAŞTIRMA MERKEZİ**

**KALP VE DAMAR CERRAHİSİ KLİNİğİ**

**İZOLE CABG PROSEDÜRÜ UYGULANAN HASTALARDA DEL NİDO  
KARDİYOPLEJİSİ'NİN POSTOPERATİF ERKEN DÖNEMDE  
VENTRİKÜL FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Dr. Emre Kaymakcı**





**T.C. SAğLIK BİLİMLERİ ÜNİVERSİTESİ BURSA YÜKSEK İHTİSAS  
EğİTİM VE ARAşTIRMA HASTANESİ SAğLIK UYGULAMA VE  
ARAşTIRMA MERKEZİ**

**KALP VE DAMAR CERRAHİSİ KLİNİğİ**

**İZOLE CABG PROSEDÜRÜ UYGULANAN HASTALARDA DEL NİDO  
KARDİYOPLEJİSİNİN POSTOPERATİF ERKEN DÖNEMDE  
VENTRİKÜL FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİLERİ**

**Dr. Emre Kaymakcı**

**TEZ DANIşMANI: DOÇ. DR. ARİF GÜCÜ**

**(UZMANLIK TEZİ)**

**BURSA 2018**

## TEŞEKKÜR

Uzmanlık eğitimim süresince bana öncülük eden, meslek etiğinin ve kalp cerrahisinin inceliklerini öğreten, birlikte çalışmaktan onur duyduğum saygıdeğer hocalarım **Prof. Dr. Ahmet Fatih ÖZYAZICIOĞLU, Prof. Dr. Şenol YAVUZ, Prof. Dr. Tamer TÜRK, Prof. Prof. Dr. Mehmet Tuğrul GÖNCÜ** 'ye,

Tezimi yazmamda hiçbir desteğini esirgemeyen tez hocam **Doç. Dr. Arif GÜCÜ** 'ye

Cerrahi eğitimim süresince bilgi ve becerilerimi arttırmamda büyük katkıları olan, yakın ilgi ve desteklerini her zaman hissettiğim değerli büyüklerim **Doç. Dr. Yusuf ATA, Doç. Dr. Derih Ay, Doç. Dr. Ufuk AYDIN, Doç. Dr. Cüneyt ERİŞ**'e,

Sonsuz desteklerini ve deneyimlerini benden esirgemeyen saygıdeğer ağabeylerim **Op. Dr. Faruk TOKTAŞ, Op. Dr. Burak ERDOLU, Op. Dr. Engin AKGÜL, Op. Dr. Ahmet Kağan AS, Op. Dr. Arda Aybars PALA, Op. Dr. Orhan GÜVENÇ, Op. Dr. Ahmet Burak TATLI, Op. Dr. Mesut ENGİN, Op. Dr. Kadir Kaan ÖZSİN, Op. Dr. Umut Serhat SANRI, Op. Dr. Nail KAHRAMAN, Op. Dr. Deniz DEMİR, Op. Dr. İbrahim Burak Şeker, Op. Dr. İlknur GÜLER ve Op. Dr. Serkan SEÇİCİ** 'ye,

Uzmanlık eğitimim boyunca birlikte çalıştığımız, kendilerini tanımaktan büyük mutluluk ve gurur duyduğum sevgili çalışma arkadaşlarım **Dr. Temmuz TANER, Dr. Abdullah Burak BALCI, Dr. Muhammed SAVRAN, Dr. Kemal PARLA, Dr. Tufan OKUMUŞ, Dr. Sadık Ahmet SÜNBÜL, Dr. Nazlı Cansu GÜRSOY, Dr. Hacı ESKİCİ** ve **Dr. Abdurrahman DEMİREL** 'e,

Öncelikle KDC kliniği olmak üzere hastanemizin her biriminde çalışan değerli hemşirelerine ve beraber çalışma fırsatı bulduğum tüm sağlık personeline,

Hayatımın her aşamasında olduğu gibi uzmanlık eğitimim süresince bana sevgi ve desteklerini bir an bile eksik etmeyen, bugünlere gelmemde en büyük paya sahip olan **anneme, babama ve kardeşlerime**,

Sonsuz desteği ve sevgisiyle yanımda olan, yol arkadaşım, eşim **Rana KAYMAKCI** 'ya, varlığıyla hayatımıza anlam katan çok sevgili biricik oğlum **Yiğit Ali KAYMAKCI** 'ya

Sevgi ve saygıyla birlikte teşekkürlerimi sunuyorum.

# İÇİNDEKİLER

|                                                         |     |
|---------------------------------------------------------|-----|
| TEŞEKKÜR .....                                          | i   |
| İÇİNDEKİLER .....                                       | ii  |
| KISALTMALAR .....                                       | iii |
| TABLO LİSTESİ .....                                     | v   |
| ŞEKİL LİSTESİ .....                                     | vi  |
| ÖZET .....                                              | vii |
| ABSTRACT .....                                          | ix  |
| GİRİŞ .....                                             | 1   |
| GENEL BİLGİLER .....                                    | 3   |
| Koroner Bypass Cerrahisi ve Kardiyopulmoner Bypass..... | 3   |
| Myokardiyal Koruma Yöntemleri.....                      | 6   |
| Kardiyak Hemodinaminin Değerlendirilmesi.....           | 19  |
| GEREÇ VE YÖNTEM.....                                    | 31  |
| BULGULAR .....                                          | 34  |
| TARTIŞMA .....                                          | 42  |
| SONUÇ .....                                             | 45  |
| KAYNAKLAR .....                                         | 46  |
| ÖZGEÇMİŞ.....                                           | 53  |
| EKLER.....                                              | 55  |

## KISALTMALAR

**ACT:**Activated Clotting Time  
**AF :** Atrial Fibrilasyon  
**AHA :** American Heart Association(Amerikan kalp derneği)  
**ASD :** Atriyal septal defekt  
**ATP :** Adenozin Tri Fosfat  
**AVR :** Aort Valve Replacement(aort kapak replasmanı)  
**AY :** Aort Yetmezliği  
**BMI :** Body Mass Indeks(Vucüt Kitle İndeksi)  
**Ca<sup>2+</sup> :** Kalsiyum  
**CK-MB :** Kreatin Kinaz – MB  
**CI:**Kardiyak İndex  
**CO:**Kardiyak Output  
**CO<sub>2</sub> :** Karbondioksit  
**CPB :** Kardiyo-pulmoner Bypass  
**DIC :** Dissemine İntravasküler Koagülasyon  
**DM :** Diabetes Mellitus  
**DNK :** del Nido Kardiyopleji  
**EF :** Ejeksiyon Fraksiyonu  
**EKG :** Elektrokardiyografi  
**ESC :** European Society of Cardiology(Avrupa Kardiyoloji Derneği)  
**H<sup>+</sup>:**Hidrojen  
**Hb :** Hemoglobin  
**HCO<sub>3</sub><sup>-</sup> :** Bikarbonat  
**HL :** Hiperlipidemi  
**HT:**Hipertansiyon  
**İABP :** İntraaortik Balon Pompası  
**İTA:**İnternal Torasik Arter  
**İVS :** İnterventriküler Septum  
**K<sup>+</sup> :** Potasyum  
**KABG :** Koroner arter baypas  
**KBH :** Kronik Böbrek Hastalığı  
**KBY :** Kronik Böbrek Yetmezliği

**KOAH** : Kronik Obstrüktif Akciğer Hastalığı  
**KPB**:Kardiyopulmoner Bypass  
**LAD**:Sol Ön İnen Arter  
**LIMA**:Left İnternal Mammarian Arter  
**Mg2+** : Magnezyum x  
**MI** : Miyokard infarktüsü  
**MVR** : Mitral Valve Replacement(mitral kapak replasmanı)  
**Na+** : Sodyum  
**NİCO**: Non-İnvaziv Kardiyak Output Monitörü  
**NO** : Nitrik Oksit  
**NSR** : Normal Sinüs Ritmi  
**NYHA** : New York Heart Association(New York Kalp Derneği)  
**PDA** : Patent Duktus Arteriyozus  
**PDH** : Periferik Damar Hastalığı  
**PİCCO**: Arterial pulse contour analysis  
**PKG**:Perkütan Koroner Girişim  
**PO** : Peroral  
**KK**:Plegisol-Kan Kardiyoplejisi  
**RIMA**:Rigt İnternal Mammarian Arter  
**SFT** : Solunum Fonksiyon Testi  
**SV**:Stroke Volüm  
**SVO** : Serebrovasküler Olay  
**SVR**:Sistemik Vasküler Rezistans  
**TTE** : Transtorasik Ekokardiyografi  
**ROS** : Reaktif Oksijen Radikalleri  
**X-Klemp** : Kross klemp

## TABLO LİSTESİ

|                                                                                                                    |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tablo 1: Hastalara Ait Demografik Özellikler ve Klinik Bulgular.....                                               | 34 |
| Tablo 2: Hastalara Ait Preoperatif ve Postoperatif Hemodinamik Parametreler.....                                   | 35 |
| Tablo 3: Hastalara Ait Troponin Takip Değerleri.....                                                               | 36 |
| Tablo 4: Hastalara Ait İntraoperatif ve Postoperatif Veriler.....                                                  | 38 |
| Tablo 5: DNK ve KK gruplarının CO, CI ve EF değerlerinin preoperatif ve postoperatif dönemlerdeki değişimleri..... | 40 |





## ŞEKİL LİSTESİ

- Şekil 1: KK ve DNK grubunda postoperatif 0. 1. ve 2. günlerdeki troponin I seyri.....37
- Şekil 2: CO ve CI preoperatif ve postoperatif değerlerinin iki grup arasında karşılaştırma grafiği.....41



## ÖZET

### Amaç

Açık kalp cerrahisinde başarılı klinik sonuçlar elde edebilmek için temel ve önemli konulardan birisi yeterli miyokardiyal korumadır. Uzun yıllardan beri hiperkalemik solüsyonlar miyokard korumada temel olarak kullanıma girmiş, solüsyonlardaki içerikler zenginleştirilerek farklı kardiyopleji çeşitleri elde edilmiştir. Daha yaygın olarak pediatrik kalp cerrahisinde kullanılan “del Nido Kardiyopleji” si son dönemde erişkin kalp cerrahisinde de kullanılmaya başlanmıştır. Çalışmamızın amacı; son zamanlarda kliniğimizde de kullanılan del Nido Kardiyoplejisi’nin miyokardiyal korumadaki etkinliğinin, klinik, biyokimyasal ve hemodinamik parametreler üzerinden araştırılmasıdır.

### Gereç ve Yöntem

2018 Temmuz-2018 Eylül tarihleri arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesinde, aynı cerrahi ekip tarafından, koroner arter bypass cerrahisi yapılan 30 hasta çalışmaya dâhil edildi. Hastalar benzer demografik özelliklere sahipti. Hastaların %50’sinde(n=15) del Nido Kardiyoplejisi (DNK), %50’sinde(n=15) kristaloid kardiyopleji ile indüksiyondan sonra aralıklı soğuk kan kardiyoplejisi (KK) rejimi kullanıldı. Hastaların preoperatif, operatif ve postoperatif verileri (kardiyak biyomarker düzeyleri, kross klemp ve toal perfüzyon süreleri, hemodinamik parametreler vb.) değerlendirildi.

### Bulgular

Hastalara ait demografik özellikler ve komorbid faktörler açısından her iki grup arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). Hastalara uygulanan greft sayısı açısından gruplar arasında fark yoktu ( $p>0,05$ ). Her iki gruptaki hastalarda da, preoperatif değerlere göre postoperatif dönemde ölçülen EF, CO, CI değerleri açısından anlamlı fark saptanmamıştır ( $p>0,05$ ). Her iki grubun postoperatif troponin I seyri açısından gruplar arasında anlamlı fark yoktu ( $p>0,05$ ). Kross klemp süresi ve total perfüzyon süresi KK grubuna göre DNK grubunda daha düşük saptandı, sırasıyla krossklemp ve total perfüzyon süreleri;  $55,5\pm2,9\text{dk}/78\pm2,7\text{dk}$  vs  $48,9\pm2,8\text{dk}/70,2\pm2,2\text{dk}$  ( $p<0,001$ ). Kross klemp sonrası defibrilasyon ihtiyacı DNK grubunda belirgin olarak daha azdı ( $p<0,001$ ). Postoperatif dönemde gelişen komplikasyon sayısı ve YBÜ kalış süresi açısından iki grup arasında fark yoktu ( $p>0,05$ ).

## **Sonuç**

Erken dönem sonuçlar değerlendirildiğinde DNK, kristaloid kardiyopleji ile indüksiyon sonrası aralıklı soğuk kan kardiyoplejisi rejimine benzer özelliklerde ve yeterli miyokard koruması sağladığı görülmektedir. Ayrıca DNK cerrahi akışı engellemediğinden daha kısa kross klemp süresi total perfüzyon süresi ve daha düşük defibrilasyon ihtiyacı sağlaması nedeniyle KABG cerrahisinde, güvenli şekilde kullanılabileceğini düşünmekteyiz.

**Anahtar Kelimeler:** koroner arter bypass, kardiyoplejik solüsyonlar



# **THE EFFECTS OF DEL NIDO CARDIOPLEGIA ON VENTRICULAR FUNCTIONS IN POSTOPERATIVE EARLY PERIOD IN PATIENTS WITH ISOLATED CABG PROCEDURE**

## **ABSTRACT**

### **Aim**

One of the basic and important issues for achieving successful clinical outcomes in open heart surgery is adequate myocardial protection. For many years, hyperkalemic solutions have been used mainly in myocardial protection, and the contents in the solutions have been enriched and different cardioplegia varieties have been obtained. del Nido Cardioplegia, which is more commonly used in pediatric cardiac surgery, has recently been used in adult cardiac surgery. The aim of our study; recently, the effectiveness of del Nido Cardioplegia used in our clinic in myocardial protection is investigated through clinical, biochemical and hemodynamic parameters.

### **Material-Method**

Thirty patients who underwent coronary artery bypass surgery between July 2018 and September 2018 were included in the study. Patients had similar demographic characteristics. Del Nido Cardioplegia (DNK) was used in 50% of the patients (n = 15) and intermittent cold blood cardioplegia (KK) regimen was used after induction with crystalloid cardioplegia in 50% (n = 15). Preoperative, operative and postoperative data (cardiac biomarker levels, cross clamp and total perfusion times, hemodynamic parameters, etc.) were evaluated.

### **Results**

There was no significant difference between the two groups in terms of demographic characteristics and comorbidity factors ( $p > 0.05$ ). There was no difference between the groups in terms of the number of grafts applied to patients ( $p > 0.05$ ). There was no significant difference in terms of EF, CO, and CI values measured in the postoperative period in both groups ( $p > 0.05$ ). There was no significant difference between the groups in terms of postoperative troponin I ( $p > 0.05$ ). The duration of the cross clamp and total perfusion time were lower in the DNK group compared to the CC group, respectively, cross clamp and the total

perfusion times were;  $55.5 \pm 2,1$  min /  $78 \pm 2,7$  min vs.  $48,9 \pm 2,8$  min /  $70,2 \pm 2,2$  min ( $p < 0,001$ ). The need for defibrillation after cross-clamp was significantly lower in the DNK group ( $p < 0.001$ ). There were no differences between the two groups in terms of the number of complications and ICU stay duration in the postoperative period ( $p > 0.05$ ).

## **Conclusion**

When the early results are evaluated, it is seen that DNC is similar to blood cardioplegia after cold crystalloid cardioplegia regime and provides adequate myocardial protection. In addition, since DNC does not interfere with surgical flow, we think that it can be used safely in CABG surgery because it requires shorter cross clamp-total perfusion time and lower defibrillation requirement.

**Key words:** artery bypass, coronary, cardioplegic solutions

## GİRİŞ VE AMAÇ

Koroner arter hastalığı(KAH) dünyada ve ülkemizde en sık mortalite ve morbitide sebeplerinin başında gelmektedir. Teknolojik ilerlemeler sayesinde peruktan koroner girişimler(PKG) ve koroner arter bypass greftleme(KABG) operasyonları artık birçok merkezde yapılmaktadır. Bu sayede mortalite ve morbidite oranları düşürülmeye çalışılmaktadır.

Kalp cerrahisinin tarihsel gelişiminde üzerinde en çok durulan ve halen de araştırılmaya devam edilen konu miyokardiyal korumadır. Melrose ise potasyum infüzyonu ile elektromekanik kardiyak arrest sağlayarak hareketsiz bir ortamda operasyonların gerçekleştirilebilmesine olanak sağlamıştır.(1) Açık kalp cerrahisinde, cerrahi teknik ve başarının yanı sıra, operasyon esnasında oluşabilecek miyokardiyal hasar, mortalite ve morbiditenin en önemli nedenlerinden biridir. Bu hasarı en düşük düzeyde tutmak amacıyla yapılan her türlü işlem miyokardiyal koruma olarak değerlendirilir. Miyokardiyal koruma ve kalbi durdurmak amacıyla kullanılan solüsyonlara kardiyopleji adı verilir. Kardiyoplejik solüsyonlar kardiyak girişimler esnasında miyokardiyal hasarı en aza indirgeyen bileşenlerdir.(2) Miyokardiyal koruma yöntemleri üzerine yapılan çalışmalar sayesinde, kardiyoplejik solüsyonların içerikleri, uygulama yöntemlerinin geliştirilmesi, sistemik ve topikal hipoterminin katkılarıyla günümüzde daha iyi sonuçlar elde edilmektedir (3). Miyokardiyal koruma tekniklerinin hepsi miyokardın oksijen ihtiyacı ile miyokarda sunulan oksijen miktarını dengelemeyi amaçlamaktadır. Miyokardın oksijen ihtiyacı, kalbin elektromekanik aktivitesinden, bazal metabolik hızından ve duvar geriliminden etkilenmektedir. Bu nedenle miyokardiyal korumanın temelini, genelde potasyum ile oluşturulan elektromekanik arrest, hipotermi ile sağlanan bazal metabolik hızdaki azalma ve dekompresyon oluşturmaktadır.(4)

Yetersiz ya da yanlış miyokardiyal koruma nedeniyle meydana gelmiş miyokard hasarı erken dönemde kendini hemodinamik bozukluk ve biyokimyasal parametrelerde artış olarak göstermektedir. Bunun sonucu olarak da mekanik veya farmakolojik inotropik destek ihtiyacı, postoperatif dönemde komplikasyonlar gelişebilmektedir. Uygun kardiyoplejik solüsyon

kullanımı iskemi reperfüzyon hasarını en aza indirmede önemli bir yere sahiptir(5) Kardiyopleji kompozisyonu ve sıcaklığı konusundaki tartışmalar halen sürmektedir(1,6)

Kalp ameliyatları yapılan merkezlerde birçok kardiyopleji çeşidi farklı yöntemlerle kullanılmaktadır. Kardiyoplejik solüsyonların içeriğindeki elektrolitler ve metabolitlerin artması ile kardiyopleji çeşitliliği de artmıştır.(7) Görüş birliği olmamakla birlikte kristaloid bir kardiyopleji ve kan kardiyoplejisi kullanımı yaygındır. Kliniğimizde bu kullanım mevcut iken son yıllarda del Nido Kardiyopleji'si(DNK) kullanılmaya başlanmıştır. Diğer birçok kardiyopleji tekniğinde genellikle multidoz kardiyopleji rejimi yaygınken DNK tek doz ile daha uzun süreli kardiyak arrest ve miyokardiyal koruma sağlamaktadır. Bu sayede perfüzyon ve operasyon süresi kısaltmakta, buna bağlı olarak birçok komplikasyondan kaçınmak hedeflenmektedir.

Del Nido kardiyopleji solüsyonu, kalsiyum aşırı yüklenmesine ve iskemi reperfüzyonuna özellikle duyarlı olan olgunlaşmamış kardiyomiyositlerin korunmasına yönelik düşünülmüştür. Del Nido kardiyopleji solüsyonu temel olarak; Plasmalyte-A, Isolyte S ve Normasol gibi içerik olarak birbirine benzer dengeli elektrolit solüsyonu içerisine mannitol, magnezyum sülfat, sodyum bikarbonat, potasyum klorür ve lidokain bileşenlerinin eklenmesiyle hazırlanır. Bu solüsyonun içeriğindeki mannitol serbest radikalleri temizler ve miyokardiyal hücrelerdeki şişmeyi azaltır. Magnezyum sülfat, kalsiyum kanal blokeridir ve ventrikül kasılmasını destekler. Sodyum bikarbonat, tampon olarak görev yapar. Lidokain, sodyum (Na<sup>+</sup>) kanal blokörüdür ve hücre içi kalsiyum birikimini önlemek için sodyum akım penceresini azaltır. Aynı zamanda antiaritmi özelliği ile de ritim problemlerinin önüne geçmeye yardımcı bir ajandır. Del Nido kardiyopleji solüsyonu olgunlaşmamış ve olgun miyokardiyum arasındaki farklar olması nedeniyle başlangıçta pediatrik kalp cerrahisinde, olgunlaşmamış miyokardiyum dokusunda kullanılması amacı ile tasarlanmıştır(8). Daha sonraki yıllarda del Nido kardiyoplejisi geliştirilmiş olup günümüzde erişkin kardiyak cerrahi girişimlerde sıklıkla kullanılmaktadır. (9,10).Ekstrasellüler kardiyopleji solüsyonları genellikle, aortik kros klemp süreleri kısa olması beklenen ameliyatlarda kullanılıp, her 15-20 dakikada tekrar edilerek miyokard korumasını sağlamak amacıyla hazırlanır. İntrasellüler kardiyopleji solüsyonları ise, özellikle aort cerrahisi ve minimal invaziv girişimleri gibi kros klemp süreleri ve kardiyak arrest periyodu uzun olacak ameliyatlarda kullanılır. Del Nido kardiyopleji, ekstrasellüler içeriğe sahip olup, uzun süre diastolik arrest sağlayan bir solüsyondur. İskemik arrest sırasında membranların hiperpolarizasyonu miyokardiyal metabolik gereksinimleri azaltır ve sonuç olarak miyokardiyal korumayı artırır(11).

Yaptığımız bu çalışmada kliniğimizde kullanılan iki farklı kardiyopleji rejiminin ventrikül fonksiyonları üzerine etkilerini hemodinamik ve biyokimyasal değerler ile incelemek, DNK'nin etkinlik ve güvenilirliğini ortaya koymak istedik.

## **GENEL BİLGİLER**

### **KORONER BYPAS CERRAHİSİ VE KARDİYOPULMONER BYPASS**

Koroner arter "bypass" greft cerrahisi tüm dünyada erişkinler arasında en sık uygulanan kardiyak cerrahi işlemlerdendir. Koroner dolaşımı iyileştirmeye yönelik ilk kardiyak girişimler 1940'lı yıllara dayanmaktadır. Kanada'lı cerrah Vineberg 1946'da ITA'yı miyokard içinde açtığı tünele anastomoz etti. 1961 yılında Goetz sağ ITA - sağ koroner arter anastomozunu yaptı (12). Daha sonra Kolessov sol torakotomi ile sol ITA'yı, sol ön inen artere (LAD) anastomoz etti (13). Bu yıllardan günümüze kadar, kardiyak operasyon yapılan merkezlerin ve yapılan operasyonların sayısı hızla artmıştır.

Kalp cerrahisi sırasında cerrahi tekniklerin başarıyla uygulanabilmesi, genellikle sahanın kansız ve hareketsiz olmasını gerektirir. Kalbin pompalama ve akciğerlerin solunum fonksiyonunu geçici olarak üstlenen cihaza kalp akciğer makinası denir. Kalp ve akciğerlerin devre dışı bırakıldığı ve dolaşımın kalp akciğer makinasıyla sürdürüldüğü bu duruma ekstrakorporeal dolaşım, yapılan işleme ise kardiyopulmoner "bypass" denir. Kardiyopulmoner "bypass" ve ekstrakorporeal dolaşım, açık kalp cerrahisinin yanı sıra bazı intrakranial ameliyatlarda, kan değişimi uygulamalarında (eritroblastosis fetalis), pulmoner embolektomide, akciğer, karaciğer, böbrek gibi organ nakillerinde, vena kavanın rezeksiyonu sırasında, donma nedeniyle hastanın ısıtılmasında ve kemoterapötiklerin verilmesi sırasında izole ekstremita perfüzyonunda da kullanılabilen bir yöntemdir (14).

Kardiyopulmoner "bypass"ta ana prensip olgudan alınan kanın bir rezervuara toplanması, ısıtılıp-soğutulması ve oksijenize edilip bir filtreden geçirilerek tekrar olguya geri döndürülmesidir.

#### **Kalp akciğer makinasının temel bileşenleri şunlardır:**

-Kalpten veya büyük venlerden kanı toplayan venöz kanüller,



- Cerrahi sahadaki kanın aspire edilmesini ve bu kanın yeniden sisteme kazandırılmasını sağlayan emici bir sistem (suction),
- Kalp odalarındaki kanın boşalmasını ve kalbin dekomprese edilmesini sağlayan bir diğer emici sistem (vent)
- Venöz kanüllerden ve diğer emici sistemlerden gelen kanın toplandığı bir venöz rezervuar,
- Kanın oksijenlenmesini sağlayacak bir oksijenatör,
- Kanın soğutulup ısınmasını sağlayan bir ısı değiştirici makina,
- Kalbin pompa işlevini üstlenecek bir pompa,
- Sisteme karışma olasılığı olan partiküllerin temizlendiği arteriyel filtre sistemi,
- Oksijenlenmiş ve filtre edilmiş kanı hastanın arteriyel sistemine ileten arteriyel kanüller,
- Sistem işleyişinin ve kanül basınçlarının izlenebildiği bir monitör sisteminden oluşur.

Kalp akciğer makinası, bu ana yapılar yanında birçok yardımcı sistemleri de kapsar. Sistemde kan örnekleri alınabilmesi ve bazı ilaçların verilebilmesini sağlayan çeşitli hatlar mevcuttur. Birçok merkezde kardiyopleji uygulamalarında, yani kalbin durdurulmasını sağlayan solüsyonun hazırlanması ve verilmesinde kalp akciğer makinasından yararlanılmaktadır. Ayrıca cerrahi sahadan çekilen dilüe kandaki kan elemanlarının yıkanıp konsantre edilmesi ve bir filtreden geçirilerek olguya geri verilmesini sağlayan bazı sistemler (cell saver sistemi) de kalp akciğer makinası bileşenleri arasında sayılabilir (14). Bu sistem ve bileşenleri genellikle polikarbonat, polietilen, paslanmaz çelik, titanyum, polivinilklorid, teflon, silikon ve poliüretan gibi toksisite, mutajenite ve immünojenitesi az olan biyolojik doku ve sıvılarla kısmen uyumlu materyallerden imal edilmektedir. Kanın yabancı yüzeylerle teması esnasında meydana gelen türbölans, staz ve kanda oluşturduğu kimyasal etkiler en aza indirilmiştir.

Kardiyopulmoner bypass sırasında başta santral sinir sistemi ile kalp olmak üzere organların metabolik gereksinimlerini azaltmak için sistemik hipotermi uygulanması ve operasyon sonunda ise olgunun tekrar ısıtılması gerekmektedir. Bu iş için genellikle devreye eklenen ayrı bir cihaz kullanılır. Bu cihazlar paslanmaz çelik, alüminyum veya propilenden yapılmıştır. Oksijenatör ile kurulan bağlantıları yoluyla kanın soğutulması veya ısıtılması gerçekteştirilir. Cihazların kazan kısmında ısısı değiştirilen su, borularla bu bölüme iletilir. Isı değiştiriciler, kan sıcaklığının artmasıyla gazların kanda eriyebilirliğinin azalması nedeniyle

genellikle gaz değişim ünitesinin proksimalinde yer alırlar. Böylece tekrar ısınma sırasında meydana gelebilecek gaz mikroembolileri engellenmiş olur. Soğutma ve ısınma sırasında olgunun ısısı, en sık rektal ve nazofarengeal bölgeden ölçölür. Nazofarengeal proplar daha çok beyin, rektal proplar ise daha çok vücut ısınısını yansıtır. Nazofarengeal ısı kalbe yakınlığından dolayı topikal solüsyonlardan etkilenir. Bunun dışında mesane içinden veya timpanik bölgeden de ısı monitorizasyonu mümkündür. Isı değiştiriciler ile yetişkinlerde 30- 37°C arasında dakikada 0,7-1,5 °C düşüş sağlanabilir. Isı düştükçe soğuma hızı da yavaşlar. Isınma fazında ise dakikada ısı, 0,2-0,5°C arttırılabilir. Isıtma esnasında kazan ısısı 42 °C'yi aşmamalıdır. Arter ile ven arasındaki ısı farkı erişkinlerde 12°C'yi, pediatrik olgularda 8 °C'yi aşarsa proteinler denatüre olur, eritrositlerin sıvı absorbe etmesi ile hemoliz artar ve mikroemboliler oluşabilir (14).

Olguların soğutulmasında lokal ve merkezi soğutma olmak üzere iki yöntem uygulanır. Lokal soğutma homojen soğutma sağlar fakat soğuma hızından dolayı ventriküler fibrilasyon (VF) riski fazladır. Kardiyopulmoner "bypass"ta merkezi soğutma daha etkin olup bölgeler arasında daha büyük ısı gradiyenti oluşturur. Kalp, böbrek gibi küçük organlar daha hızlı, iskelet kası gibi daha geniş yüzeyli ve hacimli organlar ise daha yavaş soğur ve ısınırlar. Olguya yerleştirilen timpanik ve özefageal proplar merkezi sıcaklığı yansıtırken, rektum ve mesane periferdeki doku sıcaklığını daha iyi yansıtmaktadır. Bu yüzden ısınma ve soğutma fazında timpanik ve özefageal proplar bu merkezi ısıdan çabuk etkilenirler.

Derin hipotermik sirkulatuar arrest pompada vücut ısınısının 20 °C altına düşürölüp dolaşımın geçici olarak tamamen durdurulduğu tekniktir. Bu teknik arkus aortayı ilgilendiren torasik aort lezyonlarında, pulmoner trombektomide, bazı konjenital patolojilerin düzeltilmesinde ve beyin cerrahisinde intraserebral anevrizma tamirinde kullanılır. Olgu femoral ya da aksiller yoldan kanüle edilip soğutulurken aortaya klemp konmadan kardiyak cerrahi prosedürler yapılabilir. Bu tekniğin etkinliği için elektroensefalogram ile kontrol gereklidir. Olgu soğutulurken perfüze ile olgu arasındaki ısı farkının 10 °C'yi geçmemesi gereklidir (14).

Kardiyopulmoner "bypass" sırasında oluşturulacak hipotermi kan viskozitesini arttırır ve mikrovasküler yatakta dolaşım bozulabilir. Bu durumun önlenmesi için hemodilüsyon uygulanmalıdır. Kapiller sirkölasyonun etkin şekilde devam etmesi, KPB devresine uygun sıvı ilavesi ile viskozitenin azaltılmasıyla sağlanır. Seçilecek bu sıvı kan ile aynı ozmolaritede olmalıdır. Eğer hipoosmolar olursa hemoliz ve interstisyuma sıvı kaçışı; hiperosmolar olursa damar içi volüm yüklenmesine neden olabilir. Bu solüsyonlar genelde kan içmez ve komplike

olmayan vakalarda en sık kullanılan prime solüsyonu %5 Dextrozlu Ringer Laktattır. Sadece kan ile hazırlanmış solüsyonlarda bazı kan reaksiyonları ve şok tablosu görülebilir.

Hemodilüsyonun bir diğer yararı viskozitedeki azalmaya paralel olarak kan hücreleri ve proteinlere olan travmanın azalmasıdır. Hemodilüsyon ile renal kan akımında ve kreatinin klirensinde artış izlenir. Bu solüsyona bazen albumin, taze donmuş plazma ve dextran veya mannitol gibi kolloid solüsyonlar eklenebilir. Albümin hatlara yapışarak trombosit harabiyetinin azalmasını sağlayabilir; ancak pahalı olması, enfeksiyon ve allerjik reaksiyon riski taşıdığından fazla tercih edilmez. İstenmeyen bir durum olarak KPB sırasında 42 °C'yi geçen ani ısı yükselmeleri görülebilir. Bu duruma malign hipertermi denir. Nadir olarak görülen bu tablonun en sık nedeni inhalasyon anesteziğidir. Mortalite yüksektir.

## **MYOKARD KORUMA YÖNTEMLERİ**

Açık kalp cerrahisinin başladığı ilk yıllardan beri, morbidite ve mortalitenin büyük oranda postoperatif kardiyak pompa yetersizliği ile ilgili olduğu dikkati çekmiştir. Özellikle 1970' li yıllardan itibaren yaygınlaşan koroner arter cerrahisi döneminde, postoperatif kardiyak pompa yetersizliğinin en önemli nedeninin iskemik kardiyak arrest ve reperfüzyon sırasında oluşan miyokardiyal hasar olduğu iyice anlaşılmıştır (15). Geçmişte birçok cerrah, kalbi oksijensiz bırakmadan hareketsiz bir ameliyat sahası elde etmek için "Devamlı koroner perfüzyonu ile ventriküler fibrilasyon" tekniğini kullanmıştır. Ancak bu yöntemle KPB sırasında koroner kan akımı daha çok subepikardiyal bölgeye yönelmekte ve subendokardiyal hasar gelişmektedir (16). Normal bir kalp fibrilasyonda iken, normotermik fibrilasyon ile yükselen oksijen gereksinimini karşılamak üzere, sol ventrikülün daha iç tabakalarına giden kan miktarında belirgin artış olmaktadır. Kalp cerrahisinde, normal ventriküllere sahip hastalar ile daha seyrek karşılaşılmaktadır. Hipertrofik sol ventrikül boş çalışırken, normal sol ventriküle oranla daha fazla oksijen ve kan akımına ihtiyaç duyar (17).Fibrilasyondaki hipertrofik ventrikülde, yüksek enerji ihtiyaçlarını karşılamak için subendokardiyal kan akımını ayarlayan otopregulasyon yetersiz kalmakta ve bu iskemiye neden olmaktadır. Bir saat boyunca elektriksel olarak fibrilasyonda tutulan kalpler aynı süre "İskemik arrest ve topikal hipotermi" uygulanmış kalplerle aynı derecede iskemik hasar gösterir . Bu çalışmaların sonucunda, hem ventriküler fibrilasyon yöntemi, hem de topikal hipotermiyle beraber uygulanan iskemik arrest yönteminin belli ölçüde subendokardiyal hasar oluşturduğu ve sonuçta kalp fonksiyonlarında depresyon yaratarak açık kalp cerrahisinde klinik yönden yeterli olmadığı sonucuna varılmıştır (16). Dolayısı ile miyokard korunması kalp cerrahisinin en önemli konularından biri haline

gelmiş ve bu konuda sayısız araştırmalar yapılmıştır. Halen ideal miyokard korunmasına yönelik arayışlar sürmektedir.

Son zamanlarda uzun süreli iskemi periyotlarında, hücrede yüksek enerjili fosfat depolarının azalması ile başlayıp, hücre nekrozuna kadar giden zincirleme olayları yavaşlatmayı amaçlayan miyokardiyal koruma yöntemleri, hızlı bir şekilde elektromekanik arrest sağlayarak, kontraktil aktiviteyi engellemek için kardiyoplejik solüsyonlar ve hücre içindeki metabolik faaliyetleri azaltarak ATP tüketimini minimuma indirmeyi amaçlayan hipotermi üzerinde yoğunlaşmıştır.

Günümüzde yaygın olarak uygulanmakta olan miyokardiyal koruma yöntemleri,

- a. Genel hipotermi ve topikal miyokardiyal soğutma
- b. Kardiyopleji
- c. Reperfüzyon hasarını önlemeye yönelik uygulamalardır.

### **Hipotermi**

Kalp cerrahisinin temelleri arasında çok önemli bir kilometre taşı oluşturan hipotermi ile ilgili ilk çalışmalar 1950'li yıllara dayanır. Bigelow ve arkadaşları 1950 yılında köpekler üzerinde yaptığı bir çalışmada 20 dereceye soğuyarak 15 dakika süre ile kardiyak arrest sağlamıştır (18). Sonrasında Brown ve Harrison tarafından 1958 yılında ısı değiştiricinin ilk defa kullanıma sunulmasıyla kalp cerrahisi alanında hipotermi uygulanmaya başlamıştır (19).Miyokardiyal hipotermi üç farklı biçimde yapılır (20).

#### **- Sistemik hipotermi**

#### **- Topikal hipotermi**

#### **- Soğuk kardiyoplejik solüsyon ile koroner hipotermik perfüzyon**

Sistemik hipotermi, vücuda dışarıdan soğuk uygulanarak yapılan ancak ısınma ve soğuma sürelerinin çok uzun olması nedeniyle günümüzde çok kullanışlı olmayan eksternal genel vücut hipotermisi ve vücut dışındaki dolaşım hatlarına ısı değiştiriciler eklenerek yapılan internal hipotermi olarak iki başlıkta ele alınabilir. Koroner perfüzyon hipotermisinde aortanın klemplenmesinden sonra aort kökünden verilen soğuk mayi ile hipotermi sağlanır.

Topikal hipotermi ise direk olarak kalbin etrafına buzlu su ya da soğuk serum uygulaması ile yapılır. Bu teknik sistemik hipotermiye ek olarak kullanılsa da günümüzde bu

teknikle frenik sinir hasarı, koroner arteriyel spazm, miyokardiyal proteinlerin denatürasyonu ve Na-K ATPaz pompa bozulması gibi istenmeyen etkilerin oluşabileceği de öne sürülmüştür (18). Hipoterminin miyokardı koruyucu etkileri, kalp hızının ve bazal hücrel metabolizmanın yavaşlamasına bağlıdır. İskemi sırasında harcanan enerji ve ATP miktarı azalır. Bununla birlikte CO<sub>2</sub> ve H<sup>+</sup> gibi metabolizmanın toksik ürünlerinde de azalma olur. Asidoz, anaerobik metabolizmayı direkt olarak inhibe eder ve yapısal hasarlar meydana getirebilirler. Normotermik şartlarda diyastolik arrestin kardiyoplejik solüsyonlar ile sağlanması miyokardiyal oksijen ihtiyacını yaklaşık olarak % 75-85 oranında düşürür. Kardiyopleji - hipotermi kombinasyonu ile miyokardiyal oksijen ihtiyacının % 95 oranında düşürülebildiği gösterilmiştir (21). Genelde oksijen ihtiyacı, vücut ısısının her 10 °C' si için yarı yarıya azalır (22).

Hipotermi genel olarak 3 grupta incelenmektedir;

- **Hafif hipotermi:** 28-32 °C arası
- **Orta dereceli hipotermi:** 20-28 °C arası
- **Derin hipotermi :** < 20 °C

Sonuç olarak; Günümüzde aort klempi konduktan sonra iskemik arrest sırasında kalbin hemen durdurulmasını sağlamak ve bu arada gereksiz elektromekanik iş için enerji harcanmasını önlemek amacıyla kardiyopleji uygulaması geliştirilmiştir. Daha sonraları en düşük ısılarda bile hücrel metabolik faaliyetin devam etmekte olduğu ve bunun için çok az miktarda da olsa oksijene gereksinim duyulması gerçeği “Oksijenize kardiyopleji” uygulamasına temel teşkil etmiştir (23). Önceleri “oksijenize kristalloid kardiyopleji” şeklinde olan bu uygulama, hemoglobinin oksijen transportundaki üstünlüğü ve kanın diğer özellikleri nedeniyle “oksijenize kan kardiyoplejisi” uygulanmasına dönüşmüştür (24). Ayrıca reperfüzyon hasarından korunma çabaları son yıllarda miyokard korunmasında en önem verilen konu haline gelmiştir. Bu amaçla geliştirilen terminal sıcak kan kardiyoplejisi (16) ve antegrad/retrograd devamlı sıcak kan kardiyopleji teknikleri yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır (25,26). Aşağıda kardiyopleji ve özellikle kan kardiyoplejisinin değişik uygulama metodları gözden geçirilmiştir.

### **Kardiyopleji**

Günümüzde pek çok kalp ameliyatı perfüzyonu devam eden ve atan kalpte yapılabilir. Ancak aort klemp edilerek kansız bir ortamda çalışmak cerraha çok büyük bir rahatlık sağlar.

Gerek fibrilasyon, gerek aralıklı aortik klemp teknikleri kalbi iskemiye uğratabileceğinden bu dönemde hücre fonksiyonlarının en aza indirgenmesi ameliyatın en önemli aşamasıdır. Bu ise daha iskeminin başlangıcında kalbin elektromekanik aktivitesinin ani olarak kesilip kardiyopleji sağlanması ile gerçekleştirilebilir (27). Elektif ve kimyasal olarak kardiyak arrest sağlama tekniği olan kardiyopleji, ilk olarak 1955 yılında Melrose tarafından kalp cerrahisinde uygulanmıştır (28). Hareketsiz ve kansız bir ortam sağlayarak ameliyat koşullarını düzelttiği için kalp cerrahları tarafından yaygın olarak kabul gören bu teknik, yüksek konsantrasyondaki potasyum sitrata bağlı olarak gelişen miyokard hasarının anlaşılmasından sonra terkedilmiştir. Bretschneider ve Kirsch, on yıl kadar sonra daha az toksik kardiyoplejinin Avrupa’ da yeniden klinik uygulamaya girmesini sağlamışlardır. Kardiyopleji 1973 yılına kadar ABD’ de yeniden kabul edilmemiştir. 1973 yılında Hultgren ve arkadaşları çeşitli kalp ameliyatları geçiren normal koroner arterlere sahip hastalarda % 7 oranında akut transmural miyokard infarktüsü gözlemlendiğini bildirmişler ve “Kalp cerrahisi sırasında, kalbin daha iyi yöntemlerle korunmasına kesinlikle acil ihtiyaç vardır” görüşünü dile getirmişlerdir (29).

#### **Kardiyoplejik solüsyonda bulunması gereken özellikler:**

**-Hızlı arrest sağlamak:** İskemik dönemde elektromekanik faaliyeti bir an önce durdurarak enerji ihtiyacını düşürmeyi amaçlar. Bu özellikle oksijenlenmemiş kardiyopleji solüsyonları için geçerlidir. Oksijenlenmiş kardiyopleji solüsyonları ile indüksiyon yapıldığında yüksek enerjili fosfat depoları daha zenginleşebilir (30) ve asistolide gecikme problemi oluşabilir. Arrest, potasyum (20-30mEq/l), magnezyum, prokain ve bazı hipokalsemik solüsyonlar ile elde edilebilir.

**-Soğuk:** Kardiyopleji solüsyonunun soğuk olarak (0-4 °C) perfüzyonu, soğuk kardiyopleji uygulamalarının en önemli özelliğidir.

**-Substrat:** Aort klempi konduktan sonra anaerobik ve aerobik enerji üretimini devam ettirmek için substrat sağlanmalıdır. Bu maddeler oksijen, glikoz, glutamat ve aspartat olabilir (16).

**-pH:** Hipoksi sırasında metabolizmayı istenilen düzeyde devam ettirebilmek ve oluşan asidozu nötralize etmek amacı ile kardiyoplejik solüsyonun pH’ ı yüksek tutulmalıdır. Bu nedenle bütün kardiyopleji solüsyonlarında pH tamponlayıcı bir maddenin bulunması

gereklidir. Bu amaçla Tris (hidroksimetil) aminoethane (THAM), bikarbonat veya fosfat kullanılabilir.

**-Membran stabilizasyonu:** Kalsiyum içermeyen kardiyopleji solüsyonları sarkolemmal membrana hasar verebileceğinden kalsiyum ilave edilmesi gereklidir (31).Kalsiyum antagonistleri kalsiyumun hücre içine girişini bloke ederek yararlı olabilir (32).Steroidlerin ve prokain' in rolü ve membran stabilizasyonunu nasıl etkilediği birçok çalışmalara rağmen kesinleşmiş değildir. Oksijen radikal temizleyicileri (sulfuroxid dismutase, katalaz, allopurinol, coenzyme Q10) sitotoksik oksijen metabolitlerini etkisiz hale getirirler (33).

**-Ozmolarite:** Miyokard ödemi iskemik hasara daima eşlik ettiğinden, solüsyonun ozmolaritesinin yüksek olması (350-370 mosm) iyatrojenik olarak ödemin artışına neden olmamak için dikkat edilmesi gereken bir noktadır (34).

#### **Kardiyoplejiler:**

- **Bileşimlerine göre:** Kristaloid kardiyopleji, kan kadiyoplejisi
- **Sıcaklıklarına göre:** Hipotermik kardiyopleji, normotermik kardiyopleji, tepid kardiyopleji
- **Uygulama şekillerine göre:** Antegrad kardiyopleji, retrograd kardiyopleji, antegrad + retrograd (kombine) kardiyopleji, simultane antegrad/ven greft kardiyopleji

#### **Birleşimlerine Göre Kardiyopleji Türleri**

##### **Kristaloid Kardiyopleji:**

Yeterli metabolik ihtiyaç ve sunu dengesinin sağlanabilmesi için hem enerji metabolizmasının yavaşlatılması hem de miyokardın ihtiyacı olan oksijen ve metabolitlerin karşılanması gerekmektedir. Buckberg ve arkadaşlarının 1977 yılında yayınlamış oldukları bir araştırmada, normalde sol ventrikülde 100gr doku için 8ml/dk olan oksijen kullanımının kardiyopleji kullanımıyla 1,5 ml/dk' ya kadar inerek % 81 oranda azaldığını göstermişlerdir (18). Kardiyopleji solüsyonları ile kalbe çok az oranda substrat sağlanırken, oksijen hiç sunulmamaktadır. Bu solüsyonlar esas fonksiyonunu hipotermi şartlarında diastolik arrest ederek gösterirler.

Bu solüsyonlar temelde aşağıdaki iyonları içerirler;

- **Potasyum** (15-30 mmol/l); Kardiyopleji solüsyonlarının temel iyonudur. Membran potansiyelini düşürerek, sodyum kanallarının inaktive olması ile membran stabilizasyonu oluşturur ve diastolik arrest ortaya çıkar. Yüksek dozlarda potasyum, enerji tüketimini artırır ve koroner endotelial hasar oluşturur.

- **Kalsiyum**; Özellikle iskemi reperfüzyon sendromunun önlenmesinde önem taşır. Kalsiyum olmayan solüsyonların kullanılması durumunda sarkolemmada hasar oluşur.

- **Magnezyum**; Mevcut negatif inotropik etkisinden ziyade, hücre içi sodyum iyon aktivitesini azaltarak kalsiyum girişini engelleyerek etki etmektedir.

-**Sodyum** (100-110 mmol/l); Hücre dışı sodyum seviyesi düştüğünde hücre dışı kalsiyum seviyesi artar. Bu durum öncelikle geçici bir sistolik arrest sonrasında membran dengesinin sağlanmasıyla diastolik arrest yapar.

### **Kan Kardiyoplejisi:**

Yapılan deneysel çalışmalarda hipotermi ile metabolizma yavaşlatılmış olsa da, miyokardiyal hücreler içerisinde metabolizmanın devam etmesi gerektiği gösterilmiştir (35). Bu amaçla arrest esnasında da dokunun ihtiyacı olan, oksijen ve glikozun dokuya sunulması amaçlanmıştır. Osmolarite, pH, kalsiyum ve potasyum gibi değişik özelliklerinden yararlanılarak kanın kardiyopleji için iyi bir seçenek olabileceği düşünülmüş ve bu konuda çalışmalar yapılmıştır (35,36).

### **Kan Kardiyoplejisinin Temel Avantajları Şunlardır;**

1. Miyokarda sunulan oksijen miktarı ve kapasitesi artmıştır. Böylece arrest esnasında ATP kaybı olmaz, metabolizmanın devamı sağlanır.
2. Daha fazla oksijen taşıma kapasitesine sahiptir ve ayrıca içerdiği plazma proteinlerinin yarattığı basınç sayesinde intersitisyel ödem oluşmasını sınırlar. Kristaloid kardiyoplejik solüsyonlara göre daha iyi bir tampon özelliği vardır.
3. İskemi reperfüzyon hasarını önler.
4. Kristaloid kardiyoplejiden daha visközdür ve bu sayede mikro dolaşım düzeylerine kadar perfüzyon sağlar.
5. Kalbin ısısının ayarlanmasında kristaloid kardiyoplejiye göre çok daha etkilidir.
6. Oksijen serbest radikallerini ve toksik metabolitleri ortamdan uzaklaştırır.



7. Tüm bu etkileri ile miyokardiyal mekanik fonksiyonların korunmasını sağlar.

Genellikle kullanılacak kanın hematokriti % 20 civarındadır. Elektrolit içeriği; K:16 mEq/Lt, pH: 7.5-7.6, Ca: 0.3 mmol/Lt olarak ayarlanır. Yapılan çalışmalarda kan kardiyoplejisinin, kristaloid kardiyoplejiye göre perioperatif MI riskinin daha düşük ve dolaşım desteği ihtiyacının daha az olduğu saptanmıştır (16).

### **Sıcaklıklarına Göre Kardiyopleji Türleri**

Soğuk kristaloid kardiyopleji, hipotermik kan kardiyoplejisi, normotermik kan kardiyoplejisi, ılık kan kardiyoplejisi (tepid) olmak üzere 4 çeşittir. Soğuk kristaloid kardiyopleji, KPB' ta genellikle orta hipotermide ( 28-33 °C ) uygulanır. Antegrat veya koroner sinüs yoluyla retrograd kristaloid kardiyopleji uygulanabilir. Hipotermik kan kardiyoplejisi en sık kullanılan kardiyopleji tipidir. Solüsyonun ısısı genellikle 4-12 °C arasında hazırlanır. Kan / kristaloid sıvı oranı genellikle 8:1, 4:1 veya 2:1 oranında hazırlanır. Kan içeriğinden dolayı kristaloid kardiyoplejiye oranla daha az hemodilüsyona sebep olur. 2000 koroner baypas vakası ile yapılan bir çalışmada normotermik kardiyopleji grubunda soğuk kardiyopleji grubuna göre belirgin olarak postoperatif düşük kardiyak output sendromu geliştiği gözlenmiştir (37). Sıcak kardiyopleji ile yapılan çalışmalarda özellikle de cerrahın sahayı görebilmesi için kardiyoplejiye ara verilmesi durumunda iskemik hasar artmaktadır (38). Normotermik kan kardiyoplejisi (37 °C) uygulamasında çeşitli yöntemler belirtilmiştir. Hipotermik kan kardiyoplejisinin uygulamasından sonra kross klemp alınmadan önce tek doz normotermik kan kardiyoplejisi ( terminal kan kardiyoplejisi, "hot shot" ) miyokardiyal iyileşmenin daha hızlı olduğu gösterilmiştir. Ayrıca sürekli normotermik kan kardiyoplejisinin kullanılması miyokardiyal koruma sağladığına dair çalışmalar vardır. Fakat normotermik kan kardiyoplejisi ile miyokardın iskemiye ne derece dayanabileceği konusu aydınlatılamamıştır. Ilık kan kardiyoplejisi (tepid) 28-32 °C arasında hazırlanan kardiyoplejilerdir Etkili bir miyokardiyal koruma sağlayarak, özellikle arrest döneminde anaerobik metabolizmayı azalttığına yönelik çalışmalar vardır. Günümüzde hipotermik miyokardiyal korumada kardiyoplejik solüsyon genellikleintermitan hipotermik infüzyon şeklinde (10 °C) verilir. Hipotermi sıklıkla topikal soğutma ile desteklenir. Bununla birlikte topikal soğutmanın, frenik sinir hasarı, postoperatif ventilatöre bağlı kalma süresini uzatma ve respiratuar sorunlara yol açtığı da bilinmektedir (39).

### **Uygulama Şekillerine Göre Kardiyopleji**

Yeterli miyokard korumasını sağlayabilmek için, miyokardın tüm katlarına dağılacak miktarda ve eşit oranda solüsyon verilmesi gereklidir. Bu amaçla genel olarak günümüzde

kardiyopleji antegrad yolla; aort kökünden sıcak veya soğuk olarak, retrograd yolla koroner sinüs veya direk sağ atriyum içerisine kardiyopleji verilerek veya bu iki yöntemin birlikte kullanılmasıyla uygulanmaktadır. Kardiyoplejik solüsyonlar ya perfüzyonistin kontrolü altında ayrı bir pompa ile ya da anesteziyoloğun kontrolü altında kan transfüzyon torbası ile verilebilir.

### **Antegrad Kardiyopleji Uygulaması:**

Basit olarak asenden aortaya yerleştirilen bir kanül aracılığıyla 70 mmHg basınç ile kardiyopleji solüsyonunun verilmesi ve bunun koroner ostiumlar vasıtası ile miyokarda dağılması prensibine dayanır. En sık uygulanan yöntemdir. Bu yöntem etkili ve güvenilir bir metod olup diyastolik arrest hızlıdır. Ancak özellikle yetmezlik komponentli aort kapak hastalığının bulunması durumunda verilen kardiyopleji materyalinin sol ventriküle kaçması yeterli kardiyak korumanın yapılamamasına neden olmaktadır. Yine ciddi koroner arter lezyonu olması durumunda da miyokardiyal koruma yetersiz olabilmektedir. Direkt koroner ostiyal kanülasyon tekniği ile kardiyopleji verilmesi, aort kapağı ameliyatlarında halen uygulanmaktadır. Ancak bu tekniğin uygulanmasıyla, barotravmaya bağlı, intimal yırtık ve akut diseksiyon, geç dönemde ise yine travmaya bağlı koroner ostiyal stenoz gibi komplikasyonlar gelişebilmektedir (40,41). Midel ve arkadaşları aort kapağı replasmanı yaparken, direkt koroner ostiyal perfüzyon ile kardiyopleji verdikleri 117 hastadan 4'ünün ameliyattan sonraki 6 aylık dönem içerisinde, ilerleyen anginal semptomlarla, tekrar müracaatını bildirmektedirler. Bu hastalara yapılan koroner anjiyografilerde, 4 hastada da sol koroner ostiyumda lezyon saptanmış ve hastalar koroner baypas ameliyatına alınmışlardır. Literatürde bu komplikasyon % 1-5 oranında bildirilmektedir (40). Proksimal ve kritik darlığı olan hastalarda kardiyoplejik solüsyonun nonhomojen dağılımı ve buna bağlı olarak, miyokardın yetersiz korunduğu birçok deneysel ve klinik çalışmalarda gösterilmiştir. Heinemann ve arkadaşları deneysel olarak yarattıkları sirkumfleks arter darlığında, antegrad yolla verilen kardiyoplejinin, darlığın distalinde akım azlığına bağlı olarak, yetersiz soğumaya neden olduğunu göstermişlerdir (42). Aynı sonuçlar Hilton ve arkadaşları tarafından da bildirilmektedir (43). Antegrad yolla kardiyopleji verilmesinin bazı klinik durumlarda kısıtlanması ve bazı potansiyel komplikasyonlara sahip olması nedeniyle, koroner baypas ameliyatlarında, proksimal anastomozun önce yapılması, distal anastomoz yapıldıktan sonra ven grefti yoluyla kardiyopleji verilmesi gibi yöntemler geliştirilmişse de homojen dağılımın tam olarak sağlanması mümkün olmamıştır. Ayrıca, bu tekniklerde kardiyoplejinin verilebilmesi için, en az bir distal anastomozun tamamlanmış olması gerekmektedir (44). Ayrıca genç koroner hastalarında,

LIMA, RIMA greftleri ile arteriyel revaskülarizasyon uygulandığı durumlarda greft yolu ile koroner arterin distaline kardiyopleji verilmesi mümkün olamamaktadır. Fakat antegrad yolla yeterli kardiyopleji solüsyonu dağılımının sağlanamadığı bu gibi durumlarda miyokard korunmasında retrograd kardiyopleji uygulanımı etkin bir avantaj sağlayacaktır.

### **Retrograd Kardiyopleji Uygulaması:**

Sağ kalbin izolasyonu ve sağ atrium içerisine kardiyopleji verilmesi yöntemi ilk olarak Fabiani ve Carpentier tarafından uygulanmıştır (45). Sağ atriotomi ve direkt koroner sinüs kanülasyonunu ise ilk olarak Menache 1982 yılında tatbik etmiştir (36). 1990 yılında Drinkwater ve arkadaşları infüzyon sırasında düşük basınçla balonu şişen bir koroner sinüs kateterinin kullanımını bildirmişlerdir (46). Basitçe koroner sinüs aracılığıyla retrograd olarak kardiyoplejik solüsyonların verilmesi olarak değerlendirilebilir. Koroner sinüs kanülleri, sağ atriyumdan indirekt olarak yerleştirilir. Kanül yerleştirilmesi esnasında sağ atriyumda kanüle bağlı yaralanma, ya da cerrahi sırasında kanülün yerinden çıkması gibi dezavantajları olsa da deneyimli ellerde bu komplikasyonlar anlamlı oranda azalmaktadır. Retrograd kardiyoplejide uygulanacak basınç 25-40 mmHg, doz ise 100 ml/dk olmalıdır. Kalbin koroner venöz dönüşünün %75' i greater kardiyak venöz sistem ve koronersinüsden oluşmaktadır. Greater kardiyak venöz sistem subepicardial venöz plexus ile bağlantılı bir şekilde, transmural venöz sistem ile bağlantılıdır. Bu şekilde retrograd olarak sunulan kardiyopleji koroner arteriel sistemdeki tıkanıklıklardan bağımsız olarak miyokardial koruma sağlamaktadır.

### **Retrograd kardiyoplejinin sağladığı avantajlar şunlardır:**

1. Diffüz koroner arter hastalığında kardiyopleji solüsyonunun dağılımının daha iyi olmasını sağlar (47)
2. Aort kapağı hastalığında geç dönemde osteal stenoz nedeni olabilen direkt ostial kanülasyonu gereksiz kılar.
3. Kapak replasmanı gerektirmeyen aort yetersizliği vakalarında aortotomi ve direkt ostial kanülasyon ihtiyacını kaldırır. Özellikle iki ya da daha fazla kapağa müdahale düşünülen operasyonlarda retrograd kardiyopleji oldukça etkin bir yöntemdir.
4. İnternal mammaia arter greftleri kullanılan hastalarda bu bölgeye antegrad yolla yeterli kardiyopleji solüsyonu verilemediğinden iyi korunamaz.
5. Kötü ventrikül fonksiyonlu koroner arter hastalarına verilmesi önerilmektedir.

## 6. Koroner re-operasyonlarda teknik üstünlük sağlamaktadır.

Bu avantajlarının yanında, koroner sinüs yaralanmasına neden olabilmesi, sağ ventrikül perfüzyonunun ancak %70 oranında sağlaması ve bu nedenle sağ ventrikül korumasını tam olarak yapamaması gibi dezavantajları da mevcuttur. Son zamanlarda balon-tipped kateterlerin kullanıma girmesi ile koroner sinüs rüptürü raporları azalmıştır. Yapılan deneysel çalışmalarda, koroner arter darlığı olmayanlarda, antegrad yolla homojen ve yeterli miyokardiyal soğuma sağlanmasına rağmen, proksimal ve kritik koroner darlığı olanlarda, retrograd yol, arteriosklerotik değişikliklere uğramadığından daha homojen ve üstün miyokardiyal soğuma sağlamaktadır. Antegrad yolla kardiyopleji verilen koroner baypas ameliyatlarında, distal anastomoz sayısının artmasıyla, perioperatif miyokard infarktüsü insidensinin artmasının, kardiyoplejik solüsyonun nonhomojen dağılımına ve buna bağlı yetersiz miyokardiyal korumaya bağlı olduğu bildirilmektedir (48). Kardiyoplejik solüsyonun yüksek basınçla verilmesi de bu nonhomojen dağılımı engelleyememektedir. Bu zayıf korunmuş bölgede reperfüzyonu takiben, miyokard fonksiyonlarında depresyon gözlenir. Bu durum deneysel ve klinik olarak gösterilmiştir. Retrograd kardiyoplejinin uygulanmasıyla, koroner baypas ameliyatlarında perioperatif miyokard infarktüsü insidensi azaltılmıştır.

### **Antegrad, retrograd (kombine) kardiyopleji uygulaması:**

Son yıllarda yapılan çalışmalarla antegrad ve retrograd kardiyoplejinin kombine edilmesinin, solüsyonun tüm kalbe homojen yayılmasını sağladığı gösterilmiştir (44). Antegrad ve retrograd kardiyopleji tekniklerinin birlikte uygulanması ile bu tekniklerin her birinin dezavantajı minimuma indirilmiş ve daha iyi bir miyokardiyal koruma sağlanmıştır. Bu nedenle, proksimal ve kritik darlığı olan 3 damar hastalarında, LİMA, RİMA gibi arteriyel greft ile revaskülarizasyon yapılan olgularda, ateromatöz materyalin distal embolizasyonunu engellemek için reoperasyona alınan koroner hastalarında, antegrad ve retrograd kombine kardiyopleji verilmesi üstün bir teknik olarak karşımıza çıkmaktadır. Hızlı bir asistoli sağlamak için başlangıçta antegrad kardiyopleji infüzyonu ve homojen bir dağılım sağlanması için de retrograd kardiyoplejinin kombine kullanılması, tek başına retrograd kardiyopleji verilmesinde görülen geç arresti önler. Koroner damar hastalığında sağ ve sol kalbin mükemmel korunması antegrad ve retrograd tekniklerin kombinasyonu ile sağlanabilir. Aldea ve arkadaşları Korner arterleri obstrükte olmayan domuzlarda miyokardın farklı bölgelerinde antegrad ve retrograd sıcak kan kardiyoplejisinin etkilerini karşılaştırdılar. Antegrad ve retrograd kardiyopleji kombine kullanıldığında iskemi sonrası potansiyel miyokardiyal disfonksiyon riskini minimale indirdiği ve kalbin bütün bölgelerine homojen dağılımı artırdığı sonucuna vardılar (49). Biagoli

ve arkadaşları ise antegrad + retrograd kombine kan kardiyoplejisine sıcak modifiye reperfüzyon ilavesi ile doku perfüzyonu süresince miyokardın daha iyi korunduğu ve erken postoperatif dönemde kardiyovasküler fonksiyonların yeterli olduğunu belirttiler (50). Loop ve arkadaşları primer veya redo koroner baypas greft uyguladıkları 819 hasta grubunda miyokardın korunmasını, antegrad veya antegrad + retrograd kombine kan kardiyoplejisi ve sadece antegrad kristaloid kardiyopleji uygulayarak karşılaştırdılar. Özellikle reoperasyon gerektiren yüksek riskli hasta grubunda antegrad/retrograd kombine kan kardiyoplejisinin morbitideyi azalttığını gözlemlediler ve bunu koroner sinüs yoluyla perfüze edilen kan kardiyopleji solüsyonunun daha uniform dağılımına bağladılar.

### **Simultane antegrad / ven greft kardiyopleji uygulaması:**

Simultane ve alterne kardiyopleji yöntemleri antegrad ve retrograd kardiyopleji yöntemlerinin modifiye edilerek birlikte verilmesi esasına dayanmaktadır. Bu yöntemler aslında bir çeşit kombine kardiyopleji yöntemidir. Simultane antegrad/ven greft kardiyopleji yönteminde antegrad yoldan kardiyopleji verilmesine ilaveten distal anastomozları tamamlanan her safenden ek kardiyopleji verilir. Alterne kardiyopleji yönteminde ise retrograd kardiyoplejiye ilaveten distal anastomozu tamamlanmış olan safen ven greftlerin proksimalinden ek kardiyopleji verilir.

### **Kardiyopleji Stratejileri**

Kardiyoplejisi strateji üzerinde, perfüzyonun klinik sonuçlarına (hemodinamik performans, inotrop kullanımı, infarkt oranı, mortalite) veya enzim seviyelerine (miyokard hasarının duyarlı bir işaretçisi olan troponin) bakmak suretiyle çok sayıda çalışma yapılmıştır.

### **Genellikle uygulanan kardiyopleji uygulamaların 3 başlıkta inceleyebiliriz;**

#### **1. Başlangıç kardiyoplejisi (induction)**

#### **2. İdame kardiyopleji (maintenance)**

#### **3. Reperfüzyon kardiyoplejisi (hot-shot)**

Bu protokolde; 20-40 mEq/litre potasyum içermekte olan kardiyopleji solüsyonları 15-20 ml/kg dozunda verilmek üzere hazırlanır. Verilmesi planlanan kardiyopleji solüsyonları kristalloid olarak seçilebileceği gibi, 1 birim kristaloid, 4 birim kan olacak şekilde kan kardiyoplejisi de olabilir. Başlangıç kardiyoplejisinde, planlı kardiyopleji dozunun 2/3 ününü başlangıç olarak antegrad yoldan başlatılması ve 1/3 ünün mümkünse retrograd yoldan

tamamlanması önerilmektedir. Bu şekilde aynı zamanda lokal hipotermi de sağlanmış olur. Verilmesi planlanan dozun ısısı, cinsi ve verilme yöntemi kadar verilme süresi de önemlidir. Kardiyoplejik solüsyonun 1 dk. İçinde verilmesi ile kalp oksijenin % 20'sinden yararlanabilirken, 5 dakikada verilmesi durumunda bu oran yaklaşık % 100' e kadar çıkmaktadır. Bu nedenle önerilen induction kardiyopleji süresi yaklaşık 3 dakikadır. İdame kardiyopleji, zamanla hipotermimin ve verilen kardiyoplejik solüsyonun yıkılmasına neden olan koroner arteriyel sistem dışındaki kardiyak kollaterallere (bronşiyal, perikardiyal vb) yönelik olarak kullanılmaktadır. Bu amaçla yaklaşık olarak 20 dakikalık sikluslar halinde 1/3 kardiyopleji dozu soğuk ya da ılık olarak, antegrad, retrograd, kombine ya da koroner greft yoluyla verilmektedir. Kardiyoplejinin seri tekrarları sonucu potasyum düzeyinde yükselme olabileceği göz önünde bulundurulmalı ve idame safhasında verilecek olan potasyum dozu 10-20 mEq/litre olacak şekilde ayarlanmalıdır. İdame olarak verilecek kardiyopleji sadece kardiyak arrestin devam etmesini sağlamakla kalmaz, aynı zamanda hipotermimin korunmasını, metabolitlerin ortamdan uzaklaşmasını ve yaratacağı hiperosmolarite ile miyokardiyal ödem oluşumunun önlenmesini sağlar. En son olarak hot-shot safhasında 1/3 doz kardiyopleji, 50-80 mmHg basıncı aşmayacak şekilde, ılık-sıcak olarak verilmektedir. Teoh ve arkadaşları yapmış oldukları bir çalışmada, kros klemp kaldırılmadan hemen önce verilen sıcak kan kardiyoplejisinin aerobik metabolizmayı düzelterek diyastolik kompliyansı arttırdığını saptamışlardır (51,52). Bu etki esasen ısıya bağlı olarak miyokardiyal respirasyonun ve enerji üretiminin daha erken dönemlerde başlamasına dayanır. Hot-shot uygulanan hastalarda, uygulanmayan hastalara göre ATP ve glikojen seviyeleri daha yüksek seviyelerde bulunmuş ve işlemin miyokardiyal metabolizmayı arttırdığı gözlenmiştir (53,54). Genel olarak tüm stratejilerde, özellikle sağ koroner arter hastalığı olanlarda, sağ ventrikül koruması istenen düzeyde değildir. Özellikle retrograd kardiyopleji uygulamasında sağ ventrikül istenilen düzeyde korunamamaktadır. Bu nedenle kan kardiyoplejisinin antegrad ve retrograd kardiyopleji tekniği ile kombine uygulanması en iyi yöntem gibi görünmektedir.

### **İskemi Reperfüzyon Hasarı**

İskemik bir dokuda iskeminin sonlanmasından sonra tekrar oksijenizasyonun olması durumu reperfüzyon olarak adlandırılır. İskemi sonrasında kan akışının tekrar başlaması ile miyokard dokusundaki anormal oksidatif metabolizma sonucunda ortaya çıkan metabolik ve fonksiyonel değişikliklere iskemi reperfüzyon hasarı adı verilmektedir.

İskemi sırasında oluşan zararlı değişikliklerin reperfüzyonla daha şiddetli ve belirgin hale gelmesi ile kendini gösteren bu tablo, hücre içinde kalsiyum birikmesi, irreversibl hasar

görmüş miyositlerin nekrozunun hızlanması, miyokardial ödemin artışı ve ventrikül kompliansında azalma, intramiyokardiyal kanama, no-reflow fenomeni, aritmiler, sitotoksik serbest serbest oksijen radikallerinin oluşumu ve kan akımı ile oksijen içeriği normale döndüğü zaman oksijeni kullanamama ile karakterizedir (16,55). Günümüzde iskemi-reperfüzyon hasarının etiyopatogenezinde serbest oksijen radikallerinin rol oynadığını söylemek mümkündür. Bu radikaller etkilerini sarkolemma fosfolipitlerinin oksidasyonu ve bunun sonucunda membran bütünlüğünün bozulması ile göstermektedirler. Domuzlar üzerinde yapılan bir deneysel çalışmada süperoksit dismutaz, glutatyon peroksidaz ve katalaz gibi serbest radikal hasarını azaltan enzimlerin iskemi sonrasında miktarlarının önemli derecede azalmış olduğu tespit edilmiştir (25). İskemi-reperfüzyon hasarı morfolojik olarak miyokard dokusunda kontraktür band nekrozu şeklinde görülür. Kontraktür band nekrozu oranını KABG operasyonu sonrasında % 31 civarında, postmortem olgularda ise % 51 olarak bildirilmiştir (26). Klinik olarak genelde miyokardiyal stunning, aritmiler ve düşük debi ile kendisini gösterir. Günümüzde kardiyoplejik solüsyonların kullanılmaya başlaması ile birlikte iskemi reperfüzyon hasarı riskinin azaldığı düşünülmektedir. Kardiyopleji solüsyonlarının kullanılmaya başlaması ile birlikte bölgesel kontraktür bandı görülme sıklığının fatal olgularda % 51' den % 24' e kadar düştüğü bildirilmektedir (18).

### **Del Nido Kardiyoplejisi**

Del Nido Kardiyopleji 1990'ların başında, Matte ve del Nido, Pittsburgh Üniversitesi'nde miyokardiyal koruma için yeni bir kardiyoplejik solüsyon geliştirmişlerdir. del Nido kardiyopleji solüsyonu, kalsiyum aşırı yüklenmesine ve iskemi reperfüzyonuna özellikle duyarlı olan olgunlaşmamış kardiyomiyositlerin korunmasına yönelik düşünülmüştür. del Nido kardiyopleji solüsyonu temel olarak; Plasmalyte-A, Isolyte S ve Normasol gibi içerik olarak birbirine benzer dengeli elektrolit solüsyonu içerisine mannitol, magnezyum sülfat, sodyum bikarbonat, potasyum klorür ve lidokain bileşenlerinin eklenmesiyle hazırlanır. Bu solüsyonun içeriğindeki mannitol serbest radikalleri temizler ve miyokardiyal hücrelerdeki şişmeyi azaltır. Magnezyum sülfat, kalsiyum kanal blokeridir ve ventrikül kasılmasını destekler. Sodyum bikarbonat, tampon solüsyonu gibidir, fazla hidrojen iyonlarını temizler ve intrasellüler pH'ı dengede tutar. Lidokain, sodyum (Na<sup>+</sup>) kanal blokörüdür ve hücre içi kalsiyum birikimini önlemek için sodyum akım penceresini azaltır. del Nido kardiyopleji solüsyonu olgunlaşmamış ve olgun miyokardiyum arasındaki farklar olması nedeniyle başlangıçta pediatrik kalp cerrahisinde, olgunlaşmamış miyokardiyum dokusunda kullanılması amacı ile tasarlanmıştır(8). Daha sonraki yıllarda del Nido kardiyoplejisi geliştirilip günümüzde erişkin

hastaların kardiyak cerrahi girişimleri sırasında sıklıkla kullanılmaktadır. Bununla birlikte, erişkin hastalarda kullanılan del Nido kardiyopleji solüsyonu, miyokardın korunmasında yeni bir yol olarak görünmektedir. Günümüzde yetişkin kardiyak cerrahide del Nido ile konvansiyonel kardiyoplejiyi karşılaştıran kardiyoprotektif etkilerini değerlendiren birçok çalışma mevcuttur (9,10). Ekstrasellüler kardiyopleji solüsyonları genellikle, aortik kros klemp süreleri kısa olması beklenen ameliyatlarda kullanılıp, her 15-20 dakikada tekrar edilerek miyokard korumasını sağlamak amacıyla hazırlanır. İntrasellüler kardiyopleji solüsyonları ise, özellikle aort cerrahisi ve mininal invaziv girişimleri gibi kros klemp süreleri ve arrest kalma periyodu uzun olacak ameliyatlarda kullanılır. del Nido kardiyopleji, ekstrasellüler içeriğe sahip olup, uzun süre diyastolik arrest sağlayan bir solüsyondur. del Nido kardiyopleji solüsyonu, yüksek konsantrasyonda potasyum ve sodyum içeren, kalsiyum içermeyen ekstrasellüler kardiyopleji solüsyonudur. İskemik arrest sırasında membranların hiperpolarizasyonu miyokardiyal metabolik gereksinimleri azaltır ve sonuç olarak miyokardiyal korumayı artırır(11). Genellikle del Nido kardiyopleji solüsyonu hazırlama protokolü; 4:1 oranda del Nido kardiyopleji solüsyonu-kan karışımıdır(8).

## KARDİYAK HEMODİNAMİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Kardiyovasküler sistemin primer fonksiyonu, doku metabolizması ve büyüme için gerekli bileşenleri taşımak ve metabolizma ürünlerini uzaklaştırmaktır (56). Kalbin en önemli fonksiyonu, vasküler sistemde kan basıncı oluşturarak organların yeterli perfüzyonunu sağlamaktır. Kalp diyastolde içine dolan kanı sistol sırasında kasılarak aortaya ve pulmoner artere atar.

**Stroke volüm ( Atım hacmi )** : Kalbin her kasılmasında atılan kan volümüdür. Diyastol sonu hacmi (120 mL) ile sistol sonu hacmi (50 mL) arasındaki farktır (70 mL). SV önyük, ard yük ve kontraktilite ile önemli ölçüde değişir (57).

**Kardiyak output ( Kalp debisi )** : Kalbin bir dakikada aortaya pompaladığı kan miktarıdır. Bu aynı zamanda dolaşımda akan kan miktarı olup, maddelerin dokulara ve dokulardan kalbe taşınmasından sorumludur. Bundan dolayı CO, dolaşımla ilgili olarak göz önüne almamız gereken faktörlerin belki de en önemlisidir. Venöz dönüş venlerden sağ atriya bir dakikada akan kan miktarıdır. Venöz dönüş ve CO, kanın kalpte veya akciğerlerde geçici olarak biriktiği veya uzaklaştırıldığı birkaç vuru dışında birbirine eşit olmak zorundadır.



**Kalp indeksi:** Kardiyak output vücut yüzeyi ile orantılı şekilde değişir. Vücut yüzeyinin metrekaresi başına CO demek olan kalp indeksi terimi sık kullanılır. 70 kilogramlık normal bir insan 1,7 metrekaresi vücut yüzeyine sahiptir, buna göre erişkinler için normal ortalama kalp indeksi 3 L / dk/ m<sup>2</sup> vücut yüzeyi olarak bulunur (58).

Normal kalp, en stresli durumlarda bile vücudun ihtiyaçlarını karşılayabilecek miktarda kan pompalayabilir. Maksimal CO sadece pompalama kapasitesine değil aynı zamanda venokonstriksiyon ve sistemik venöz kapak sistemi ve muskuler pompalar aracılığı ile sistemik dolaşımdan kalbe gelen dönüş ile de alakalıdır (59).

SV'ü etkileyen iki fizyolojik mekanizma vardır. Birincisi, kalp kası ile ilişkilidir ve venöz dönüşte artışa bağlı olarak, diyastolde kalbin doluşunun artmasını içerir. İkinci mekanizma, nörohormonal etkilere bağlı olarak, daha güçlü kasılmanın takip ettiği normal ventriküler doluşu içerir.

Kardiyak output, strok volümü kalp atım hızının çarpımı olarak tanımlanır (56).

Kardiyak Output ( L / dk ) = Stroke Volüm X Kalp Atım Hızı

### **Venöz Dönüşün Kardiyak Outputa Etkisi(Franks Starling Yasası)**

CO, fizyolojik sınırlar içinde arteriyel basınçtan etkilenmez. Yani, kalp bir sabit akım pompasıdır. Kalp, fizyolojik limitler içinde, kendisine dönen kanın tümünü pompalar. Bu kalbin intrinsek yeteneğidir. Bu ifade Frank-Starling yasası olarak bilinir. Kalbin Frank-Starling yasası denilen bu mekanizma temel olarak, kalbe gelen kan miktarı arttığı zaman kalp adacıklarının duvarının gerildiğini ifade eder. Gerilmenin bir sonucu olarak kalp kası, belirli sınırlar içerisinde olmak üzere daha güçlü kasılır ve genişlemiş adacıkları her zamanki kadar boşaltır.

Diğer önemli bir faktör, kalbin gerilmesiyle oluşan kalp hızlanmasının etkisidir. Sağ atriyum duvarındaki sinüs düğümünün gerilmesi, düğümün ritmi üzerine KAH'ı % 10–15 arttıracak doğrudan bir etkiye sahiptir. Bu nedenle CO, stressiz koşulların hemen hemen çoğunda tamamen, venöz dönüşü belirleyen periferik faktörlerce kontrol edilir. Dönen kan miktarı kalbin pompalayabileceğinden fazla olduğunda, kalp CO'yu sınırlar. CO'un düzenlenmesi bütün lokal kan akımı düzenlenmelerinin toplamıdır. Lokal kan akımının çoğunu vücut metabolizması düzenler. Periferik dolaşımın tüm bölümlerindeki lokal kan akımlarının toplamı, kalbe venöz dönüşü verir. Farklı egzersiz düzeyleri sırasında, doku oksijen tüketimi

arttığı zaman kan akımı hemen daima artar. Egzersiz düzeyinin her artışında, oksijen tüketimi ve CO paralel şekilde artar (58). CO, kalbin kontraktıl özellikleri, KAH ve ritmi, preload, otonom sinir sistemi aktivitesi ve kalp kapaklarının fonksiyonel bütünlüğünden etkilenir (60).

Kalp kası kontraksiyonu birbiri ile ilişkili 5 faktör tarafından düzenlenir. Bu faktörler (61):

**1. Ön Yük (preload):** Kontraksiyon öncesi kardiyak miyozitlerin uzunluğunu oluşturan pasif doluştur. Ön yük belirlemede sol ventrikül diyastol sonu basınç veya volüm kullanılır. Bununla birlikte ventriküler hipertrofilerde olduğu gibi ventriküler kompliyansın arttığı durumlarda ön yükte bir artış olmaksızın diyastol sonu basınç yükselir. Sağlıklı bir kalpte, sağ ventriküler ön yük atriyal kontraksiyon ve pasif olarak dolan kan miktarına bağlıdır.

**2. Ard Yük (afterload):** Sistol sırasında kısalması gereken miyokardiyal liflere karşı oluşan yüklerin hepsine denir. Bunlar; aortik impedans, arteryel direnç, SVR, ventrikül içi basınç ve kanın viskozitesi yanında aort ve büyük damarlardaki kanın miktarıdır. Ard yük bize tam olarak ventrikül damar stresini verir.

**3. Kontraktilite:** Myokardın kasılma gücünü ifade eder.

**4. Diyastolik kompliyans:** Diyastolik basınçta kalbin doluş yeteneğidir.

**5. Kalp atım hızı:** Kontraksiyon sıklığını gösterir.

### **Dinlenim ve Efor Sırasında CO Değişiklikleri**

CO, vücudun aktivite düzeyiyle geniş ölçüde değişir. Bu nedenle, diğer faktörler kadar, metabolizma hızı, egzersiz, yaş gibi bazı faktörler CO' u etkileyebilir. Genç, sağlıklı erkeklerde dinlenme sırasında ölçülen en büyük CO, ortalama 5,6 L / dk civarında bulunmuştur. Kadınlar için bu değer % 10 – 20 daha azdır (58). CO, yatar pozisyonda, en yüksek düzeydedir. SV, istirahatte hemen hemen maksimale yakındır ve egzersiz esnasında hafif derecede artar. İstirahatte ve dik pozisyonda, kalbe venöz dönüş azalır, SV ve CO' da azalmaya neden olur. Ancak, dik pozisyonda yapılan egzersizesnasında SV, yatar pozisyonda gözlenen maksimal strok volüm düzeyine kadar yükselebilir (56). Fizyolojik sınırlar içerisinde kalp, venlerde normalden fazla miktarda kan birikmesine izin vermeyecek şekilde kendisine gelen kanın tamamını pompalar. Arteryel kan basıncıyükündeki artış belli bir sınıra kadar CO' u azaltmaz. Anemide kan viskozitesi düşer, periferik damalarda kan akımına direnci azaltır,

normalden daha fazla miktarda kan, dokulardan geçerek kalbe döner. Kanda O<sub>2</sub> taşınımının azalması sonucunda gelişen hipoksi, periferik vazodilatasyona neden olarak kalbe dönen kan miktarını daha da artırır, CO yükselir. Anemide artmış CO, aneminin etkilerinin çoğunu ortadan kaldırır. Polisitemide kanın viskozitesi çok arttığı için, damarlarda kan akışı genellikle yavaşlar. Viskozitenin artışı kalbe dönen venöz dönüş hızının azalmasına yol açar. Diğer yandan polisitemide kan hacminin büyük oranda artması da venöz dönüşün artmasına neden olur. Bu iki faktör az veya çok birbirini nötralize eder ve CO normalden çok fazla değişmez.

**Yaşın Kardiyak Output Üzerine Etkisi:** 10 yaşında 4 L/dk/m<sup>2</sup>'den daha yüksek değerlere ulaşan kalp indeksi, 80 yaşında yaklaşık 2.4 L/dk/m<sup>2</sup>' ye düşer. CO, yaşam boyunca hemen hemen doğrudan tüm vücuttaki metabolik aktiviteyle orantılı düzenlenmektedir. Bu nedenle azalan kalp indeksi yaşla azalan aktivitenin göstergesidir (58).

**Total Periferik Direncin Kardiyak Output'a Etkisi:** Arteriyel basınç normal tutulduğu zaman, uzun süreli CO düzeyi total periferik dirençteki değişikliklere tamamen karşıt olarak değişmektedir. Total periferik direnç tamamen normal olduğu zaman CO'da normaldir. Kalbin ulaşabileceği CO sınırlıdır. Bu, CO eğrisinde plato düzeyine neden olur. Bu normal CO eğrisinin plato düzeyi, 5 L/dk civarında olan normal CO'un 2,5 katı, yaklaşık 13 lt/dk dır. Bu platonun üstündeki eğriler normalden daha iyi pompalayan hiperefektif kalpler içindir. Altındaki eğriler normalin altında kan pompalayan hipoeftif kalpler içindir (58).

**Kardiyak Outputun Kontrolünde Sinir Sisteminin Rolü:** Dolaşımın sinirsel kontrolünün büyük bölümü otonom sinir sistemi tarafından yapılmakla beraber, iskelet kas ve sinirlerinin dolaşım fonksiyonları üzerinde önemli rolü vardır. Sinir uyarılarının CO'da neden oldukları değişiklikler KAH'da ve kasılma kuvvetindeki değişikliklere bağlıdır (58). Kardiyovasküler kontrol merkezinin, ventrolateral medullada olduğu ve aktivitesini düzenleyen girdiler aldığı düşünülmektedir. Bunlar, kaslarda, eklemlerde ve vasküler sistemde bulunan mekanoreseptörler, kaslarda ve vasküler sistemde bulunan kemoreseptörler ve vasküler baroreseptörleri içerir. Kontrol merkezi, kalpten kanın çıkışını ve dokulara dağılımını düzenler (56). Normal arteriyel basıncın sinirsel refleksler tarafından korunması, periferik dokuların kendi lokal kan akımlarını artırmak için damarları genişlettiği zaman, yüksek CO'unsanlanması için gereklidir.

**Sempatik Uyarının Kardiyak Outputa Etkisi:** Sempatik uyarılar kalp ve sistemik dolaşımın her ikisini de etkiler. Sempatik uyarılar kalbi daha kuvvetli bir pompa yapar, sistemik dolaşımda periferik damarların kasılmasıyla ortalama sistemik doluş basıncını yükselterek venöz dönüşü

direnci artırır. Sonuç olarak, farklı derecelerdeki sempatik uyarı, KAH'ı ve kalp kasının kasılma gücünü artırarak pompalanan kanın hacmini ve fırlatma basıncını artırır, CO'yu kompanseasyon mekanizmaları oluşuncaya kadar kısa süre için giderek normalin iki katına çıkartır. CO'yu % 100 den fazla artırabilir (58).

**Sempatik İnhibisyonun Kardiyak Outputa Etkisi:** Sempatik sinir sistemi, total spinal anesteziyle veya sinir impulslarının otonom gangliyonlara geçişini bloke eden hegzametonyum gibi bazı ilaçların kullanılmasıyla bloke edilebilir. Kalbin sempatik uyarılarının inhibe olması ile hem KAH hem de ventrikül kasılma gücü azalarak ortalama sistemik doluş basıncı düşer, kalbin pompa gücü ve CO azalır. Tersine parasempatik uyarılar CO'yu hemen hemen sıfıra düşürebilir. Daha sonra kalp tekrar atıma başlar. Kuvvetli vagal uyarı kalbin kasılma gücünü % 20 – 30 azaltır. Vagal uyarı daha fazla atriumları innerve ettiği için CO'yu fazla düşürmez (58).

**Kan Hacmi Artmasının Kardiyak Output Üzerine Etkisi:** Kan hacminin ani olarak yaklaşık yüzde 20 artması, CO'yu normalin yaklaşık 2,5 – 3 katına çıkarır. Artmış kan hacminin neden olduğu CO artışı sadece bir kaç dakika sürer. Çünkü, bazı kompanseasyon mekanizmaları oluşmaya başlar. Bunlar;

1. Artmış CO kapiller basıncı yükseltir, böylece sıvı kapillerlerden doku aralarına sızmaya başlayarak kan hacmini normale çevirir.
2. Venlerdeki basınç artışı, stres gevşeme mekanizmasıyla venlerin giderek genişlemesine yol açar, özellikle karaciğer ve dalak gibi venöz kan depolarının genişlemesi neticesinde, ortalama sistemik basınç azalır.
3. Periferik dokuların aşırı kan akımı, otoregülasyonla periferik direncin artmasına neden olarak, venöz dönüş direnci yükseltir.

Bu faktörler, ortalama sistemik doluş basıncının normale dönmesine ve sistemik dolaşımdaki direnç damarlarının daralmasına neden olur. Böylece 10 – 40 dakikalık bir sürede CO kademeli bir şekilde hemen hemen normale döner (58).

Abdominal bası refleksi; gerek kemoreseptör, gerek baroreseptör ve gerekse sempatik yolla refleks uyarı sırasında uyarılar eşzamanlı olarak iskelet sinirleri aracılığı ile karın kasları ve tüm iskelet kaslarına yayılır. Bu kasların bazal tonuslarını artırırken abdominal venöz kan yataklarını sıkıştırarak kanın kalbe dönüşünü artırmaktadır. Pompalanmak üzere kalbe daha fazla kan dönmüş olur. Bu yanıtın tümüne “abdominal bası refleksi” denir. Sonuçta bu refleksin dolaşım üzerindeki etkisi sempatik vazokonstriktör uyarıların venler üzerine olan konstrüktör

etkileri ile aynı olup dakika atım hacmi ve arter basıncında artışa neden olur. İskelet kasları paralize olan hastaların hipotansif ataklara normal kişilerden daha fazla yatkın olması bu refleksin önemini gösterir (58).

### **Hiperefektif Kalp Nedenleri**

Sağlıklı insanlarda CO, genellikle sabittir. Bununla birlikte çok sayıda klinik anomali yüksek veya düşük CO'a sebep olabilir. Genellikle iki tip faktör, kalbi normalden daha iyi bir pompa haline getirebilir. Bunlar; sinirsel uyarı ve kalp kasının hipertrofisidir. Sempatik stimulasyon ve parasempatik inhibisyonun birleşmesi kalbin pompa etkinliğini artırmada iki şekilde etki eder:

1. Kalp atım hızında artış

2. Kalbin kontraksiyon gücünde artış

Kalbin maksimum sinirsel uyarısı, CO'un plato düzeyini bu iki etkinin birleşmesiyle, normal plato eğrisinin hemen hemen iki katına çıkarabilir (58).

Yüksek CO durumu veya primer olarak kalp dışı dolaşım yüklenmesi olan bazı hastalarda, toplam CO'un ve sol ventrikül EF'sinin normal veya artmış olduğu bir

zamanda, ventrikül diyastolik basıncında anormal bir yükselmeye sekonder olarak, pulmoner konjesyon ve ödem gelişebilir. Bu durum, tuz tutan steroidlere bağlı olarak aşırı su ve tuz birikmesine, aşırı sıvı veya kan verilmesine veya akut glomerülonefrite, oligüriye veya anüriye bağlı olabilecek ve kan volümünde bir artışla beraber olan durumlarda da gelişebilir.

Kardiyak Outputu Artıran Nedenler (62):

1. Anemi,
2. Hipertroidi,
3. Arteriyovenöz fistüller,
4. Beriberi,
5. Gebelik,
6. Bakteriyemi ve sepsis,
7. Paget hastalığı,

8. Arteriyel hipertansiyon,
9. Büyük vasküler tümör,
10. Karaciğer hastalığı ve siroz
11. Polisitemi vera,
12. Karsinoid sendrom.

Eğer kalp aniden şiddetle uyarılırsa CO sıklıkla % 20 – 30'luk akut bir artış gösterir. Bu küçük artış, kalp kuvvetle uyarılmaya devam etse bile birkaç dakikadan uzun sürmez. Bunun iki sebebi vardır:

1. Dokuların artmış kan akımı, otoregülasyon mekanizmaları otomatik vazokonstriksiyona yol açar bu da venöz dönüşü azaltır ve CO u normale çevirir.
2. Kalbin akut uyarılmasının sonucunda yükselen arteriyel basınç kapiller basıncı artırır ve sıvı, kapillerlerin dışına ve doku arasına süzülür. Bu süzülme, kan hacmini azaltır ve venöz dönüşü de normale çevirir. Artmış basınç, arteriyel basınç ve CO normale dönünceye kadar, saatler ve günler süresince, böbreklerden de kan sıvı hacminin kaybına neden olur. Bu nedenle, CO'un kronik yükselmesine neden olduğu bilinen bütün durumlar, artmış kalp aktivitesinin değil, total periferik direnç azalmasının sonucudur. Total periferik direnci kronik olarak azaltan bütün faktörler CO'yu artırır (58).

**Kardiyak Nedenli CO Düşmesi:** Herhangi bir sebeple kalp şiddetli hasar gördüğü zaman, CO doku ihtiyacını karşılayamayacak kadar düşebilir. Ağır Mİ, ağır valvüler kalp hastalığı, miyokardit, kalp tamponadı ve belirli kardiyak metabolizma bozuklukları buna birkaç örnektir. CO'un, vücudun her tarafındaki dokular beslenme eksikliği çekmeye başlayacak kadar düştüğü duruma kardiyak şok denir.

**CO'yu Azaltan Periferik Nedenler:** Venöz dönüşü etkileyen herhangi bir faktör CO'da da azalmaya neden olabilir. Bu faktörlerin bazıları şunlardır:

- 1. Kan hacminin azalması:** CO'da azalmaya neden olan en yaygın periferik faktör kan hacminin azalmasıdır ve en sık kanama sonucunda ortaya çıkar. Kan kaybı, damar sisteminin doluşunu, periferik damarlarda kanın kalbe geri dönmesi için gereken basıncı yaratmaya yeterli kan kalmayacak düzeye kadar azaltır.

**2. Akut venöz dilatasyon:** En sık sempatik sinir sistemi aniden inaktive olduğu zaman ortaya çıkar. Periferik venler akut olarak genişlerler. Bu da vasküler sistemin doluş basıncını düşürür, çünkü kan hacmi bu gevşemiş periferik kan damarlarında artık yeterli basınç oluşturamaz. Sonuç olarak kan damarlarda göllenir ve kalbe dönemez.

**3. Büyük venlerin tıkanması:** Kalbe kan getiren büyük venler obstrüksiyona uğrar, böylece periferik damarlardaki kan kalbe dönemez. Buna bağlı olarak da CO belirgin şekilde düşer.

Eğer CO dokulara yeterli besin sağlayacak düzeyin altına düşerse, düşük CO'un sebebinin periferik veya kardiyak faktör olup olmadığına bakılmaksızın kişinin dolaşım şokuna uğradığı söylenir. Bu durum bir kaç dakika ile bir kaç saat içerisinde öldürücü olabilir. Eğer kalp ağır bir şekilde hasara uğrarsa ne sempatik sinir refleksleri ne de sıvı retansiyonu kompansasyona yeterli olmaz ve zayıflamış kalp normal bir CO'u pompalayamaz. Sonuç olarak, CO normal böbrek fonksiyonunu sağlayacak değere yükselemez. Sıvı retansiyonu devam eder, kişide ödem gittikçe artar ve olayların bu durumu sonuçta ölüme götürür. Buna dekompanse kalp yetersizliği denir. Çok sayıdaki hastada, özellikle akut yetersizliği olanlarda, başlangıçta sol kalp yetersizliği, sağ kalp yetersizliğine göre baskındır ve nadir bazı durumlarda önemli sol kalp yetersizliği olmaksızın sağ kalp yetersizliği vardır. Sağ kalp yetersizliği ile birlikte olmayan sol kalp yetersizliğinde, sağ kalbin normal gücü ile kan sürekli olarak akciğerlere pompalanır. Buna karşın akciğerlerden gelen kan yeterli bir şekilde sistemik dolaşıma pompalanmaz. Sonuçta büyük miktarda kan sistemik dolaşımdan pulmoner dolaşıma kaydığı için, ortalama pulmoner doluş basıncı yükselir. Akciğerlerdeki kan hacmi arttıkça, pulmoner kapiller basınç da artar, plazma kolloid osmotik basıncının üzerinde bir değere yükselirse sıvı kapillerlerden intertisyel alanlara ve alveollere sızmaya başlar, sonuçta pulmoner ödem oluşur. Pulmoner damar konjesyonu ve pulmoner ödem sol kalp yetersizliğinin en önemli problemlerinden biridir. Şiddetli, akut sol kalp yetersizliğinde pulmoner ödem bazen o kadar hızlı gelişir ki, 20 – 30 dakikada boğulma ile ölüme neden olur. Akut kalp krizleri ve sıklıkla uzun süren, yavaş ilerleyen kalp rahatsızlıklarında kalp, yaşam için gerekli kan akımının minimal miktarını bile pompalamada yetersiz kalır (58)

### **Kardiyak Output Ölçme Yöntemleri**

Major cerrahide veya kardiyak riski olan hastalarda, hemodinamik parametreler açısından CO'u saptamak çok önemlidir (63). Hayvan deneylerinde aort, pulmoner arter veya kalbe giren büyük venlere kanül yerleştirilebilir ve herhangi bir tipteki akımölçer kullanılarak

CO ölçülebilir. Örneğin elektromanyetik veya ultrasonik akımölçerler CO u ölçmek için aort veya pulmoner arterin üzerine yerleştirilebilir.

CO ölçümü için mevcut teknikler (64,65)

1. Fick metodu,
2. İndirekt Fick metodu ( NİCO Monitörü )
3. Termodilüsyon tekniği,
4. Boya dilüsyon tekniği,
5. Anjiyografik tekniği,
6. Transözefagial ekokardiyografi (TOE)
7. Portable ösefageal doppler
8. Ekokardiyografi
9. Arterial pulse contour analizi (PİCCO)

### **Fick Metodu**

1870 yılında Adolph Fick (66), kan akımını ölçmeye yarayan teori ortaya attı. Teoriye göre, “Bir maddenin bir organ tarafından alınan veya salgılanan toplam miktarı, organa olan kan akımıyla o maddenin arteriovenöz konsantrasyonunun çarpımıdır”. Fick metodu, dikkatli bir şekilde ölçülen oksijen tüketimini ve arteriovenöz oksijen farkını kullanır. CO ölçümü için altın standarttır, ama kendi özelliklerinden kaynaklanan problemler vardır. Ekspire edilen havayı toplamak için daha uzun bir sabit durum süresine gereksinim vardır ve solunumlar düzenli ve aynı olmalıdır. Fick prensibinin uygulanamayacağı en ekstrem örnek Cheyne-Stokes solunumudur. Ancak, ciddi sağ ve sol ventrikül yetmezliğinde, ciddi kapak yetmezliğinde ve intrakardiyak şantlarda kullanılabilir. Oksijen tüketimini ölçme zorluğu nedeniyle, bazı laboratuvarlar, varsayılan oksijen tüketimini ortaya koyan algoritmalar kullanırlar. Bu varsayımlar, CO hesaplanmasında, % 30 kadar hata payı oluşturabilir. Bu nedenle, bu uygulama, aort kapağı darlığının derecesini değerlendirirken dikkatli bir şekilde kullanılmalıdır (64). Fick kuralına dayalı olarak, sistemik arteriyel, sistemik venöz, pulmoner arteriyel ve pulmoner venöz kandaki oksijen tüketimi ( $V_{O2}$ ) ile oksijen içeriğinin ölçülmesi ile CO, pulmoner kan akımı ve şantların hesaplanması mümkündür. Kardiyak indeks, CO 'un vücut yüzey alanı ile ilişkilendirilmesi ile belirlenir. Vena cava süperiordaki oksijen saturasyonu,



şantı olan hastalardaki miks venöz SO<sub>2</sub> nin en iyi temsilcisi olarak düşünülür. Fick prosedürünün uygulanması için gereken karışık venöz kan, genellikle ön koldaki brakial vene sokulan bir kataterin subklavyen veninden sağ atriya ve sonunda da sağ ventrikül veya pulmoner artere yerleştirilmesiyle elde edilir. Arteriyel kan vücuttaki herhangi bir arterden elde edilebilir ve solunum havasından eksilen oksijenin herhangi bir tipteki O<sub>2</sub> ölçer kullanılarak saptanmasıyla da akciğerlerde oksijenin emilim hızı ölçülmüş olur (58).

### **Termodilüsyon Tekniği**

1953 yılında Fegler tarafından volüm akım hızını ölçmek amacıyla ortaya konmuştur. Çok lümenli, balon uçlu, akım tarafından yönlendirilen bir termistör kateter pulmoner artere yerleştirilir. Oda sıcaklığındaki (22°C) 10 mL %5 dekstroz veya izotonik serum hızla ikinci bir kısımdan sağ atriya enjekte edilir. Bu enjeksiyon sıvısı ve kan karışımı ilk önce sağ ventrikülden geçerken pulmoner arter sıcaklığı en fazla düşüşü gösterir ve daha sonra atımdan atıma progresif bir artış gösterir (66). Termodilüsyon tekniği, CO'yu belirlemek için kullanılan en yaygın yöntemlerden biridir.. Düşük CO düzeylerinde daha azdoğru sonuç verir. Triküspid yetmezliği varlığında, bu teknik CO'yu olduğundan daha düşük olarak belirleme eğilimindedir. Kardiyak debi, sağdan sola ya da soldan sağa şantın bulunmadığı hastalarda termodilüsyon ile kesin bir şekilde belirlenebilir (67). Genel olarak, termodilüsyon tekniği kullanıldığında CO,  $\pm$  % 10'luk hata payı ile ölçülebilir.

### **İndikatör-Dilüsyon Tekniği**

Kardiyak outputun indikatör seyreltme yöntemiyle ölçülmesinde küçük bir miktar indikatör, örneğin boya, büyük bir vene veya tercihen sağ atriya enjekte edilir. Bu boya süratle sağ kalbe, akciğerlere, sol kalbe ve sonunda arteriyel sisteme geçer. Daha sonra periferik arterlerin birinden geçen boyanın konsantrasyonu kaydedilir (58). Boya metodu CO veya ortalama akımın volüm hızı kan volümü gibi statik bir sıvının volümünü belirlemek için kullanılan standart konsantrasyon eşitliği modifiye edilerek de hesaplanabilir. İndikatör kaybolduğu zaman, CO yalancı olarak yüksek çıkar. Eğer indikatör ikinci kez sayılırsa yani farkında olmadan tekrar dolaşıma karışım olursa, CO yalancı olarak düşük çıkar. İndikatör dilüsyon tekniği ile elde edilen CO değerleri Fick metoduyla hesaplanan değerlere çok yakındır (66).

Kardiyak Output = Sıvıya Katılan İndikatör (mg)/İndikatörün Sıvıdaki Konsantrasyonu X Geçen Süre

Aort ve mitral yetmezlik birlikte bulunuyorsa, boya dilüsyon tekniği CO'u olduğundan daha düşük olarak belirleyebilir.

### **Anjiyografik Teknik**

Diyastol sonu ve sistol sonu hacimlerin doğru bir şekilde hesaplanmasını gerektirir. Bu durumda, özellikle anjiyografik düzeltme faktörünü ölçerken detaylara dikkat etmek gerekir (64) .

### **TOE ( Transözefagial Ekokardiyografi)**

Eritrositlerden yansıyan ses dalgalarının doplere dönüşümünü kaydederek kan akış hızının ölçümü yolu ile CO' u saptamak için kullanılabilir. Bu makinalar, eritrositlerin yansıttığı sinyallerin sıklığındaki değişiklikleri kaydetmekte ve vücutta ultrasonic vibrasyon yayılmaktadır. Böylece dopler teknikler hızı ölçerler, fakat akımı ölçmezler. Akım, damarın kesitsel alanının üzerindeki sinyallerin integrasyonu ile elde edilir. Kan akımının değerlendirilmesinde kullanılan dopler teknikleri, non invaziv oldukları için çok konforludurlar ve bugünlerde değer kazanmışlardır. TOE kalbin çeşitli işlevsel ve yapısal anormaliliklerin monitörizasyonu ve teşhisini sağlar. Bu zaman hız integrali, bir kalp siklusu sırasındaki ani kan akım hızlarının integralidir, sol ventriküler akım yolunda kan akım hızı için geçerlidir. TOE, birim zamanda asendan aortadan geçen kanın hızını ölçebilir. Bu, SV'ü vermek için aortun kesitsel alanı ile çarpılır. Böylece CO elde edilebilir. Dolayısıyla bu aletlerin sonuçlarının değerlendirilmesi kritik olmalıdır. Çünkü normal insanlarda bulunan sınırlar içinde sıklıkla çift görülebilir ki bu da kullanımını sınırlamaktadır. Metodun asıl dezavantajları, becerili operatöre ihtiyaç olmasıdır. Prob büyüktür ve bu yüzden ağır sedasyon ve anestezi gerekmektedir. Ekipman çok pahalıdır ve prob, uzman kullanıcı yokluğunda sürekli CO ölçümleri sırasında sabitleştirilemez.

### **Portable ösefageal Doppler**

Asendan aortadaki kanın hızı, doppler etkisi kullanılarak ölçülebilir. Bu, birim zamanda aortadan geçen kan miktarının değerlendirilmesine izin verir. Bu, atım hacmini vermek için aortun kesitsel alanı ile çarpılır (65).

### **Ekokardiyografi**

İki boyutlu ekokardiyografi, anterior ve posterior ventriküler duvar hareketinin ve ejeksiyon fraksiyonunun ve CO ölçümünde kullanılabilir (65).

### **Arterial pulse contour analysis (PiCCO)**

Transpulmoner termidilasyon ve arteryel pulse kontur analizini birleştiren bir tekniktir. Pulse kontur analizi esas alınarak yapılan CO'un tahmin edilmesi indirekt bir metoddur, çünkü CO direkt ölçülemez fakat kriter yada modelin temelinde bir basınç pulsasyonundan hesaplanır. Atımdan atıma SV'ün yorumu için pulse kontur metodunun orjini, Windkessel modeline dayanmıştır. Pulse kontur metodlarının çoğu açıkça ya da dolaylı bu moda dayanmışlardır. Bir Akım veya volüm değişikliğinde arteryel basınç veya basınç farkı ile ilişki kurarlar. Bugünlerde üç tane pulse kontur metodu vardır. Bunlar; PiCCO, Pulse CO ve Modelflow'dur. Arteryel KB'nın invaziv ölçümünde kullanılır ve kalibre olmaya ihtiyaç duyarlar. PiCCO, Pulse contour yöntemi ile pulmoner arter girişimine gerek kalmadan femoral arter üzerinden sürekli olarak kardiyak debi ölçümü yapabilen bir cihazdır. Ölçüm işlemine standart Stewart-Hamilton termidilasyon tekniği ile başlar ve arter trase üzerinden pulse contour analizi ile sürekli CO izlenmesine imkân verir (65).

### **Non-İnvaziv Kardiyak Output Monitörü(NİCO)**

NİCO sistemi, CO<sub>2</sub> ve hava yolunda gaz ölçümünü tek ve güvenilir şekilde yapan ve Fick prensibini uygulayan non invaziv bir cihazdır (65) NİCO rebreathing periyotlarında solunumsal CO<sub>2</sub> değişikliklerini ölçer. Respiratuar akım, hava yolu basıncı, CO<sub>2</sub> konsantrasyonu ölçülerek CO<sub>2</sub> eliminasyonu ile kombine edilir. CO<sub>2</sub> sinyalleri ve integre edilmiş akımın sonucu olarak CO<sub>2</sub> ölçülür. Bu değişkenleri kullanarak CO'u ölçmek için Fick prensibine dayanan parsiyel rebreathing tekniği kullanılır. Bu metod CO'un CO<sub>2</sub> eliminasyonunun end-tidal CO<sub>2</sub>'e orantılı olduğunu varsayar. NİCO monitörü YBÜ'de, ameliyathanede ve acil servislerde mekanik ventilatörlerdeki hastalarda kullanılabilir. Geleneksel Fick metodunda prensib, O<sub>2</sub> tüketimi ile orantılı olarak kalbin akciğerlere kan pompalama hızı ve gaz değişiminin monitörizasyonuna bakılır. NİCO da Fick prensibi akciğerlerdeki gaz değişimi yoluyla CO<sub>2</sub> eliminasyonu ve vucutta CO<sub>2</sub> üretimini kullanmaktır. NİCO sistemi tamamen noninvazivdir ve kullanımı kolaydır. NİCO sensörü endotrakeal tüp ve solunum devresinin Y parçası arasındadır. NİCO otomatik olarak parsiyel rebreathingin kısa periyotları boyunca çalışır ve CO'un sürekli gösterimini sağlar (68).

## GEREÇ VE YÖNTEM

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi kliniğinde Temmuz 2018-Eylül 2018 arasında koroner arter bypass greft operasyonu geçirecek olan 30 hasta çalışmaya dâhil edilmiştir. Çalışma için etik kurul onayı Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Sağlık Uygulama Merkezi etik kurulundan alınmıştır.(2011-KAEK-25 2018/07-21) Çalışmamız kalp cerrahisinde myokard korumasında son yıllarda uygulaması artan del Nido Kardiyoplejisi'nin postoperatif erken dönemde myokard üzerine etkilerinin incelenmesi amacıyla yapılmıştır. Bu doğrultuda hastalar preoperatif, operatif ve postoperatif dönemde klinik ve hemodinamik olarak değerlendirmelere tabi tutulmuştur.

Çalışma Temmuz 2018-Eylül 2018 arasında Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde izole KABG operasyonu yapılacak olan 30 hasta üzerinden yürütülmüştür. Hastalardan gerekli onam formu alınmıştır. İzole KABG uygulanacak olan ejeksiyon fraksiyonu %40 üzerinde olan hastalar dâhil edilmiştir. İzole KABG dışında başka bir cerrahi prosedür uygulanacak olan hastalar, ejeksiyon fraksiyonu %40 altında olan hastalar, preoperatif dönemde atriyal fibrilasyonu bulunan hastalar, acil operasyon uygulanan hastalar, daha önce kalp cerrahisi geçirmiş hastalar çalışmaya dahil edilmemiştir. Preoperatif dönemde hastaların demografik verileri kaydedilmiş, klinik anamnezleri ayrıntılı olarak alınmıştır. Tüm hastalara preoperatif dönemde rutin ekokardiyografik inceleme yapıp ejeksiyon fraksiyonları kaydedilmiştir. Hastalarda diyabetes mellitus, hiperlipidemi ve hipertansiyon varlığı klinik ve labratuvar olarak kanıtlanmış ve en az bir çeşit ilaç kullanım varlığına göre belirlenmiştir.

### **Cerrahi Teknik ve Verilerin Toplanması**

Olgular ameliyathaneye alındıktan sonra, hastalar supine pozisyonda yatırıldı. Periferik venlerinden bir adet 16 G anjioket ile periferik yol açıldı. Daha sonra radial arterden arteryel kateter takıldı ve tansiyon monitorizasyonu sağlandı. Anestezi indüksiyonu için; midazolam 0.003mg/kg, fentanyl 5 pg/kg, vekuronyum bromür 0.1 mg/kg uygulandı. Anestezinin idamesi gerektiği zaman 5 pg/kg fentanyl ve 0.5 – 1 mg/kg rokuronyum veya vekuronyum bromür ile sağlandı. Efektif kas gevşeme süresince olgular ambu ile ventile edildi ve sonra entübe edildi. Daha sonra sağ vena jugularis internadan 8 F kateter yerleştirildi. Bu kateter içerisinden

termodilüsyon özellikli Swan-Ganz kateteri ana pulmoner artere kadar monitör eşliğinde ilerletildi. Her hastada termodilüsyon yöntemi ile kardiyak output ve kardiyak index ölçümü yapıldı. Sırt bölgesine yerleştirilen 5 adet elektroped vasıtasıyla elde edilen elektrokardiyografik veriler monitörize edildi. Hastalara ısı problu mesane sondası takıldı. Tüm hastalarda standart insizyon ve median sternotomi yapılarak mediastene ulaşıldı. Hastaların opere edilecek damar sayıları ve kullanılacak greftler göz önüne alınarak sol internal torasik arter ve safen ven greftleri hazırlandı. Perikard açılarak askıya alındı. Hastalar ACT 400 saniyenin üzerinde olacak şekilde (300 – 400 U/kg) heparinize edildi. Asendan aortadan yapılan arteriyel kanülasyon ve planlanan prosedür gereği sağ atrium aurikulasından yapılan two – stage venöz kanülasyonla kardiyopulmoner bypass uygulandı. Aort köküne kardiyopleji kanülü yerleştirildi.

Hastalar iki gruba ayrıldı. Birinci grup Plegisol-kan kardiyoplejisi(Grup1, KK, n:15), ikinci grup del Nido Kardiyoplejisi(Grup2, DNK, n:15) olarak belirlendi. Operasyondaki kardiyopleji çeşidi seçimi cerrahın tercihinine bırakıldı. KK verilecek hastalara indüksiyon olarak Plegisol 15ml/kg verildi. İdame olarak 15dk'da bir veya her distal anastomoz sonrası 5ml/kg intermitant soğuk kan kardiyoplejisi uygulandı. Kalp çalıştırılmadan önce sıcak kan kardiyoplejisi verildi. Diğer grupta 1lt İsolYTE-S solüsyonu içerisine 17cc %20 mannitol, 14cc %15 magnezyum sülfat(3mEq/L), 13cc %8.4 sodyum bikarbonat(140mEq/L), 9cc %22,5 potasyum(5mEq/L), 6,5cc %2 lidokain ile hazırlanıp 1:4 oksijenize kan ile karıştırılan del Nido Kardiyoplejisi 20ml/kg dozundan indüksiyon olarak hastaya verildi. 90dk aşması öngörülen hastalarda 60.dk'da idame DNK uygulandı. Kalp çalıştırılmadan önce sıcak kan kardiyoplejisi uygulandı.

Proksimal anastomozlar yapılmadan önce kross klemp kaldırıldı. Her iki grupta da proksimal anastomozlar side klemp altında yapıldı. Kross klemp kaldırıldıktan sonra normal sinüs ritmine dönüş için defibrilasyon ihtiyacı olan hastalar kaydedildi.

Operasyon süresince hafif derece hipotermi (30°C – 32°C) uygulandı. Bütün olgularda roller pompa ve membran oksijenatörler kullanıldı. Pompa akımı 2.2 – 2.4 lt/dk/m<sup>2</sup> arasında, non-pulsatil ve ortalama arter basıncı kros klemp süresince 50 – 60 mmHg düzeyinde kalacak şekilde sağlandı. Kardiyopulmoner bypass süresince hematokrit %20 – 25 arasında tutuldu. Kros klemp sonrası mesane ısısı 36°C' ye ulaşıncaya kadar ısıtma işlemi yapıldı. Uygun kan basıncı ve kardiyovasküler stabilite sağlandıktan sonra kardiyopulmoner bypass sonlandırıldı. İnotrop ihtiyacı olan hastalar düşük doz(1), orta doz(2) ve yüksek doz(3) olarak 3 gruba ayrıldı. Dopamin 5mikrogram/kg/dk'dan az olan verilen hastalar düşük doz, dopamin veya dobutamin

5-10mikrogram/kg/dk verilen hastalar orta doz, noradrenalin ile birlikte dopamin veya dobutaminin 10mikrogram/kg/dk'dan daha yüksek dozda verilen hastalar yüksek doz inotrop grubuna dahil edildi. Protamin infüzyonu ile heparin nötralize edildi. Hastalar postoperatif dönemde, yoğun bakım ünitesine alınarak takip edildiler. Kross klemp süreleri ve total perfüzyon süreleri kaydedildi. Tüm hastalar aynı cerrahi ekip tarafından ameliyat edildi.

Hastalara yoğun bakım ünitesinde, standart D II derivasyonlarıyla sürekli EKG ve arteriyel basınç takibi yapıldı. Postoperatif 1.günde pozitif inotrop desteği kesildikten sonra kardiyak output ve kardiyak index tayini yapıldı. Postoperatif 1. 2. ve 3. günde troponin takibi yapıldı. Genel durumu iyi stabil olarak seyreden hastalar rutin olarak postoperatif 2.günde yoğun bakım ünitesinden çıkarıldı. Yoğun bakım ve servis takibi süresince gelişen tüm komplikasyonlar kayıt altına alındı. Postoperatif 5.günde tüm hastalara aynı kardiyolog tarafından ejeksiyon fraksiyonu ölçümü yapıldı. Genel durumu iyi ve stabil seyreden hastalar rutin olarak postoperatif 7.günde taburcu edildi.

### **İstatistiksel Değerlendirme**

Çalışmada elde edilen tüm veriler değerlendirilirken SPSS 16.0 programı kullanıldı. Verilerin minimum ve maksimum değerleri, ortalama  $\pm$  standart sapmaları hesaplanarak, yüzde cinsinden oran olarak ifade edildi. Sürekli değişkenler Student t testi ve Mann-Whitney U ile normal dağılıma uymayan veriler ise Fisher exact olasılık testi veya Ki kare ( $X^2$ ) testi ile istatistiksel olarak değerlendirildi. 0.05'den küçük "p" değerleri istatistiksel olarak anlamlı kabul edilmiştir.

## BULGULAR

**Tablo 1:** Hastalara Ait Demografik Özellikler ve Klinik Bulgular

|                        |       | <b>KK(n: 15)</b> | <b>DNK(n:15)</b> | <b>P DEĞERİ</b> |
|------------------------|-------|------------------|------------------|-----------------|
| Yaş                    |       | 62,2±13,5        | 64,2±10,9        | 0,671*          |
| Cinsiyet               | erkek | 9(%60)           | 7(%46)           |                 |
|                        | kadın | 6(%40)           | 8(%54)           | 0,464           |
| Ailede KAH öyküsü      |       | 3(%20)           | 4(%26)           | 0,666           |
| DM                     |       | 5(%33)           | 6(%40)           | 0,705           |
| Sigara                 |       | 9(%60)           | 7(%46)           | 0,464           |
| Hiperlipidemi          |       | 9(%60)           | 10(%66)          | 0,705           |
| Hipertansiyon          |       | 8(%54)           | 6(%40)           | 0,536           |
| KOAH                   |       | 5(%33)           | 6(%40)           | 0,705           |
| PAH                    |       | 5(%33)           | 3(%20)           | 0,409           |
| Önceki Koroner Girişim |       | 7(%46)           | 6(%40)           | 0,713           |

Ki-kare testi, \*Student T testi

Hastalara ait preoperatif demografik veriler Ki-kare ve Student T testleri ile değerlendirilmiş olup demografik faktörler açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanamamıştır ( $p>0.05$ ), Tablo 1. Ortalama yaş KK grubunda 62,2±13,5, DNK grubunda 64,2±10,9 olarak bulunmuş olup iki grup arasında yaş dağılımı açısından fark bulunmamıştır ( $P = 0,671$ ). KK grubunda erkek hasta sayısı 9(%60), kadın hasta sayısı 6(%40) olarak bulunmuştur. DNK grubunda erkek hasta sayısı 7(%46), kadın hasta sayısı 8(%54) olarak bulunmuştur. Ailede KAH öyküsü olan hasta sayısı KK grubunda 3(%20), DNK grubunda 4(%26) olarak bulunmuştur. Ailede KAH öyküsü dağılımı açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmamıştır ( $p=0,666$ ). DM öyküsü olan hasta sayısı KK grubunda 5(%33), DNK grubunda 6(%40) olarak bulunmuştur. DM öyküsü dağılımı açısından iki grup arasında anlamlı

fark saptanmamıştır.(p=0,705) Sigara öyküsü olan hasta sayısı KK grubunda 9(%60), DNK grubunda 7(%46) olarak bulunmuştur. Sigara kullanımı dağılımı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır.(p=0,464) Hiperlipidemi öyküsü bulunan hasta sayısı KK grubunda 9(%60), DNK grubunda 10(%66) olarak bulunmuştur. Hiperlipidemi varlığı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,765). KOAH öyküsü olan hasta sayısı KK grubunda 5(%33), DNK grubunda 6(%40) olarak bulunmuştur. KOAH varlığı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır (p=0,705). Hipertansiyon öyküsü bulunan hasta sayısı KK grubunda 8(%54), DNK grubunda 6(%40) olarak bulunmuştur. Hipertansiyon varlığı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır(p=0,536). PAH bulunan hasta sayısı KK grubunda 5(%33), DNK grubunda 3(%20) olarak bulunmuştur. PAH varlığı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır(p=0,409). Daha önce koroner girişim öyküsü bulunan hasta sayısı KK grubunda 7(%46), DNK grubunda 6(%40) olarak bulunmuştur. Daha önce koroner girişim öyküsü bulunması açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır(p=0,713).

**Tablo 2:** Hastalara Ait Preoperatif ve Postoperatif Hemodinamik Parametreler

|           | <b>KK(n: 15)</b> | <b>DNK(n:15)</b> | <b>P DEĞERİ</b> |
|-----------|------------------|------------------|-----------------|
|           | <b>Ort ± sd</b>  | <b>Ort ± sd</b>  |                 |
| Preop EF  | 55±7,7           | 54,3±7           | 0,808           |
| Preop CO  | 5,07±0,3         | 5,06±0,3         | 0,905           |
| Preop CI  | 2,38±0,18        | 2,33±0,14        | 0,663           |
| Postop EF | 54,6±6,1         | 53,6±5,8         | 0,650           |
| Postop CO | 5,08±0,25        | 5,06±0,28        | 0,737           |
| Postop CI | 2,34±0,15        | 2,32±0,13        | 0,806           |

Hastalara ait preoperatif ve postoperatif hemodinamik değişiklikler tablo 2 de gösterilmiştir. Preoperatif EF KK grubunda ortalama %55±7,7, DNK grubunda ortalama %54,3±7 olarak bulunmuş olup preoperatif ortalama EF açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır, (p= 0,808). Preoperatif CO değeri KK grubunda 5,07±0,3ml/dk, DNK

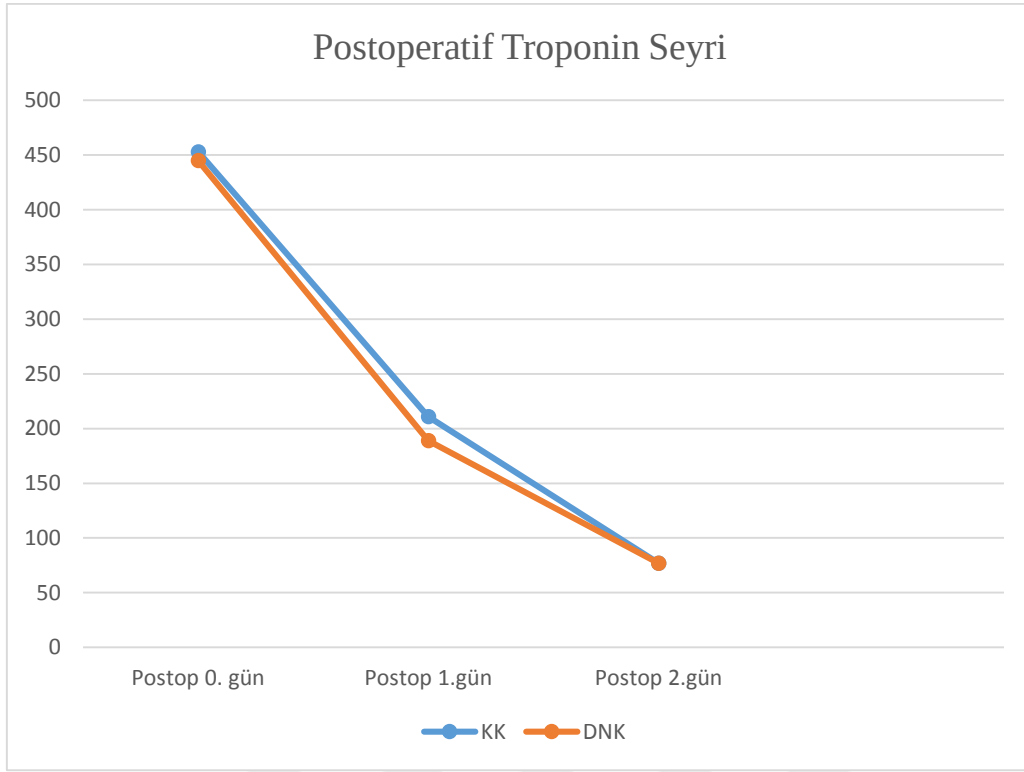


grubunda  $5,06 \pm 0,3$  ml/dk olarak bulunmuştur. Preoperatif CO ortalaması açısından iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p=0,905$ ). Preoperatif CI değeri KK grubunda  $2,38 \pm 0,18$  ml/dk/m<sup>2</sup>, DNK grubunda  $2,33 \pm 0,14$  ml/dk/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Preoperatif CI ortalaması açısından iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p=0,663$ ). Postperatif EF KK grubunda ortalama  $\%54,6 \pm 6,1$ , DNK grubunda ortalama  $\%53,6 \pm 5,8$  olarak bulunmuştur. Postoperatif EF ortalaması açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0,650$ ). Postperatif CO değeri KK grubunda  $5,08 \pm 0,25$  ml/dk, DNK grubunda  $5,06 \pm 0,28$  ml/dk olarak bulunmuştur. Postperatif CO ortalaması açısından iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p=0,737$ ). Postperatif CI değeri KK grubunda  $2,34 \pm 0,15$  ml/dk/m<sup>2</sup>, DNK grubunda  $2,32 \pm 0,13$  ml/dk/m<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Postperatif CI ortalaması açısından iki grup arasında anlamlı bir farklılık saptanmamıştır ( $p=0,836$ ).

**Tablo 3:** Hastalara Ait Troponin Takip Değerleri

|                  | <b>KK(n: 15)</b>               | <b>DNK(n:15)</b>               | <b>P DEĞERİ</b> |
|------------------|--------------------------------|--------------------------------|-----------------|
|                  | <b>Ort <math>\pm</math> sd</b> | <b>Ort <math>\pm</math> sd</b> |                 |
| Troponin I 0.gün | 453,2 $\pm$ 93,4               | 445,5 $\pm$ 83,9               | 0,813           |
| Troponin I 1.gün | 211,6 $\pm$ 42                 | 189 $\pm$ 37,4                 | 0,132           |
| Troponin I 2.gün | 77,7 $\pm$ 12,5                | 78,1 $\pm$ 12,4                | 0,931           |

Postoperatif 0.gün troponin değeri KK grubunda 453,2 $\pm$ 93,4ng/dl, DNK grubunda 445,5 $\pm$ 83,9ng/dl bulunmuş olup iki grup arasında postoperatif 0.gün troponin değerleri açısından anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0,813$ ). Postoperatif 1.gün troponin değeri KK grubunda 211,6 $\pm$ 42ng/dl, DNK grubunda 189 $\pm$ 37,4ng/dl bulunmuş olup iki grup arasında postoperatif 1.gün troponin değerleri açısından anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0,132$ ). Postoperatif 2.gün troponin değeri KK grubunda 77,7 $\pm$ 12,5ng/dl, DNK grubunda 78,1 $\pm$ 12,4ng/dl bulunmuş olup iki grup arasında postoperatif 2.gün troponin değerleri açısından anlamlı fark saptanmamıştır ( $p=0,931$ ). Postoperatif 1.gündeki troponin I azalma miktarı KK grubunda  $\%53$ , DNK grubunda  $\%57$  olarak hesaplanmıştır. Postoperatif 2.gündeki troponin I azalma miktarı KK grubunda  $\%63$ , DNK grubunda  $\%58$  olarak hesaplanmıştır.



**Şekil 1:** KK ve DNK grubunda postoperatif 0. 1. ve 2. günlerdeki troponin I seyri

**Tablo 4:** Hastalara Ait İntraoperatif ve Postoperatif Veriler

|                           | <b>KK(n: 15)</b> | <b>DNK(n:15)</b> | <b>P DEĞERİ</b>     |
|---------------------------|------------------|------------------|---------------------|
|                           | <b>Ort ± sd</b>  | <b>Ort ± sd</b>  |                     |
| CABG x                    | 4,2±0,4          | 4,4±0,5          | 0,539*              |
| YBÜ yatış gün             | 2,2±0,4          | 2,4±0,5          | 0,539*              |
| KKS                       | 55,5±2,9         | 48,9±2,8         | <b>&lt;0,001**</b>  |
| TPS                       | 78±2,7           | 70,2±2,2         | <b>&lt;0,001**</b>  |
| Hastane toplam yatış gün  | 6,6±0,6          | 6,7±0,7          | 0,653*              |
|                           | <b>KK(n: 15)</b> | <b>DNK(n:15)</b> | <b>P değeri</b>     |
| Kros Sonrası Defib sayısı |                  |                  |                     |
| <1                        | 2(%13)           | 12(%80)          | <b>&lt;0,001***</b> |
| 1≥                        | 13(%86)          | 3(%20)           | <b>&lt;0,001***</b> |
| İnotrop İhtiyacı          |                  |                  |                     |
| Var                       | 3(%20)           | 4(%26)           | 0,666***            |
| Yok                       | 12               | 11               |                     |
| Postop AF gelişen         |                  |                  |                     |
| Var                       | 4(%26)           | 2(%13)           | 0,361***            |
| Yok                       | 11               | 13               |                     |

\*Man Whitney U, \*\*Student T testi, \*\*\*Ki-kare testi

Hastalara ait intraoperatif ve postoperatif veriler tablo 4’te değerlendirildi. Yapılan greft sayısı KK grubunda 4,2±0,4, DNK grubunda 4,4±0,5 olarak bulunmuş olup yapılan greft sayısı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır(p=0,539). Yoğun bakım ünitesi yatış gün sayısı KK grubunda 2,2±0,4gün, DNK grubunda 2,4±0,5gün olarak bulunmuş olup yoğun bakım yatış gün sayısı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır(p=0,539). Kross

klemp süresi KK grubunda  $55,5 \pm 2,9$  dk, DNK grubunda  $48,9 \pm 2,8$  dk olarak bulunmuş olup kross klemp süresi açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Kross klemp süresinin DNK grubunda KK grubunda daha az olduğu görülmüştür. Total perfüzyon süresi KK grubunda  $78 \pm 2,7$  dk, DNK grubunda  $70,2 \pm 2,2$  dk olarak bulunmuş olup total perfüzyon süresi açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). Total perfüzyon süresinin DNK grubunda KK grubunda daha az olduğu görülmüştür. Hastane toplam yatış gün sayısı KK grubunda  $6,6 \pm 0,6$  gün, DNK grubunda  $6,7 \pm 0,7$  gün olarak bulunmuş olup yoğun bakım yatış gün sayısı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p = 0,653$ ). Kross klemp kalktıktan sonra normal sinüs ritmine dönüş için defibrilasyon ihtiyacı olan hasta sayısı KK grubunda 13, DNK grubunda 3 olarak bulunmuş olup kross klemp kalktıktan sonra normal sinüs ritmine dönüş için defibrilasyon ihtiyacı olan hasta sayısı açısından iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı fark saptanmıştır ( $p < 0,001$ ). DNK grubunda kross klemp kalktıktan sonra normal sinüs ritmine dönüş için daha az defibrilasyon ihtiyacı olduğu saptanmıştır. İnotrop ihtiyacı olan hasta sayısı KK grubunda 3 (%20) , DNK grubunda 4 (%26) olarak bulunmuş olup inotrop ihtiyacı olan hasta sayısı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p = 0,666$ ). Postoperatif dönemde atriyal fibrilasyon gelişen hasta sayısı KK grubunda 4 (%26) , DNK grubunda 2 (%13) olarak bulunmuş olup postoperatif dönemde atriyal fibrilasyon gelişen hasta sayısı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır ( $p = 0,361$ ).

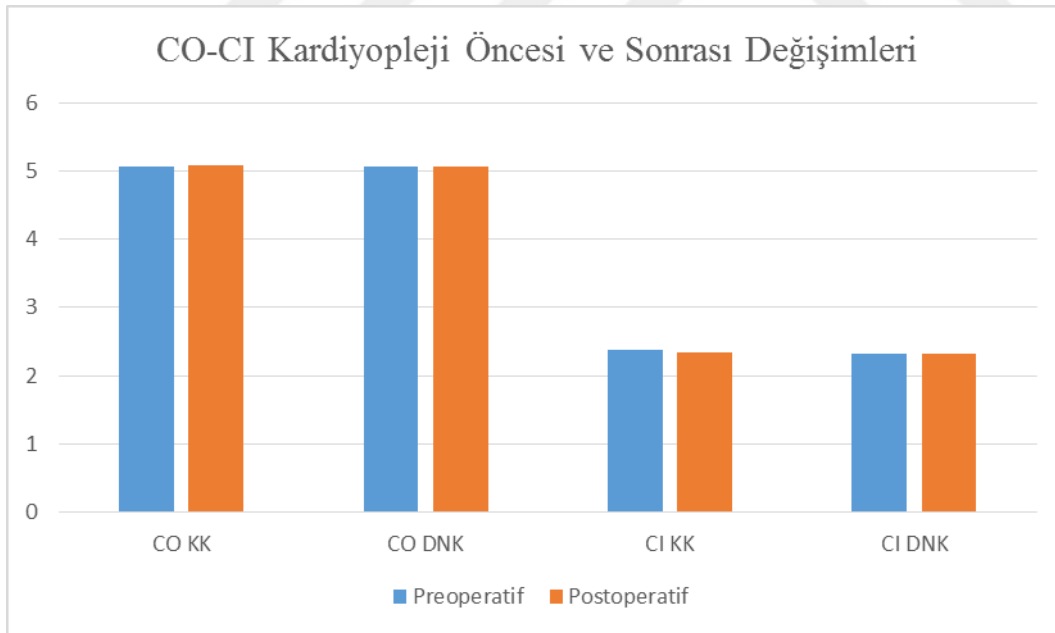
**Tablo 5:** DNK ve KK gruplarının CO, CI ve EF değerlerinin preoperatif ve postoperatif dönemlerdeki değişimleri

|                                | <b>Preop</b>                       | <b>Postop</b>                     | <b>P değeri</b> |
|--------------------------------|------------------------------------|-----------------------------------|-----------------|
| <b>EF(%)</b>                   | <b>% Ort ± sd</b>                  | <b>% Ort ± sd</b>                 |                 |
| <b>DNK</b>                     | 54,3±7                             | 53,6±5,8                          | 0,326           |
| <b>KK</b>                      | 55±7,7                             | 54,6±6,1                          | 0,458           |
| <b>CO(lt/dk)</b>               | <b>lt/dk Ort ± sd</b>              | <b>lt/dk Ort ± sd</b>             |                 |
| <b>DNK</b>                     | 5,06±0,3                           | 5,06±0,28                         | 1,000           |
| <b>KK</b>                      | 5,07±0,3                           | 5,08±0,25                         | 0,868           |
| <b>CI(lt/dk/m<sup>2</sup>)</b> | <b>lt/dk/m<sup>2</sup> Ort ±sd</b> | <b>lt/dk/m<sup>2</sup>Ort± sd</b> |                 |
| <b>DNK</b>                     | 2,33±0,14                          | 2,32±0,13                         | 0,536           |
| <b>KK</b>                      | 2,38±0,18                          | 2,34±0,15                         | 0,236           |

#### Paired-Samples t Test

Hastalara ait preoperatif ve postoperatif hemodinamik veriler tablo 5’te değerlendirildi. DNK grubunda ejeksiyon fraksiyonu ortalaması preoperatif dönemde %54,3±7, postoperatif dönemde %53,6±5,8 olarak bulunmuş olup DNK grubunun preoperatif ve postoperatif ejeksiyon fraksiyonu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır (p=0,326). KK grubunda ejeksiyon fraksiyonu ortalaması preoperatif dönemde %55,3±7,7,

postoperatif dönemde  $54,6 \pm 6,1$  olarak bulunmuş olup KK grubunun preoperatif ve postoperatif ejeksiyon fraksiyonu ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=0,458$ ). DNK grubunda kardiyak output ortalaması preoperatif dönemde  $5,06 \pm 0,31$  lt/dk, postoperatif dönemde  $5,06 \pm 0,28$  lt/dk olarak bulunmuş olup DNK grubunun preoperatif ve postoperatif kardiyak output ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=1,00$ ). KK grubunda kardiyak output ortalaması preoperatif dönemde  $5,07 \pm 0,31$  lt/dk, postoperatif dönemde  $5,08 \pm 0,25$  lt/dk olarak bulunmuş olup KK grubunun preoperatif ve postoperatif kardiyak output ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=0,868$ ). DNK grubunda kardiyak index ortalaması preoperatif dönemde  $2,33 \pm 0,14$  lt/dk/m<sup>2</sup>, postoperatif dönemde  $2,32 \pm 0,13$  lt/dk/m<sup>2</sup> olarak bulunmuş olup DNK grubunun preoperatif ve postoperatif kardiyak index ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=0,536$ ). KK grubunda kardiyak index ortalaması preoperatif dönemde  $2,38 \pm 0,18$  lt/dk/m<sup>2</sup>, postoperatif dönemde  $2,34 \pm 0,15$  lt/dk/m<sup>2</sup> olarak bulunmuş olup KK grubunun preoperatif ve postoperatif kardiyak index ortalamaları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmamıştır ( $p=0,236$ ).



Şekil 2: CO ve CI preoperatif ve postoperatif değerlerinin iki grup arasında karşılaştırma grafiği

## TARTIŞMA

Günümüzde tüm dünyada yaygın olarak uygulanan koroner arter bypass greft cerrahisinde amaç hastanın yaşam kalitesini yükseltmek ve uzun bir yaşam süresi sağlamaktır. Kalp cerrahisinin tarihsel gelişiminde üzerinde en çok durulan ve halen araştırılmaya devam edilen konulardan birisi miyokardın korunmasıdır. Kalp cerrahisi sırasında kalbin durdurulması ile kalpte meydana gelen iskemik değişikliklerin geciktirilmesi, azaltılması ve irreversibl hasarın oluşmaması için etkin bir miyokardiyal koruma şarttır. Günümüzde kullanılan miyokard koruma yöntemlerinden; kardiyoplejik solüsyon ile kalbin durdurulması ve aralıklı verilmek suretiyle kalbin beslenmesi ve hipotermi ile hücresel düzeyde enerji tüketiminin en aza indirilmesinin mümkün olduğu bütün kalp cerrahları tarafından kabul edilmektedir. Günümüzde açık kalp cerrahisinin gelişiminde cerrahi deneyimin yanı sıra kardiyopulmoner bypass ve miyokardiyal koruma tekniklerindeki ilerlemelerin büyük rolü vardır. Yüksek risk taşıyan operasyonların sıklığının giderek artmasına paralel olarak mortalite artmakta ve miyokardiyal koruma daha da önemli hale gelmektedir. Yüksek risk taşıyan olgu grubunda miyokardın korunmasındaki yetersizlikler önemli mortalite ve morbidite sebebi olabilmektedir. Bu nedenle günümüzde halen miyokardiyal koruma tekniklerini ve yöntemlerini geliştirmek amacıyla çalışmalar yapılmaktadır.

Kliniğimizde yaptığımız toplam 30 hastayı içeren çalışmada iki farklı kardiyopleji solüsyonunu karşılaştırmayı hedefledik. Birçok klinikte yaygın olarak kullanılan indüksiyon kardiyoplejisi olarak kristaloid, idame olarak aralıklı kan kardiyoplejisi ve sonunda hot shot sıcak kan kardiyoplejisinin yanında son yıllarda kullanımı yaygınlaşan tek doz indüksiyon ile 60-90dk güvenli miyokardiyal koruma sağlayan del Nido Kardiyoplejisi'ni hemodinamik parametreler üzerinden kıyaslamak istedik(69).

Ad ve arkadaşlarının yaptığı prospektif randomize çalışmada del Nido kardiyoplejisi ve kan kardiyoplejisi uygulanan hastalar karşılaştırılmıştır. Postoperatif dönemde ritim bozukluğu yaşayan hastalar del Nido grubunda daha az saptanmıştır.(70). O'Blenes ve arkadaşları 2011 yılında izole yaşlı kardiyomyositler üzerinde çalışma yapmışlardır. Bu çalışmada izole edilen kardiyomyositler standart kardiyopleji ve del Nido kardiyoplejisine maruz bırakıldıktan sonra intraselüler ve ekstraselüler iyon konsantrasyonu, aksiyon potansiyellerini ölçmüşlerdir. del Nido kardiyoplejisi uygulanan grupta daha uzun süreli membran depolarizasyonu olduğu, kardiyoplejik arrest sırasında oluşan spontan elektriksel aktivitelerin daha az olduğu,

kardiyoplejik arrest ve reperfüzyon esnasında intraselüler kalsiyumun daha az konsantrasyonda görüldüğü, erken reperfüzyon safhasında hiperkontraksiyonların daha az miktardan oluştuğu saptanmıştır(71). Bizim çalışmamızda postoperatif erken dönemde atriyal fibrilasyon gelişmesi açısından iki grupta benzer bulgular saptanmıştır. Fakat kross klemp kalktıktan sonra normal sinüs ritmine dönüş için defibrilasyon ihtiyacı olan hasta DNK grubunda anlamlı olarak daha düşük sayıda bulunmuştur. Bu durumun sebebi olarak del Nido kardiyoplejisi içinde bulunan bir antiaritmik ajan olan lidokain ve nispeten kros klemp süresinin daha az olmasının etkili olduğunu düşünüyoruz.

Yerebakan ve arkadaşlarının 2014 yılında yaptığı çalışmada akut myokard enfarktüs sonrası koroner bypass greft operasyonu yapılan hastalarda kan kardiyoplejisi ve del Nido kardiyoplejisi karşılaştırılmış, retrospektif olarak incelenmiştir. Hastanede kalış süresi, intraaortik balon pompası ihtiyacı, inotrop ihtiyacı açısından anlamlı fark saptanmamıştır. Del Nido kardiyoplejisi uygulanan grupta total perfüzyon süresi ve kross klemp süresi belirgin olarak daha az olduğu vurgulanmıştır.(72) Bizim çalışmamızda hastanede kalış süresi ve inotrop ihtiyacı açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır. Bu çalışma ile benzer şekilde bizim çalışmamızda da total perfüzyon süresi ve kross klemp süresi DNK grubunda istatistiksel olarak anlamlı şekilde daha düşük bulunmuştur. İdame olarak kan kardiyoplejisi uygulanan hastalarda operasyon esnasında 15dk'da bir veya her distal anastomozdan sonra kardiyopleji verilmesi gerekmektedir. Bu esnada yeterli myokardiyal perfüzyon sağlanması için cerrahi manipülasyon yapılmaması gerekir. Bu durum zaman kaybına sebep olmaktadır. Del Nido kardiyoplejisi tek doz ile 60-90dk arasında güvenli myokardiyal koruma sağladığından dolayı 15 dk'da bir idame kardiyoplejiye gerek kalmaz ve bu sayede operasyon süresi kısaltılabilir.

Ota ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptığı çalışmada izole aort kapak replasmanı yapılan hastalarda standart kardiyopleji ve del Nido kardiyopleji kullanımının sonuçlarını retrospektif olarak incelemişlerdir. İntraaortik balon pompası ihtiyacı, inotropik destek ihtiyacı ve hastane mortaliteleri açısından iki grup arasında anlamlı fark saptanmamıştır(73). Yine bu çalışmada da total perfüzyon süresi ve kross klemp süresi del Nido grubunda daha kısa bulunmuştur. Bizim çalışmamızda da postoperatif inotrop desteği açısından iki grup arasında anlamlı fark bulunmazken total perfüzyon süresi ve kross klemp süresi DNK grubunda daha düşük bulunmuştur.



Mick ve arkadaşlarının 2015 yılında yaptığı çalışmada aort kapak replasmanı ve mitral kapak replasmanı yapılan hastalarda del Nido kardiyoplejisi ve Buckeberg Kardiyoplejisi kullanımı retrospektif olarak incelenmiştir. Hastanede kalış süresi, inotrop ihtiyacı ve mortalite açısından anlamlı fark saptanmazken bu çalışmada da total perfüzyon süresi ve kross klemp süresi del Nido grubunda daha düşük bulunmuştur(74). Bizim çalışmamızda da DNK grubunda total perfüzyon süresi ve kross klemp süresi daha düşük bulunmuştur. Literatür bulguları ve çalışmamızın sonuçları göz önünde bulundurulduğunda del Nido Kardiyoplejisinin total perfüzyon süresi ve kross klemp süresini azalttığını vurgulamak yanlış olmayacaktır.

Guajardo Salinas ve arkadaşlarının 2017 yılında yaptığı çalışmada koroner arter bypass greft operasyonu yapılan 408 hasta taranmıştır. Bu hastaların bir kısmında del Nido kardiyoplejisi kullanılırken diğer grupta kan kardiyoplejisi kullanılmıştır. Normal sinüs ritmine dönüş için defibrilasyon gereken hasta sayısı del Nido grubunda daha az bulunmuştur. Bu çalışmada hastaya verilen total sıvı miktarı del Nido grubunda daha az bulunmuştur. Aynı zamanda del Nido kullanımının daha ekonomik olduğu saptanmıştır(75). Bizim çalışmamızda da normal sinüs ritmine dönüş için defibrilasyon ihtiyacı olan hasta sayısı DNK grubunda daha az bulunmuştur. Kan kardiyoplejisi tekniğinde kullanılan multidoz kardiyopleji rejiminin del Nido kullanımında yerinin olmaması del Nido Kardiyoplejisi kullanılan hastalara daha az sıvı verilmiş olmasını açıklamaktadır. Bizim çalışmamızda hastaya operasyon süresince verilen total sıvı miktarı ölçülmemiştir fakat DNK grubunda verilen sıvı miktarının daha az olduğunu düşünmekteyiz.

Kim ve arkadaşlarının 2016 yılında yaptığı çalışmada 53 açık kalp cerrahisi geçiren hasta retrospektif olarak incelenmiştir. Bu hastalarda del Nido kardiyoplejisi ve kan kardiyoplejisi kullanımı karşılaştırılmış ve sonuçları incelenmiştir. del Nido grubunda kross klemp sonrası defibrilasyon ihtiyacı daha az olduğu görülmüştür. Postoperatif troponin peak seviyesi her iki grupta da benzer bulunmuştur (76). Bizim çalışmamızda da her iki grupta troponin peak seviyesi ve troponin seyri açısından anlamlı fark bulunmamıştır. Bu çalışma ve birçok başka çalışma ile benzer şekilde bizim çalışmamızda da kross klemp kaldırıldıktan sonra normal sinüs ritmine dönüş için defibrilasyon ihtiyacı olan hasta sayısı del Nido grubunda daha az bulunmuştur. Del Nido kardiyoplejisinin kross klemp sonrası defibrilasyon ihtiyacını azalttığını söylemek yanlış olmayacaktır.

Li ve arkadaşlarının 2018 yılında yayınlanan 9 çalışmayı içeren meta analizinde del-Nido kardiyoplejisinin total perfüzyon süresini kısalttığı, hastaya verilen total sıvı miktarını azalttığı vurgulanmıştır(77). Postoperatif dönemde atriyal fibrilasyon sıklığı, miyokardiyal

enzimlerin seyri, hastanede ve yoğun bakım ünitesinde kalış süresi, inotrop ihtiyacı açısından konvansiyonel kardiyopleji rejimleri ile arasında farklılık olmadığı vurgulanmıştır. Bizim çalışmamızdaki atriyal fibrilasyon sıklığı, inotrop ihtiyacı, yoğun bakım ünitesi kalış süresi, myokardiyal enzimlerin seyri ve total perfüzyon süresi açısından meta analizle benzer bulgular saptanmıştır.

Literatürde yapılan bazı çalışmalarda postoperatif dönemde ejeksiyon fraksiyonu ölçümü yapılmış ve konvansiyonel kardiyopleji rejimleri ile del Nido arasında fark bulunmamıştır. Fakat literatürde kardiyak output ve kardiyak index ölçümü yapılan çalışmaya rastlanmamıştır. Çalışmamızda DNK ve KK gruplarında preoperatif dönemde ejeksiyon fraksiyonu ölçümü yapılmıştır. Postoperatif dönemde ejeksiyon fraksiyonu, termodilüsyon yöntemi ile kardiyak output ve kardiyak index tayini yapılmıştır. Her iki grupta da preoperatif ve postoperatif dönemdeki ejeksiyon fraksiyonu, kardiyak output ve kardiyak index değerleri açısından bir farklılık saptanmamıştır. Hemodinamik parametreler aracılığı ile bakacak olursak del Nido Kardiyoplejisi myokardiyal korumada kan kardiyoplejisi kadar güvenlidir denilebilir.

## SONUÇ

Daha çok konjenital kardiyak cerrahide kullanılan del Nido kardiyoplejisi son yıllarda kliniğimizde erişkin kardiyak cerrahide de kullanılmaya başlanmıştır.. DNK uzun süreli myokardiyal koruma sağlaması nedeniyle cerrahi akışın kesilmesinin önüne geçmektedir. Bu sayede hem kross klemp süresini hem de total perfüzyon süresini kısaltmaktadır. Daha önce yapılan konu ile ilgili çalışmalarda en az kan kardiyoplejisi kadar etkili bir miyokardiyal koruma sunduğu gösterilmiştir. Bizim çalışmamızda da yeterli myokardiyal koruma sağladığı hemodinamik ve biyokimyasal ölçümler ile gösterilmiştir. Kross klemp süresinin daha kısa olması ve içeriğindeki antiritmik ajanlar sayesinde kross klemp sonrası daha az ventriküler fibrilasyon görüldüğü gözlemlenmiştir. Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular literatürdeki çalışmaları desteklemektedir. Elde ettiğimiz bulgular ışığında del Nido Kardiyoplejisi'nin rutin KABG vakalarında güvenli ve efektif bir şekilde kullanılabildiğini düşünmekteyiz.

## KAYNAKLAR

1. Barner HB. Blood Cardioplegia; a review and comparison with crystalloid cardioplegia. *Ann Thorac Surg* 1991;52:1354 –67.
2. Vinten-Johansen J. Whole blood cardioplegia: do we still need to dilute? *The Journal of Extracorporeal Technology* 2016;48:9–14
3. Bozer Y. Kalp Hastalıkları ve Cerrahisi I. Ayyıldız Matbaası A.Ş. Ankara,1985;127-161.
4. Mauney MC, Kron IL. The physiologic basis of warm cardioplegia. *Ann Thorac Surg* 1995; 60: 819- 23
5. Kim K, Ball C, Grady P, Mick S. Use of del Nido cardioplegia for adult cardiac surgery at the cleveland clinic: perfusion implications. *The Journal of Extracorporeal Technology*. 2014;46:317–23
6. Tabayashi K, Suzuku Y, Nagamine S, To Y, Mohri H. A clinical trial of allopurinol (Zyloric) for myocardial protection. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1991;101: 713 – 18)
7. Talwar S, Bhoje A, Sreenivas V, Makhija N ve ark. Comparison of del Nido and st thomas cardioplegia solutions in pediatric patients: a prospective randomized clinical trial. *Semin Thorac Cardiovasc Surg* 2017;29(3):366–74
8. Matte GS, del Nido PJ. History and use of del Nido cardioplegia solution at boston children’s hospital. *The J Extra Corpor Technol*.2012 Sep;44(3):98-103
9. Ota T, Yerebakan H, Neely RC, Mongero L ve ark. Short-term outcomes in adult cardiac surgery in the use of del Nido cardioplegia solution. *Perfusion*. 2016 Jan;31(1):27-33.
10. Yerebakan H, Sorabella RA, Najjar M, Castillero E ve ark. del Nido cardioplegia can be safely administered in high-risk coronary artery bypass grafting surgery after acute myocardial infarction: a propensity matched comparison. *J Cardiothorac Surg*. 2014 Oct;9:141
11. Vistarini N, Laliberte E, Beauchamp P, Bouhout I ve ark. del Nido cardioplegia in the setting of minimally invasive aortic valve surgery. *Perfusion*. 2017 Mar;32(2):112–7.
12. Duran E, Halıcı Ü. Dünyada kalp-damar cerrahisinin tarihçesi. Duran E (Editör).Kalp ve damar cerrahisi. Birinci baskı. istanbul: Çapa Tıp Kitabevi; 2004: p.3-13

13. Buffolo E, Gerola LR. The evolution of coronary artery grafting on the beating heart. In: Salerno TA, Ricci M, Karamanoukian HL, D'Ancona G, Bergsland J (Eds.). Beating heart coronary artery surgery. First edition. New York: Futura Publishing Company Inc; 2001; ch 1, 3-7
14. Sarıb lb l O. Kalp Akci er Makinası - Ekstrakorporeal Dolaşım. Duran E (Edit r). Kalp ve Damar Cerrahisi. Birinci baskı. istanbul:  apa Tıp Kitabevi; 2004;p.1047-74.
15. Assad-Morell JL, Wallance RB, Elveback LR, et al: Serum enzyme data in diagnosis of myocardial infarction during or early after aorta-coronary saphenous vein bypass graft operations. J Thorac Cardiovasc Surg 1975; 69:851
16. Buckberg GD: Myocardial protection during adult cardiac operations. Glenn's thoracic and cardiovascular surgery. 5th ed. editor, Arthur E. Baue. Prentice Hall. 1991, 1417-1441
17. Hottenrott CE, Towers B, Kurkji J F, et al: The Hazard of ventricular fibrillation in hypertrophied ventricles during cardiopulmonary bypass. J Thorac Cardiovasc Surg 1973;66:742.
18. Akg n S. Erişkin Kalp Cerrahisinde Miyokard Korunması. In: Duran E, eds. Kalp ve Damar Cerrahisi. İstanbul:  apa Tıp Kitabevi, Cilt II, 2004;1:1091-1106
19. Tay Y, Okur FF. Kalp cerrahisinde miyokard koruması. In: Pa  M, Ak evin A, Aka SA, B ket S, Sarıo lu T, eds. Kalp ve Damar Cerrahisi. Ankara: MN Medikal ve Nobel, 2004;7:151-69.
20. Casthely PA, Shah C, Mekhjian H, Swistel D, Yoganathan T, Komer C, Miguelino RA, Rosales R. Left ventricular diastolic function after coronary artery bypass grafting: A correlative study with three different myocardial protection techniques. J Thorac Cardiovasc Surg 1997;114:254-260
21. Chitwood WR, Sink JD, Hill RC. The effect of hypothermia on myocardial oxygen consumption and transmural coronary blood flow in the potassium-arrested heart. Ann Surg 1979;190:106
22. Kaplan AJ. Cardiac anesthesia Second Edition Volume 2. 1987;927-945
23. Fabiani JN, Perier P, Chelly J, et al: Blood versus crystalloid cardioplegia. A Textbook of Clinical Cardioplegia ed, Engelman RM, Levitsky S. Mt. Kisco, New York, Futura Publishing Co, 1982, 285-295

24. Roberts AJ, Moran JM, Sanders JH, et al: Clinical evaluation of the relative effectiveness of multidose crystalloid and cold blood potassium cardioplegia in coronary artery bypass graft surgery. *Ann Thorac Surg* 1982; 33:42.
25. Das DK, Engelman RM, Rousou JA, et al. Pathophysiology of superoxide radical as a potential mediator of reperfusion injury in pig hearts. *Basic Res Cardiol*. 81:155,1986.
26. Moore GW, Hutchins GM. Coronary artery bypass grafts in 109 autopsied patients, statistical analysis of graft and anastomosis patency and regional myocardial injury. *JAMA* 1981;246:1785-1789.
27. Kirklin- Barrat- Byes: Myocardial protection during cardiac surgery with cardiopulmonary by-pass. *Cardiac surgery. I. Edition*, New York: Wiley Medical Publication, 1986, 83- 108
28. Melrose DG, Dreyer B, Bentall HH, et al: Elective cardiac arrest. *Lancet* 1955; 2:21.
29. Hultgren HN, Myagawa M, Buch W, Angell WW: ischemic myocardial injury during cardiopulmonary bypass surgery. *Am Heart J* 1973;85:167.
30. Catinella FP, Cunningham JN, Spencer FC: Myocardial protection during prolonged aortic cross-clamping. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 77:803.
31. Langer GA: Control of calcium movement in the myocardium. *Eur Heart J* 1983;4(2):5
32. Yamamoto F, Manning AS, Braimbridge MV, et al: Cardioplegia and slow calcium channel blockers. Studies with verapamil. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86:252.
33. Steward JR, Blacwell WH, Crute SL, et al: Inhibition of surgically induced ischemia/reperfusion injury by oxygen free radical scavenger. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983; 86, 262
34. Foglia RP, Steed DL, Follette DM, et al: Ischemic myocardial edema with potassium cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1979; 78(21:217)
35. Beyersdorf F, Allen BS, Buckberg GD. Myocardial protection with antegrade blood cardioplegia. *Advanced Therapy in Cardiac Surgery*; Franco KL, Verrier ED, editors. BC Decker Inc, Hamilton-London-St Louis. pp= 38-50,1999
36. Jacob S, Kallikourdis A, Sellke F, Dunning J. Is blood cardioplegia superior to crystalloid cardioplegia? *Interact Cardiovasc Thorac Surg*. 2008;7:491-8.

37. Kawasuji M, Tomita S, Yasuda T, Sakakibara N, Takemura H, Watanabe Y. Myocardial Oxygenation During Terminal Warm Blood Cardioplegia. *Ann Thorac Surg* 1998;65:1260-1264
38. Kawahito K, Mohara J, Misawa Y, Kato M, Fuse K. Assessment of myocardial protective effect of antegrade warm blood cardioplegia by measuring the release of biochemical markers. *Surg Today* 1999;29:322-326
39. Vivek R, Weisel RD. Intraoperative protection of organs. Hypothermia, cardioplegia, and cerebroplegia. In: Edmunds, LH. *Cardiac Surgery in the Adult*. US: McGraw-Hill, 1997:295-318
40. Shiki K, Masuda M, Yonenaga K, Asou T, Tokunaga K. Myocardial Distribution of Retrograde Flow through the Coronary Sinus of the Excised Normal Canine Heart. *Ann Thorac Surg* 1986; 41:265-71.
41. Midel I AI, DeBoer A, Bermudez G. Postperfusion Coronary Ostial Stenosis. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1976; 72:80-5.
42. Heineman IW, MacGregor DC, Wilson GJ, Ninomiya J. Regional and Transmural Myocardial Temperature Distribution in Cold Chemical Cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981; 81:851-9.
43. Hilton CJ, Teubl W, Acker M, et al. Inadequate Cardioplegic Protection with obstructed Coronary Arteries. *Ann Thorac Surg* 1979; 28:323-32
44. Buckberg GD. Antegrade Cardioplegia, Retrograde Cardioplegia, or Both? *Ann Thorac Surg* 1988; 45:589-90.
45. Menasche P, Kural S, Fauchet M, et al: Retrograde coronary sinus perfusion. A safe alternative for ensuring cardioplegic delivery in aortic valve surgery. *Ann Thorac Surg* 1982; 34:647
46. Drinkwater DC, Laks H, Buckberg GD: A new simplified method of optimizing cardioplegia delivery without right heart isolation. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1990; 100:56.
47. Saylam A, Aytaç A, Andaç O, Tuncer ve ark: Koroner arter cerrahisinde miyokard korunmasının retrogram olarak koroner sinüsden soğuk perfüzyon ile sağlanması. (Deneyisel çalışma) *Hacettepe Tıp / Cerrahi Bülteni* 1981;14:379

48. Masuda M, Yonenaga K, Shiki K, Morita S, Kohno II, Tokunaga K. Myocardial Protection in Coronary Occlusion by Retrograde Cardioplegic Perfusion via the Coronary Sinus in Dogs. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986; 92:255-6
49. Aldea GS, Hou D, Fonger JD, Shemin RJ: Inhomogeneous and complementary antegrade and retrograde delivery of cardioplegic solution in the absence of coronary artery obstruction. *J. Thorac. Cardiovasc. Surg.* 1994;107:449-504
50. Biagoli B, Glomeralli P, Gnudi G, Artioli E, Simeone F, Paolini G, Marchetti L, Grossi A: Myocardial function in early hours coronary artery bypass grafting: comparison of two cardioplegic methods. *Ann. Thorac. Surg.* 1993;56:1315-1323
51. Teoh KH, Ivanov J, Weisel RD, et al. The surgical management of unstable angina: A clinical trial of warm induction glutamate-aspartate blood cardioplegia for urgent revascularization. In *Abstracts of the American Association for Thoracic Surgery*. Toronto, Ontario, Canada, 87:1990
52. Teoh KH, Mickle DAG, Weisel RD, et al. Improving myocardial metabolic and functional recovery after cardioplegic arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1988;95:788-98
53. Bojar RM. Myocardial protection In: *Manual of Perioperative Care in Adult Cardiac Surgery*. Massachusetts: Blackwell Publishing. 2005;4:205-17.
54. Teoh KH, Christakis GT, Weisel RD et al. Accelerated myocardial metabolic recovery with terminal warm blood cardioplegia. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1986;91:888- 95
55. Patel B, Seroudi OM, Bolli R: Pathogenesis of ischemic myocardial injury and methods for myocardial protection. *The science and practice of pediatric cardiology*. Ed, Gerson A, Bricker TS, McNamara DG. Lea & Febiger, Philadelphia /London. 1990; 226- 279
56. Maniu CV, Flipse TR, et al. Fiziksel Aktivite ve kardiyovasküler sistem. In: Crawford MH, Dimoro JP (eds). *Crawford Kardiyoloji*, 1. baskı, Türkçe Çeviri Editörü, Ülker T, AND yayıncılık, İstanbul 2003; 1.6.1-2.
57. Fifer MA, Grossman W. Measurement of ventricular volumes ejection fraction, mass, wall stress and regional wall motion. In: Grossman W, Baim DS (eds): *Cardiac Catheterization, Angiology and Intervention*. Lea and Febiger, Philadelphia, 1991; 11:312.
58. Guyton AC, Hall JE, *Tıbbi Fizyoloji*, 10. baskı Türkçe Çeviri Editörü Çavuşoğlu H, Nobel Tıp Kitap Evleri, İstanbul, 2001; 210.

59. Lewinter MM, Osol G. Kardiyovasküler sistemin normal fizyolojisi (çeviren Erbaş C), İn: Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA (eds). Hurst's The Heart. 1.baskı, Türkçe Çeviri Editörü Esen AM, AND Yayıncılık, İstanbul, 2002; 75.
60. Calhoun DA, Bakir ES, Oparil S. Esansiyel hipertansiyonun etiyoloji ve patogenezi. İn: Crawford MH, Dimoro JP (eds). Crawford Kardiyoloji, 1. baskı, Türkçe Çeviri Editörü, Ülker T, AND yayıncılık, İstanbul, 2003; 3.1.1
61. Brown DR, Bazoral MG, Nath PH, et al. Canine left ventricular volume response to mechanical ventilation with PEEP. Anesthesiology, 1981; 54:409.
62. Francis GS, Gassler JP, Sonnenblick EH. Kalp yetmezliğinin patofizyolojisi ve tanısı (çeviren Sipahi İ). İn: Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA (eds). Hurst's The Heart 1.baskı, Türkçe Çeviri Editörü Esen AM, AND Yayıncılık, İstanbul, 2002; 660-1.
63. Connors AF, Speroff T, Dawson NV, Thomas C et.al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. JAMA, 1996; 276:889-97
64. Julius B, Windecker W. Kapak Fonksiyonunun İnvaziv Olarak Değerlendirilmesi. İn: Crawford MH, Dimoro JP (eds). Crawford Kardiyoloji, 1. baskı, Türkçe Çeviri Editörü, Ülker T, AND yayıncılık, İstanbul, 2004; 6.2.7
65. Cardiac output – non invasive methods of measurement, <http://www.anaesthesiauk.com>, Created: 16/8/2005, Updated: 1/12/2006.
66. Franch RH, Douglas JS, et al. Kardiyak kateterizasyon, koroner arteriyografi, koroner kan akımı ve ölçümleri (Çeviren Batuhan Ö). İn: Fuster V, Alexander RW, O'Rourke RA (eds). Hurst's The Heart. 1.baskı, Türkçe Çeviri Editörü Esen AM, AND Yayıncılık, İstanbul, 2002; 487-9
67. Geva T, Kreutzer J. Konjenital kalp hastalıklarının değerlendirilmesine yönelik tanısal yollar. İn: Crawford MH, Dimoro JP (eds). Crawford Kardiyoloji, 1. baskı, Türkçe Çeviri Editörü, Ülker T, AND yayıncılık, İstanbul 2004; 7.4.17-8.
68. Gedeon A, Forslund L, Hedenstierna G, Romano E. A new method for noninvasive bedside determination of pulmonary blood flow. Med. Bio Eng. Comput, 1980; 18: 411-8.
69. Valooran GJ, Nair SK, Chandrasekharan K, Simon R ve ark. del Nido cardioplegia in adult cardiac surgery - scopes and concerns. Perfusion.2016;31(1): 6-14



70. Ad N, Holmes SD, Massimiano PS, Rongione AJ ve ark. The use of del Nido cardioplegia in adult cardiac surgery: a prospective randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2018 Mar; 155(3):1011-18
71. Stacy B. O'Blenes, MD, Camille Hancock Friesen, MD, Ahmad Ali, and Susan Howlett, PhD, Protecting the aged heart during cardiac surgery: The potential benefits of del Nido cardioplegia *The Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery* March 2011, 762-770
72. Halit Yerebakan, Robert A Sorabella, Marc Najjar, Estibaliz Castillero, Linda Mongero, James Beck, Maliha Hossain, Hiroo Takayama, Mathew R Williams, Yoshifumi Naka, Michael Argenziano, Emile Bacha, Craig R Smith and Isaac George del Nido Cardioplegia can be safely administered in high-risk coronary artery bypass grafting surgery after acute myocardial infarction: a propensity matched comparison *Journal of Cardiothoracic Surgery* 2014, 9:141
73. Takeyoshi Ota, Halit Yerebakan, Robert C Neely, Linda Mongero, Isaac George, Hiroo Takayama, Mathew R Williams, Yoshifumi Naka, Michael Argenziano, Emile Bacha, Craig R Smith and Allan S Stewart, Short-term outcomes in adult cardiac surgery in the use of del Nido cardioplegia solution *Perfusion* 2016, Vol. 31(1) 27–33
74. Stephanie L. Mick, MD, Michael P. Robich, MD, MSPH, Penny L. Houghtaling, MS, A. Marc Gillinov, MD, Edward G. Soltesz, MD, MPH, Douglas R. Johnston, MD, Eugene H. Blackstone, MD, and Joseph F. Sabik III, MD del Nido versus Buckberg cardioplegia in adult isolated valve surgery (*J Thorac Cardiovasc Surg* 2015;149:626-36)
75. Gustavo E. Guajardo Salinas, Roger Nutt and Gerardo Rodriguez-Araujo del Nido cardioplegia in low risk adults undergoing first time coronary artery bypass surgery *Perfusion* 2017, Vol. 32(1) 68–73
76. Ji Seong Kim, Jin Hee Jeong, Sin Ju Moon, Hyuk Ahn, Ho Young Hwang Sufficient myocardial protection of del Nido cardioplegia regardless of ventricular mass and myocardial ischemic time in adult cardiac surgical patients *Journal of Thoracic Disease* 2016;8(8):2004-2010
77. Li, Yongnan; Lin, Hao; Zhao, Yinglu; Li, Zhenzhen; Liu, Debin; Wu, Xiangyang; Ji, Bingyang; Gao, Bingren *ASAIO Journal*, Volume 64, Number 3, May/June 2018, pp. 360-367(8)

## ÖZGEÇMİŞ

### I- Bireysel Bilgiler

Adı-Soyadı: Emre KAYMAKCI

Doğum yeri ve tarihi: ANKARA/29.04.1989

Uyruğu: TÜRK

Medeni durumu: EVLİ

Askerlik durumu: YAPMADI

İletişim adresi ve telefonu: Yunusemre Mahallesi Beypınar Sokak Yunuskent Sitesi No:1C

Kat:3 Daire:15 Yıldırım/BURSA

Yabancı dili:İngilizce

### II- Eğitimi

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2014-

Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi 2007-2013

Fethiye Kemal Mumcu Anadolu Lisesi 2003-2007

İlk ve Ortaokul 1995-2003

### III- Ünvanları

Asistan Doktor 2014

Pratisyen Doktor 2013

### IV- Mesleki Deneyimi

Sağlık Bilimleri Üniversitesi Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi 2014-

Kastamonu Dr.Münif İslamoğlu Devlet Hastanesi 09/2013-12/2013

### V- Üye Olduğu Bilimsel Kuruluşlar

TKDCD(Türk Kalp ve Damar Cerrahisi Derneği)

UVECD(Ulusal Vasküler ve Endovasküler Cerrahi Derneği)

### VI- Bilimsel İlgi Alanları

Yayınları:

-ToktasF, OzsinKK, KaymakciE, YavuzS Surgical Removal of An Embolized Amplatzer Septal Occluder Device From The Right Ventricle The European Research Journal 1(3), 146,2015

-Basitleştirilmiş Eversiyon Karotis Enarterektomi Tekniği: Klinik Deneyim

Mehmet Tuğrul GÖNCÜ, Nail KAHRAMAN, Deniz DEMİR, Emre KAYMAKCI, Arif GÜCÜ

18.Ulusal Vasküler ve Endovasküler Cerrahi Kongresi & 9.Ulusal Fleboloji Kongresi

Sözlü Bildiri

**VII- Bilimsel Etkinlikleri**

**VIII- Diğer Bilgiler**



## EKLER

### EK 1.TEZ KONUSU ONAY FORMU

|                                                                                          |                                                                                |
|------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------|
| <b>Uzmanlık Öğrencisinin</b><br><b>Adı Soyadı:</b><br><b>Telefon:</b><br><b>E-Posta:</b> | <b>Emre Kaymakçı</b><br><b>05337186054</b><br><b>kaymakciemrekdc@gmail.com</b> |
| <b>Uzmanlık Dalı:</b>                                                                    | <b>Kalp ve Damar Cerrahisi</b>                                                 |
| <b>Eğitim Kurumu:</b>                                                                    | <b>Bursa Yüksek İhtisas Eğitim ve Araştırma Hastanesi</b>                      |
| <b>Uzmanlık Eğitimine</b><br><b>Başlama Tarihi:</b>                                      | <b>06.01.2014</b>                                                              |
| <b>Uzmanlık Eğitimini</b><br><b>Bitirme Tarihi:</b>                                      | <b>06.01.2019</b>                                                              |
| <b>Tez Danışmanının</b><br><b>Adı Soyadı:</b><br><b>Telefon:</b><br><b>E-Posta:</b>      | <b>Arif Gücü</b><br><b>05322917485</b><br><b>dr.arifgucu@hotmail.com</b>       |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <b>1-Tez Başlığı/Konusu: İzole koroner arter bypass greft operasyonu yapılan hastalarda del Nido kardiyoplejisinin postoperatif erken dönemde ventrikül fonksiyonları üzerine etkileri</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |
| <b>2-Araştırma sorusu: del Nido kardiyoplejisi ventrikül fonksiyonlarını yeteri kadar koruyabiliyor mu?</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <b>3-Araştırmanın amacı: Koroner arter bypass greft operasyonu geçiren hastalarda kullanılan del Nido kardiyoplejisinin hemodinamik değişkenler üzerindeki etkilerini inceleyerek güvenilirliğini ortaya koymak, avantajlarını belirlemek ve kullanımının yaygınlaşmasına katkıda bulunmak</b>                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <b>4-Araştırma materyalleri, popülasyonu: Araştırmada ekstrakorporeal dolaşım öncesinde ejeksiyon fraksiyonu, kardiyak output ve kardiyak index tayini yapılacaktır. del Nido kardiyoplejisi ile myokardiyal koruma sağlanan ventrikülün fonksiyonlarını değerlendirmek maksadıyla postoperatif dönemde tekrar ejeksiyon fraksiyonu, kardiyak output ve kardiyak index tayini yapılacaktır. Hastalarda posoperatif dönemde troponin I takibi yapılacaktır. Araştırmanın popülasyonu izole koroner arter bypass greft operasyonu uygulanan hastalardır.</b> |
| <b>5-Dahil etme ve hariç tutma kriterleri:</b><br><b>Dahil etme kriterleri</b><br><b>-İzole koroner arter bypass greft operasyonu yapılacak olan 30-85 yaş aralığındaki hastalar,</b>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |

|                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>-Ejeksiyon fraksiyonu %40 ve üzerinde olan hastalar</p> <p><b>Hariç Tutma Kriterleri</b></p> <p>-Koroner arter bypass greft operasyonu dışında başka bir prosedür uygulanacak hastalar</p> <p>-Acil operasyon yapılan hastalar</p> <p>-Ejeksiyon fraksiyonu %40 altında olan hastalar</p> <p>-Preoperatif dönemde atriyal fibrilasyonu bulunan hastalar</p> <p>-Daha önce kardiyak cerrahi geçirmiş olan hastalar</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                             |
| <p><b>6-Araştırmanın birincil sonuç değişkenleri: Ejeksiyon Fraksiyonu, Kardiyak Output, Kardiyak Index</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |
| <p><b>7-Araştırmanın türü ve tasarımı: Prospektif araştırma.</b> Uygun şartları sağlayan hastalarda preoperatif dönemde ekokardiyografi ile ejeksiyon fraksiyonu tayini yapılacaktır. İntraoperatif kalp akciğer makinası perfüzyonu başlamadan önce termodilüsyon özellikli Swan-Ganz kateteri aracılığıyla kardiyak output ve kardiyak index tayini yapılacaktır. İntraoperatif kross klemp süresi, total perfüzyon süresi ve kros klemp kaldırıldıktan sonra normal sinüs ritmine dönüş için kardiyoversiyon gerekliliği kaydedilecektir. Postoperatif 2. günde pozitif inotrop desteği tamamen kesildikten sonra ve santral venöz basınç, kalp ritmi gibi kardiyak outputu değiştirebilecek etmenlerin normal aralıkta olması sağlandıktan sonra tekrar kardiyak output ve kardiyak index tayini yapılacaktır. Postoperatif 1., 2.ve 3. günlerde troponin I takibi yapılarak seyri değerlendirilecektir. Postoperatif 5. günde ekokardiyografi ile ejeksiyon fraksiyonu ölçümü yapılacaktır. Yoğun bakımda kalış süresi, pozitif inotrop ihtiyacı, postoperatif dönemde meydana gelen komplikasyonlar kaydedilecektir. Preoperatif ve postoperatif dönemdeki hemodinamik parametreler karşılaştırılarak del Nido Kardiyoplejisi'nin ventrikül fonksiyonları üzerine etkileri incelenecektir.</p> |
| <p><b>8- Araştırma hipotezi: del Nido Kardiyoplejisi güvenli myokard koruması sağlayarak ventrikül fonksiyonları üzerinde bir bozulmaya sebep olmamaktadır.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| <p><b>9-Örneklem sayısı ve belirleme yöntemi: Örneklem sayısı 30dur. Örneklem sayısını belirlemek için güç analizi kullanıldı</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
| <p><b>10-Araştırmada kullanılacak istatistik yöntemler: Bütün verilerin değerlendirmelerinde SPSS programı kullanılacaktır. Kategorik verilerin yüzde ve frekans değerleri, sürekli değişkenlerin ise ortalama, standard deviasyon (SD) ve median değerleri hesaplanacak.</b></p> <p><b>İki grup arasındaki farklılıklar t testi, Mann-Whitney U testi ve ki kare testi yapılarak değerlendirilecek. Test sonuçları <math>p &lt; 0.05</math> olduğunda istatistiksel olarak anlamlı kabul edilecek.</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          |
| <p><b>11-Araştırmanın orijinallliği ve bilime katkısının açıklaması: Kalp cerrahisinde kalbi durdurmak ve miyokardiyal canlılığın devamını sağlamak amacıyla kullanılan solüsyonlara kardiyopleji denir. Koroner arter bypass greft operasyonu yapılan hastalarda çeşitli kardiyopleji solüsyonları farklı şekillerde uygulanmaktadır. Yaygın olarak kullanılan kardiyopleji tekniklerinde (Kan</b></p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |

Kardiyoplejisi, Plegisol vs.) kardiyopleji multidoz olarak uygulanmakta, kross klemp yerleştirildikten sonra indüksiyon olarak verilmekte ve idame olarak her anastomoz sonrası 15 dk'da bir uygulanmaktadır. İdame olarak verilen kardiyopleji esnasında cerrahi manipölasyonlara ara verilmesi gerekmektedir. Bu durum hem zaman kaybına neden olmakta hem de hastaya fazla miktarda sıvı yüklenmesine yol açabilmektedir. Sıklıkla konjenital pediatrik kardiyak cerrahide kullanılan del Nido Kardiyoplejisi ise kross klemp sonrası tek doz ile 60 - 90 dk güvenli kardiyak arrest süresi sağlamaktadır. Planladığımız çalışmada izole koroner arter bypass greft operasyonu yapılan hastalarda del Nido kardiyoplejisinin güvenliğini ve erken dönem ventrikül fonksiyonları üzerine etkisini araştırmak istedik. Bu sayede birçok avantajı bulunan del Nido kardiyoplejisinin erişkin vakalarda da güvenle kullanılması yolunda bir adım atılmış olacaktır.

12-Açıklamak istediğiniz diğer konular:

Tez danışmanı

Kontrol edilmiştir ve uygundur.

İmza

*\*Form bilgisayar ortamında doldurulmalıdır.*

*\*Tez konusu onay formu tez danışmanı ve istatistik uzmanından danışmanlık alınarak uzmanlık öğrencisi tarafından doldurulduktan sonra eğitim kurumun yönetiminden uygunluk alınır. Daha sonra form anabilim dalı tez konusu değerlendirme editörüne gönderilir. Editör formu tez konusu değerlendirme hakemlerine gönderir. Hakemlerin ve editör düzeltme isteği durumunda uzmanlık öğrencisi ve tez danışmanına iade, olumlu görüşü durumunda onay için anabilim dalı başkanlığına gönderir. Anabilim dalı akademik kurulu görüşünü gerekçeleriyle beraber oluşturur ve Dekanlığa gönderir. Dekanlık sonucu uzmanlık öğrencisi ve tez danışmanına bildirir. (Kuruluş aşamasında form EBYS ile Dekanlığa gönderilmelidir.)*

*3. madde: Araştırmanın amacı ya da amaçları yazıldıktan sonra, amacın tanımlama, karşılaştırma, ilişkilendirme, uyum belirlemek gibi nitelemelerini belirtir.*

*4. madde: Araştırma materyalleri ve popülasyon tarif edilmelidir. Hastalığın tanımı, hastaların ve kontrollerin özellikleri, deney hayvanları kullanılacaksa nitelikleri tanımlanmalıdır. Bu maddede ayrıca araştırma materyallerinin nereden sağlanacağı (gönüllü hastalar veya sağlıklı insanlar, arşiv verileri, deney ortamı vb) yazılmalıdır.*

*6. madde: Sağ kalım, komplikasyon, laboratuvar bulgusu, hastanın geri bildirimleri veya bulguları gibi değişkenler yazılmalıdır.*

*7. madde: Araştırmanın türü belirtilip tasarımı yazılmalıdır. Örneğin deneysel hayvan çalışması, ilaç çalışması, deneysel ilaç dışı çalışma, randomizasyon olup olmadığı ve niteliği, kontrolü olup olmadığı, retrospektif veya prospektifliği, kesitsel, khort çalışma gibi tasarım tam olarak yazılmalıdır.*

*9. madde: Örneklem sayısının belirleme yöntemi ve nasıl belirlendiği yazılmalıdır.*

