

MİYOKARD KORUNMASINDA TEPİD KAN KARDİOPLEJİSİ KULLANIMI VE SOL VENTRİKÜL FONKSİYONLARI ÜZERİNE ETKİSİ

THE USE OF TEPID BLOOD CARDIOPLEGIA IN MYOCARDIAL PROTECTION AND ITS IMPACT ON LEFT VENTRICULAR FUNCTIONS

Dr. Berent DİŞCİGİL, Dr. Uğur GÜRCÜN, Dr. M. İsmail BADAĞ, Dr. Mehmet BOĞA,
Dr. Erdem ÖZKISACIK, Dr. Alp ALAYUNT, Dr. Suat BUKET, Dr. İsa DURMAZ, Dr. Önel BİLKAY

Adnan Menderes Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı, AYDIN

Adres: Yrd. Doç. Dr. Berent DİŞCİGİL, Adnan Menderes Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Kalp Damar Cerrahisi Anabilim Dalı / AYDIN
e-mail: bdiscigil@adu.edu.tr

Özet

Amaç:

Soğuk kan kardioplejisi ve normotermik kan kardioplejisi, açık kalp cerrahisinde yaygın olarak kullanılan miyokard koruma yöntemleridir. Son yıllarda uygulamaya giren tepid kan kardioplejisi her iki yöntemin avantajlarını içermektedir. Bu çalışmanın amacı tepid kan kardioplejisi kullanımı sonrasında sol ventrikül fonksiyonlarını incelemektir.

Materyal ve Metod:

Aortokoroner bypass operasyonu yapılan 30 elektif hasta, tepid ve soğuk olmak üzere 15'er kişilik iki gruba ayrıldı. Tepid grubunda yaş ortalaması 57.9 ± 10.4 , soğuk grubunda ise 59.2 ± 7.6 idi. Hemodinamik ölçümler kardiopulmoner bypasstan (CPB) önce ve sonra, post-operatif 4., 12. ve 24. saatlerde yapıldı. Kan kreatinin fosfokinaz (CPK) ve miyokardiyal izoenzimi (CK-MB) düzeyleri postoperatif 6 ayrı zamanda ölçülerek miyokard hasarı derecesi değerlendirildi.

Bulgular:

Tepid grubunda, sol ventrikül stroke work indeksi (LVSWI) CPB sonrası ve postoperatif 4. saatte, soğuk grubunda ölçülen değerlerden yüksek bulundu ($p < 0.05$). Bu aşamalarda pulmoner kapiller saplama basıncı (PCWP) değerleri, LVSWI'ne paralel bir yükseklik göstermedi. Bu sol ventrikülün diastolik kompliyansının daha iyi olduğunu bir göstergesi olarak değerlendirildi. CK-MB değerleri postoperatif 6., 12. saatler ve 1. günde tepid grubunda daha düşük bulundu ($p < 0.05$).

Sonuç:

Bu bulgular, tepid kan kardioplejisi kullanılan hastalarda sol ventrikül fonksiyonlarının soğuk kan kardiopleji kullanımına kıyasla daha iyi korunduğunu göstermektedir. Açık kalp cerrahisinde, miyokard korunmasında tepid kan kardiopleji yöntemi iyi bir seçenektir.

Anahtar Kelimeler: Tepid kan kardioplejisi, miyokard korunması, koroner arter bypass cerrahisi.

Summary

Purpose:

Cold blood cardioplegia and normothermic blood cardioplegia are widely used myocardial protection methods. Tepid blood cardioplegia has also been in use in recent years and has the advantages of both methods. The aim of this study was to evaluate left ventricular function following the use of

tepid blood cardioplegia.

Materials and Methods:

Thirty patients who underwent coronary artery bypass grafting were studied in two groups (tepid and cold), 15 patients in each. Mean age was 57.9 ± 10.4 years in tepid group and 59.2 ± 7.6 years in cold group. Hemodynamic parameters were measured before and immediate after cardiopulmonary bypass (CPB), in postoperative 4th, 12th and 24th hours. Blood creatinine phosphokinase (CPK) and its myocardial isoenzyme (CK-MB) levels were measured in 6 different time periods postoperatively to assess the degree of myocardial injury.

Results:

Left ventricular stroke work index (LVSWI) calculated value was higher in tepid group than it was in cold group immediate after CPB and in 4th hour postoperatively ($p < 0.05$). In these time periods, pulmonary capillary wedge pressure (PCWP) values did not rise as high as LVSWI suggesting better left ventricular diastolic compliance. CK-MB isoenzyme levels were lower in tepid group patients in 6th, 12th and 24th hours postoperatively ($p < 0.05$).

Conclusion:

These findings demonstrate that the use of tepid blood cardioplegia was more effective in maintaining better left ventricular functions compared to cold blood cardioplegia. In open heart surgery, tepid blood cardioplegia is a good alternative method of myocardial protection.

Keywords: Tepid blood cardioplegia, myocardial protection, coronary artery bypass grafting

Giriş

Miyokard iskemik yaralanmadan korumada kullanılan 3 temel prensip diastolik arrest, sol ventrikül dekompresyonu ve hipotermidir. Hipoterminin zararlı etkilerinden korunabilmek ve miyokarda aerobik metabolizma şartlarını koruyabilmek için normotermik kan kardioplejisi (warm continuous blood cardioplegia) yöntemi öne sürülmüştür. Bu yöntemin temeli, kalbin oksijen ihtiyacının önemli kısmının miyokard kasılması için gerektiği gerçeğine dayanmaktadır [1]. Gerçekten de postoperatif sol ventrikül fonksiyonlarının değerlendirildiği çalışmalarda bu yöntem ile, soğuk kan kardioplejisine oranla daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ancak unutulmaması gereken nokta, miyokard 37°C 'de olduğu için hipotermik koşullara oranla bazal metabolizma hızında belirgin bir düşme yoktur ve kardioplejik solüsyonu sürekli uygulama zorunluluğu vardır

[2]. Ayrıca normotermik vücut ısısında serebral ve renal komplikasyonların oluşma riski artmaktadır [3]. Hipoterminin avantajlarından yararlanırken miyokarda aerobik metabolizmayı da devam ettirebilmek ve normotermimin getirdiği ek risklerden korunma fikri, araştırmacıları bir orta yol bulma arayışına götürmüştür. Vücut ısısının 28-30°C arasında tutulduğu ve aynı ısıda kan kardiolejesinin antegrad ve/veya retrograd yollardan verildiği tepid kan kardiolejesi bu arayışların bir sonucudur [4-6]. Bu çalışmada tepid kan kardiolejesinin, koroner bypass operasyonu uygulanan hastalarda, miyokard performansı üzerine etkisi araştırılmıştır.

Materyal ve Metod

Bu çalışma, aortokoroner bypass operasyonu yapılan 30 elektif hasta üzerinde gerçekleştirildi. Ege Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp-Damar Cerrahisi Anabilim Dalı'nda opere edilen hastalar, 15'er kişilik iki gruba ayrıldı. Çalışma grubundaki 15 hastada 28°C dolayında ılımlı bir vücut hipotermisi sağlandı ve kan kardiolejesi aynı ısıda verildi (tepid grubu). Kontrol grubundaki 15 hastada yine 28°C'lik ılımlı vücut hipotermisi sağlandı ve kan kardiolejesi 6-8°C'lik bir ısıda verildi (soğuk grubu). Kardiolejik solüsyon her iki grupta da hem antegrad, hem retrograd yoldan verildi. Hastaların yaş, cinsiyet, ejenksiyon fraksiyonu (EF), koroner lezyonlarının dağılımı ve fonksiyonel sınıflamaları benzer idi (Tablo 1).

Her iki grup arasında, ortalama kardiyopulmoner bypass

	Tepid Grubu (15)	Soğuk Grubu (15)	P Değeri
Yaş	57.9 ± 10.4	59.2 ± 7.6	NS
Cinsiyet(E/K)	13/2	13/2	NS
EF	52.3 ± 7.9	51.6 ± 9.3	NS
Koroner Lezyon(1/2/3)	0/1/14	0/2/13	NS
NYHA (II/III/IV)	12/3/0	11/4/0	NS

Tablo 1: Preoperatif parametreler

(NS=İstatistiksel olarak anlamlı değil, E/K=Erkek/Kadın, EF=Enjeksiyon fraksiyonu,

Koroner Lezyon 1/2/3=Ciddi darlık oluşmuş koroner arter sayısı, NYHA=New York Heart Association fonksiyonel sınıflaması).

(CPB) ve kros klemp zamanları, yapılan distal anastomoz sayısı, genel vücut hipotermi derecesi açısından farklılık

	Tepid Grubu (n=15)	Soğuk Grubu (n=15)	p Değeri
CPB Zamanı	96.2 ± 20.8	103.8 ± 29.5	NS
Kros Klemp Zamanı	61 ± 13.3	64.1 ± 19.1	NS
Distal anastomoz sayısı	3.26 ± 0.45	3.13 ± 0.51	NS
Rektal ısı (°C)	28.1 ± 1.44	28.3 ± 0.55	NS
Miyokard ısı (°C)	27.4 ± 1.41	16.3 ± 1.49	<0.0001

Tablo 2: Preoperatif parametreler

(CPB=Kardiopulmoner bypass).

TGKDCD 1999; 7:6, 426-9

uydu. Miyokard ısı tepid grubunda daha yüksek idi (p<0.0001) (Tablo 2).

Her iki grupta kullanılan kardiolejik solüsyonun içeriği, verilmiş tekniği, verilmiş basınç ve akım hızında aynı protokol uygulandı. Her iki grupta anestezi indüksiyonu ve idamesinde aynı medikasyon uygulandı.

Hastaların tümünde hemodinamik ölçümler internal juguler venden yerleştirilen Swan-Ganz kateteri ile yapıldı. Median sternotomi yapılarak CPB'a girildi. Bütün hastalarda, antegrad kardioleji kanülü aort köküne, retrograd kardioleji kanülü sağ atriumdan kapalı teknik ile koroner sinüse yerleştirildi. Kardiolejik solüsyonun verilmiş basınçları monitorize edildi. Basınç değerlerinin, kardioleji akım hızlarına bölünmesiyle koroner vasküler rezistanslar hesaplandı (Rezistans=Basınç/Akım).

Her iki gruptaki hastalar 28°C'ye kadar soğutuldu. Kan kardiolejesi, 1/4 kristaloid kardiolejik solüsyonu ile oksijenize kanın karışımından hazırlanarak ayrı bir pompa başı yoluyla verildi. Bütün hastalarda diastolik kardiyak arrest, 20 mEq/L potasyum içerikli 37°C'deki kan kardiolejesinin 10 cc/kg olarak, aort kökü basıncı maksimum 70 mmHg olacak şekilde antegrad yoldan verilmesiyle sağlandı (warm induction). Bundan sonra tepid grubunda CPB dolaşımı ile aynı ısıda, soğuk grubunda ise 6-8°C'deki kardioleji solüsyonu, 5 cc/kg miktarda, potasyum içeriği 10 mEq/L olacak şekilde aralıklı (intermittent) olarak her distal anastomozdan sonra antegrad ve retrograd dönüşümlü olarak verildi. Kardiolejik solüsyon antegrad verilirken, aort kökü basıncının maksimum 50 mmHg, retrograd verilirken koroner sinüs basıncının maksimum 40 mmHg olmasına özen gösterildi. Miyokardial ısı, sol ön inen koroner arter (LAD) sahasına saplanan ısı probu ile ölçüldü. Kros klemp kaldırılmadan önce kontrollü reperfüzyon sağlamak amacıyla, %20 Mannitol içerikli kardiolejik solüsyon 10 cc/kg olacak şekilde, kontrol grubunda 37°C'den (hot shot), çalışma grubunda o anki CPB ısıdan (tepid shot) antegrad yoldan verildi.

Tüm hastalarda kalp atım sayısı (HR), ortalama kan basıncı (MAP), ortalama pulmoner arter basıncı (MPA), santral venöz basınç (CVP), pulmoner kapiller saplama basıncı (PCWP), kardiyak indeks (CI), sistemik vasküler rezistans (SVR), stroke volüm indexi (SVD), sol ventrikül stroke work indexi (LVSVD) ve mixed venöz oksijen saturasyonu (MVO2 sat.) değerleri, CPB'tan önce ve sonra, post-operatif 4., 12. ve 24. saatlerde olmak üzere toplam 5 kez ölçülerek kaydedildi.

Hastaların aortik kros klemp kalktıktan sonra sinüs ritmine spontan girip girmedikleri, post-op dönemde inotropik ve/veya intraaortik balon pompası desteği gerekip gerekmediği ayrıca değerlendirildi.

Tüm hastalarda kreatin fosfokinaz enzimi (CPK) ve miyokardial izoenzimi (CK-MB); postoperatif 0.-6.-12. saatler ve postoperatif 1., 2. ve 3. günlerde olmak üzere toplam 6 kez bakılarak, CK-MB için iki grup arasındaki ortalamalar karşılaştırıldı.

İstatistiksel analiz :

Grupların gerek biokimyasal, gerekse hemodinamik parametrelerinin karşılaştırılması bağımsız Student-t testi ile yapıldı. Student-t testi yapılmadan önce bütün parametrelerde, varyans eşitliğinin araştırılması için Levene testi yapılarak Student-t testinin sonuçları varyans eşitliğine göre yorumlandı. Bütün değerler aritmetik ortalama±standart sapma olarak verildi. Klinik parametrelerin karşılaştırılması için Chi Square testi kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık p<0.05 olması kabul edildi. İstatistik analizler PC için SPSS programı ile yapıldı.

Sonuçlar

Koroner vasküler rezistans, kardiyoplejinin tüm verilmiş safhalarında tepid grubunda soğuk grubuna oranla düşük çıkmakla birlikte, özellikle son doz kardiyoplejinin antegrad verilmesi esnasında fark anlamlıydı; soğuk grubunda 0.54 ± 0.11 mm Hg. dk/ml, tepid grubunda 0.37 ± 0.09 mm Hg. dk/ml olarak hesaplandı ($p < 0.05$).

Her iki gruptaki hastaların ortalama kalp atım sayıları birbirine yakındı. Tepid grubu hastalarında CPB sonrası ve postoperatif 4. saatte ölçülen ortalama kan basıncı değerleri, soğuk grubuna oranla daha yüksekti ($p < 0.05$). Hesaplanan SVR değerlerindeki yükseklik ise daha ılımlıydı ($p > 0.05$). Ölçülen CI ve MVO₂ sat değerlerinde iki grup arasında anlamlı bir fark saptanmadı. SVI, tepid grubunda CPB sonrasındaki ilk ölçümde yüksek bulundu ($p < 0.05$).

Hesaplanan LVSWI değerleri, tepid grubu hastalarında CPB sonrası ve postoperatif 4. saatte daha yüksekti ($p < 0.05$). Aynı anda ölçülen PCWP değerlerinde ise iki grup arasında anlamlı bir fark yoktu. LVSWI'deki bu fark postoperatif 12. ve 24.

	Tepid	Soğuk	p Değeri
CPB öncesi LVSWI (g.m/m ²)	21.1 ± 5.5	19.6 ± 4.7	0.50
CPB sonrası LVSWI (g.m/m ²)	28.8 ± 6.5	21.7 ± 5.3	<0.50
4.saat LVSWI (g.m/m ²)	34.7 ± 6.9	26.8 ± 5.5	<0.50
12.saat LVSWI (g.m/m ²)	35.4 ± 7.0	32.6 ± 7.1	0.40
24.saat LVSWI (g.m/m ²)	35.0 ± 7.2	32.0 ± 6.8	0.40
CPB öncesi PCWP (mmHg)	9.7 ± 1.4	9.0 ± 1.3	0.60
CPB sonrası PCWP (mmHg)	8.8 ± 1.2	8.7 ± 1.3	0.90
4.saat PCWP (mmHg)	7.2 ± 1.1	6.9 ± 1.0	0.70
12.saat PCWP (mmHg)	8.5 ± 1.4	8.8 ± 1.6	0.80
24.saat PCWP (mmHg)	7.0 ± 1.3	7.2 ± 1.1	0.70

Tablo 3: LVSWI ile PCWP değerleri

(LVSWI=Sol ventrikül stroke work indeksi, PCWP=Pulmoner kapiller saplama basıncı).

saatlerde gözlenmedi (Tablo 3).

Postoperatif dönemde ölçülen CK-MB değerleri, tüm safhalar da tepid grubunda daha düşük saptandı, bu fark postoperatif 6.-

CK-MB (ünite /dl)	Tepid	Soğuk	p Değeri
Post-op 0. saat	60.2 ± 15.1	65.7 ± 15	0.40
Post-op 6. saat	35.1 ± 9.2	48.3 ± 10.8	<0.05
Post-op 12. saat	32 ± 9	45.7 ± 12.5	<0.05
Post-op 1. gün	30.4 ± 6.4	45.7 ± 10.3	<0.05
Post-op 2. gün	28.6 ± 7.2	28.8 ± 7.3	0.95
Post-op 3. gün	22.9 ± 8.7	25.3 ± 9.7	0.05

Tablo 4: Preoperatif dönemdeki CK-MB değerleri

(CK-MB=Kreatinin fosfokinaz myokardial izoenzimi).

12. saatler ve 1. günde istatistiksel olarak anlamlı idi (Tablo 4).

Tepid grubunda, kros klemp sonrası spontan sintis ritmine giren hasta sayısı 14, elektriksel defibrilasyon yapılması gereken hasta sayısı 1 iken, bu sayılar soğuk grubunda sırasıyla 10 ve 5 hasta idi ($p < 0.01$).

Hastane mortalitesi gözlenmedi. Tepid grubundan bir hasta postoperatif hemoraji nedeniyle revizyona alındı. Peroperatif miyokard infarktüsü hiç bir hastada gelişmedi. Postoperatif dönemde inotropik destek sadece soğuk grubundan bir hastada gerekti. Çalışmaya alınan hastaların hiçbirisinde intraaortik balon pompası desteği gerekmedi.

Tartışma

Hipoterminin kalp korumasındaki temel etkisi, miyokardın bazal metabolik hızında ve oksijen talebinde azalma sağlamasıdır. Ancak ne kadar derin olursa olsun metabolizmayı hiç bir zaman sıfıra indirmez. Hipotermi tek başına miyokardial oksijen tüketimi (MVO₂) değerini %10 düşürürken, kardiyak arrest ile kombine edildiğinde bu oran %97'yi bulmaktadır. MVO₂'deki bu azalmanın en büyük kısmı 37°C ile 25°C arasında meydana gelir. Miyokardın daha çok soğutulması ile sağlanan enerji ihtiyacındaki azalma minimaldir. Hearse ve ark. iskemi sırasında, ısıya bağlı miyokard korunmasının en büyük kısmının 28°C'ye kadar olan soğutma ile gerçekleştiğini göstermişlerdir [7]. Yüksek enerjili fosfat depolarının korunmasında da hipoterminin derecesi ile bağlantılı benzer ilişki gösterilmiştir [8].

Soğuk kan kardiyoplejisi genellikle yeterli bir miyokard koruması sağlamasına karşın, miyokardial glukoz, laktat ve yağ asidi oksidasyonunu deprese etmektedir [9,10]. Soğuk kardiyoplejik arrest ile mitokondrial evre 3 respirasyonda bir defekt ve sitrat sentetaz aktivitesinde bir azalma meydana gelir [11]. Soğuk kardiyopleji süresince mitokondrium ve sarkolemmafonksiyonlarında meydana gelen depresyonun, membran lipid komponentlerindeki faz değişikliklerine bağlı olabileceği gösterilmiştir [12]. Soğuk kardiyopleji sonrası CK-MB izoenziminde daha yüksek değerlerin elde edilmesi de bu membran alterasyonlarının bir sonucu olarak değerlendirilebilir. Soğuk kardiyoplejinin aynı zamanda koroner arter endotel disfonksiyonuna sebep olabileceği de gösterilmiştir [13]. Koroner endotel hücreleri iskemik hasarlanmaya karşı kardiyomyositlere oranla çok daha duyarlı olduğundan, koroner vasküler rezistans ölçümleri metabolik ve fonksiyonel iyileşmenin duyarlı bir göstergesi olarak kabul edilmektedir. Bu çalışmada da, soğuk kardiyoplejide tepid kardiyoplejiye göre daha yüksek koroner vasküler rezistans değerleri olduğu görülmüştür. Yau ve arkadaşları tarafından yapılan bir çalışmada soğuk kardiyopleji sonrası, normotermik kardiyoplejiye göre ventriküler fonksiyonel iyileşmede bir gecikme olduğu gösterilmiş ve bu olay endotelial disfonksiyon ve kardiyomyositlerdeki mitokondrial disfonksiyona bağlanmıştır [14]. Normotermik ve tepid kan kardiyoplejilerinin her ikisi de oksidatif metabolizmada meydana gelen bu anormalliklere ve membran disfonksiyonuna sebep olmazlar. Tüm bu nedenlerle miyokarda derin bir hipotermi sağlamaya uğraşmak yerine gerektiği kadar soğuma sağlamak en uygun strateji olarak görülmektedir.

Sıcak kan kardiyoplejisi tekniğinin ortaya konduğu 1990'lı yılların başından bu yana, bu yöntemle erken dönem sol ventrikül fonksiyonlarında soğuk kan kardiyoplejisine göre daha iyi sonuçlar elde edilmiştir. Ancak serebral ve renal komplikasyonların oluşma riskinin fazlalığı bu yöntem için önemli bir dezavantajdır [15-17]. Normotermik koşullarda, cerrahi süresince ve erken postoperatif dönemde sistemik

vazodilatasyona eğilim ve buna bağlı kan basıncı kontrolunun daha zor olduğu gösterilmiştir. Tepid ısılarda ise SVR'da düşme ve dolayısıyla vazodilatasyona olan bu eğilim ortaya çıkmamaktadır [15]. Nitekim normotermik ısı çalışmamıza alınmamasına karşın, tepid ve soğuk kan kardiyoplejilerinin karşılaştırılmasında SVR'ların birbirlerine yakın değerlerde olduğu görülmektedir.

Tepid kan kardiyoplejisi ile ilgili yapılan çalışmalarda, postoperatif dönemde ölçülen LVSWI değerleri tepid grubunda hem normotermik, hem de soğuk grubundan daha yüksek bulunmuştur [5,18-19]. Çalışmamızda da tepid grubunda LVSWI değerleri, özellikle postoperatif erken dönemde, soğuk grubuna göre belirgin olarak daha yüksek bulundu. LVSWI değerlerinde görülen bu yükseklik, PCWP değerlerindeki yüksekliğe bağlı değildi ve bu durum sol ventrikül diastolik kompliyansının tepid grubunda daha iyi korunduğunu düşündürdü.

Çalışmamızda, CK-MB izoenzimi özellikle postoperatif 1. güne kadar olan erken dönemde, tepid grubunda soğuk grubuna göre belirgin düşük bulundu. CK-MB değerlerindeki bu düşüklük, tepid grubunda miyokard hasarının daha az olduğunu bir diğer göstergesi olarak değerlendirildi.

Çalışmamızda kros klemp kaldırıldıktan sonra, tepid grubunda sadece bir hastaya, soğuk grubunda ise beş hastaya elektriksel defibrilasyon gerekliliği doğdu. İstatistiksel olarak anlamlı bulunan bu değerler, tepid kan kardiyoplejisinin miyokardın kendi kendini aktif resüsitasyonunu kolaylaştırıcı etkileri bulunduğunu desteklemektedir. Çalışmaya alınan hastaların klinik seyirlerinin, her iki grupta da sorunsuz olması ve gruplar arasında anlamlı bir farklılık göstermemesi, hastaların tamamının düşük risk grubunda olmasına bağlandı. Deviri ve arkadaşlarının daha geniş bir hasta grubunda yaptıkları çalışmada acil ve redo operasyon, düşük sol ventrikül fonksiyonları, 70 yaş üstü, sol ana koroner arter hastalığı ve NYHA klas IV gibi preoperatif risk faktörleri taşıyan olgularda, klinik iyileşme açısından da tepid kan kardiyoplejisinde üstün sonuçlar elde edilmiştir [4].

Tepid kardiyopleji yönteminde, normotermik CPB ve kardiyopleji yönteminin aksine, oluşturulan ılımlı hipotermi ile miyokardın metabolik gereksinimleri azaltıldığından, normotermideki aerobik koşullar korunduğu halde güvenle intermittant olarak uygulanabilir [6]. Çalışmamızda da tepid kan kardiyoplejisi, miyokarda homojen dağılımını sağlamak amacıyla, her defasında bir yönden olmak üzere hem antegrad hem retrograd yoldan intermittant olarak verilmiştir. Bu şekilde, cerrahi sahada rahatlatma sağlanmış ve miyokarda normotermik koşullara yakın bir ortam devam ettirilebilmiştir.

Miyokarda oksijen tüketimindeki azalmanın ve post-iskemik fonksiyonlardaki düzelenin en büyük kısmının 28°C'ye kadar olan ısılarda olduğu hatırlanırsa, tepid kan kardiyoplejisi yönteminin temel mantığı anlaşılabilir olur. Miyokard hem aerobik metabolizmanın devamlılığını sağlamaya yetecek kadar ılık ve hem de intermittant perfüzyonu güvenle uygulamaya yetecek kadar soğuktur. Tepid kan kardiyoplejisi, açık kalp cerrahisinde miyokard korunmasında iyi bir alternatif yöntemdir.

Kaynaklar

1. Lichtenstein SV, Ashe KA, El Dalati H et al: Warm heart surgery. J Thorac Cardiovasc Surg 1991; 101: 269-74.
2. Lichtenstein SV, Abel JG, Salerno TA: Warm heart surgery and results of operation for recent myocardial infarction. Ann Thorac Surg 1991; 52: 455-60.

3. Wong BS, McLean RF, Naylor CD: Central nervous system dysfunction after warm or hypothermic cardiopulmonary bypass. Lancet 1992; 330:1383-4.
4. Deviri E, Borman JB, Merin G, et al: Lukewarm blood cardioplegia. Heart Surgery'95 1995; 321-30.
5. Hayashida N, Weisel RD, Shirai T, et al: Tepid antegrade and retrograde cardioplegia. Ann. Thorac. Surg 1995; 59:723-9.
6. Chocron S, Kaili D, Yan Y, et al: Intermediate lukewarm (20 degrees c) antegrade intermittent blood cardioplegia compared with cold and warm blood cardioplegia. J Thorac Cardiovasc Surg 2000; 119(3): 610-16.
7. Hearse DJ, Stewart DA, Braimbridge MV, et al: Cellular protection during myocardial ischemia: the development and characterization of a procedure for the induction of reversible ischemic arrest. Circulation 1976;54:193-202.
8. Rosenfeldt FL: The relationship between myocardial temperature and recovery after experimental cardioplegic arrest. J Thorac Cardiovasc Surg 1982;84:656-66.
9. 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.
10. Teoh KH, Mickle DAG, Weisel RD, et al: Decreased postoperative myocardial fatty acid oxidation. J Surg Res 1988;44:36-44.
11. See YP, Weisel RD, Mickle DAG, et al: Prolonged hypothermic cardiac storage for transplantation: the effects on myocardial metabolism and mitochondrial function. J Thorac Cardiovasc Surg 1992; 104: 817-24.
12. McMurchie EJ, Raison JK, Cairncross KD: Temperature induced phase changes in membranes of heart: a contrast between the thermal response of poikilotherms and homeotherms. Comp Biochem Physiol 1973;44B:1017-26.
13. Aoki M, Kawata H, Mayer JE: Coronary endothelial injury by cold crystalloid cardioplegic solution in neonatal lambs. Circulation 1992;86:346-51.
14. Yau TM, Ikonomidis JS, Weisel RD, et al: Ventricular function after normothermic versus hypothermic cardioplegia. J Thorac Cardiovasc Surg 1993; 105:833-44.
15. Arom KV, Emery RW, Northrup WF: Warm heart surgery: A prospective comparison between normothermic and tepid temperature. J Card Surg 1995;10:221-6.
16. Rao V, Christakis GT, Weisel RD, et al: Risk factors for stroke following coronary bypass surgery. J Card Surg 1995;10:468-74.
17. Craver JM, Bufkin BL, Weintraub WS, et al: Neurologic events after coronary bypass grafting: further observations with warm cardioplegia. Ann Thorac Surg 1995;59: 1429 - 34.
18. Kaukoranta P, Lepojarvi M, Nissinen J, et al: Normothermic versus mild hypothermic retrograde blood cardioplegia: A prospective, randomized study. Ann Thorac Surg 1995;60: 1087-93.
19. Hayashida N, Ikonomidis JS, Weisel RD, et al: The optimal cardioplegic temperature. Ann Thorac Surg 1994;58: 961-71.