

Aorta Kross Klempi Konmaksızın Hipotermik Fibrillatory Arrest Tekniği ile Yapılan Koroner Arter Bypass Cerrahisi

CORONARY ARTERY SURGERY EMPLOYING THE HYPOTHERMIC FIBRILLATORY ARREST TECHNIQUE WITHOUT AORTIC OCCLUSION

Op.Dr.Yavuz YÖRÜKOĞLU, Op.Dr.Özkan AKKOÇ, Dr.Murat ÖZEREN, Dr.İlhan MAVİOĞLU, Dr.Alp DOLGUN, Op.Dr.Mustafa ZENGİN, Doç.Dr. Ertan YÜCEL

SSK Ankara Hastanesi, Kalp-Damar Cerrahisi Kliniği, ANKARA

ÖZET

Aorta kross klempi "Hipotermik Fibrillatory Arrest" tekniğinin koroner arter cerrahisinde miyokard korunmadaki etkinliğini araştırmak amacıyla 25 hasta bu yöntemle ameliyat edilmiştir. Yöntemin değerlendirilmesinde kardiyopulmoner bypass (JKPB) çıkışında kalbin spontan veya fibrilasyonla çalışması, erken postoperatif intraaortik balon (IABP) ve inotropik destek ihtiyacı, postoperatif elektrokardiyografik değişiklikler ve CPK-MB düzeyleri araştırılmıştır. Çalışmamızda elde edilen bulgular bu yöntemin pratik, güvenilir ve etkili bir miyokard koruma yöntemi olduğunu göstermiştir. Bu teknik aorta kross klempi uygulamanın sakıncalı olduğu veya kardiyopleji verilmesinin istenmediği durumlarda kullanılabilmesi gibi elektif ve acil vakalarda rutin olarak da güvenle kullanılabilir.

Anahtar Kelimeler: Hipotermik Fibrillatory Arrest, Miyokard korunması, Koroner arter cerrahisi

T Klin Kardiyoloji 1994, 7:26-30

Kalp cerrahisinin en çok araştırılan ve tartışılan konularından biri hiç şüphesiz miyokard korunması ve kardiyoplejidir. Bugün koroner arter cerrahisinde miyokard korunması amacıyla bir çok yöntem kullanılmaktadır. Kardiyoplejik yöntemler arasında en eskisi ve halen en çok kullanılan yöntem soğuk potasyumlu kristalloid kardiyoplejidir. Son yıllarda antegrad ve/veya retrograd yoldan verilen soğuk ve/veya sıcak kan kardiyoplejisi giderek daha fazla kullanılır olmuştur. Öte yandan dünyada birçok merkez tarafından uzun yıllardır başarıyla kullanılan non-kardiyoplejik yöntemler de var-

Geliş Tarihi: 6.1.1994

Kabul Tarihi: 8.3.1994

Yazışma Adresi: Op.Dr.Yavuz YÖRÜKOĞLU
Kader Sok. 1/5
Gazi Osman Paşa,
06700 ANKARA

SUMMARY

In order to assess the myocardial protection afforded by "Hypothermic Fibrillatory Arrest without aortic cross-clamping" 25 patients underwent coronary artery bypass grafting utilising this technique. The parameters evaluated were; the incidence of return to spontaneous sinus rhythm, need for intraaortic balloon pumping (IABP) and inotropic support, postoperative electrocardiographic changes and CPK-MB release. The findings and results of our study indicate that this method is a practical, reliable and effective means of myocardial protection in coronary bypass grafting procedures. This technique is not only useful when aortic occlusion or administration of cardioplegic solutions are not desirable, but is also more than satisfactory for routine use in elective and emergency cases.

Key Words: Hypothermic Fibrillatory Arrest, Myocardial protection, Coronary artery bypass grafting

Turk J Cardiol 1994, 7:26-30

dır. Bunların başında "Hipotermik intermitan iskemi ve ventriküler fibrilasyon" ve "Hipotermik fibrillatory arrest" yöntemleri gelir.

Tüm miyokardiyal koruma yöntemleri değişik felsefelerden yola çıkılarak tasarlanmış ve hepsi ile de başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Bu yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve dezavantajları olmasına karşın, karşılaştırıldıklarında hiçbirinin sonucu değiştirecek dramatik bir üstünlüğünün olmadığı görülür. Ancak daha efektif bir miyokardiyal koruma yöntemi bulmak konusundaki çalınmalar sürmektedir.

1984 yılında Harvard Üniversitesi'nden Akins aorta kross klempi konmaksızın hipotermik fibrillatory arrest tekniği ile yapılan koroner arter cerrahisinin sonuçlarını bildirmiş ve günümüze kadar başarıyla uygulamıştır. Değişik bir mantıkla yola çıkılan bu yöntem pratiği ve başarılı sonuçlarıyla dikkat çekmiştir.

Bu yazıda, ülkemizde ilk defa tarafımızdan uygulanan, aorta kross-klemlerle konmaksızın hıpotermik fibrillatory arrest tekniği uygulanarak yapılan ilk 25 koroner arter bypass ameliyatının sonuçları sunulmakta ve tartışılmaktadır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışmada SSK Ankara Hastanesi Kalp-Damar cerrahisi kliniğinde koroner bypass ameliyatı yapılan 25 iskemik kalp hastası üzerinde prospektif olarak uygulanmıştır. Yöntem, vakaların elektif veya acil olmasına bakılmaksızın birinci yazarın (YY) yaptığı vakalarda uygulanmıştır.

Yırlmbeş vakanın 5'i instabil angina tanısıyla acilen ameliyata alınmışlardır. Bu vakaların da 3'ü angiogram sırasında oluşan ve elektrokardiyografi olarak akut iskemik değişiklikler gösteren pre-infarctlon angina tablosundaki vakalar idi. İki vaka pre-operatif olarak takılan İntraaortik balon (IABP) desteğinde ameliyata alındılar.

Vakaların 5'i kadın, 20'si erkek, yaş dağılımı 49-66 (ort. 62.27) idi. Vakaların diğer preoperatif özellikleri Tablo 1'de gösterilmiştir.

Hastaların hepsine standart anestezi yöntemleri uygulanmıştır.

Hastaların hemodinamik monitörlizasyonu radial arter ve juguler vene yerleştirilen kateterler vasıtasıyla yapılmış, ventrikül fonksiyonları bozuk 6 vaka dışında swan-ganz kateterleri rutin olarak kullanılmamıştır.

Perfüzyon ve cerrahi teknik Akins'in (1) tarif ettiği tekniğin temel felsefesine sadık kalarak fakat önemli modifikasyonlar yapılarak gerçekleştirilmiştir; Assendan aorta ve sağ atrium (tek two-stage kanül ile) kanüle edilerek pulsatil santrifügal pompa (Sarns 3M Delphin centrifugal pump) ve membran oksijenatör (Sarns 3M Turbo ICR membrane oxygenator) ile kardiyopulmoner bypassa (KPB) geçilmiştir. KPB da akım hızı ortalama 2.4 l/m² (pulsatil) ve mean perfüzyon basıncı, gerekirse farmakolojik müdahale ile 80mmHg'nin üzerinde tutulmuştur. Özefageal ısı 25-28C olacak şekilde sistemik hıpotermik uygulanmış, myokard ısı 18-20C arasında olacak şekilde de toplkal soğutma yapılmıştır.

Tablo 1. Hastaların preoperatif özellikleri

"Hasta Sayısı	25
*Cİns erkek	20
kadın	5
*Yaş	49-66 (ort.62.27)
'Stabil Angina pektoris	20
"Unstabil Angina pektoris	5
"Akut İskemik (Acil)	3
"Geçirilmiş MI	
"Sol ana koroner arter lezyonu	4
"Ejeksiyon fraksiyonu (%)	43±6
"SLVEDB	13.6±3.2

Kalbin dekompresyonu amacıyla ana pulmoner artere ufak bir kese ağızı dikişi içinden açılan bir kesi yolu ile sump kateter yerleştirilmiştir.

Kardiyopulmoner bypassa geçildikten sonra soğutma başlanmış, 32°C'a inildiğinde toplkal soğutma uygulanmıştır. Bu safhada kalp spontan olarak fibrile olmaktadır. Bu aşamada bypass yapılacak koroner arter özel kurt lğneli silastik askılarla (Retract-o- tape, Quest Medical Inc.) askıya alınarak ve içindeki akım önlenerek distal bypass anastomozları yapılmıştır. Son distal anastomoz yapılırken ısınmaya geçilmiş ve proksimal anastomozlar yan klemp konarak bu süreçte gerçekleştirilmiştir. Bu işlemin hiçbir döneminde aortaya kross klemp konulmamış ve kalbin doğal olarak daimi perfüzyonu sağlanmıştır. Tam tıkalı veya kritik darlığı olan koroner arterlerin distal anastomozunu takiben bu bölgenin öncelikle kanlanması arzu edildiğinde, bir sonraki distal anastomozu geçilmeden o greftin proksimal anastomozu yapılmıştır. Kardiyopulmoner bypassdan çıkış ve postoperatif bakım rutin yöntemlerden farklı bir özellik göstermemektedir.

Bu yöntemin temel prensipleri özetlenecek olursa:

- 1) Aorta kross klemp konulmayarak KPB sırasında miyokardın daimi perfüzyonu.
- 2) KBP da yüksek perfüzyon basıncı (80 mmHg, mean)
- 3) Pulsatil flow
- 4) Sistemik hıpotermi: 25-28°C
- 5) Topikal soğutma
- 6) Pulmoner arter ventli ile kalbin dekompresyonu
- 7) Elektif ventriküler fibrilasyon
- 8) Distal anastomozlar sırasında lokal koroner arter oklüzyonu.

Bu yöntemin değerlendirilmesinde kullanılan parametreler;

- 1) KBP çıkışında kalbin spontan veya defibrilasyonla çalışması
- 2) Erken postoperatif IABP ve inotropik destek ihtiyacı
- 3) Postoperatif elektrokardiyografik değişiklikler
- 4) Postoperatif 18. saatte alınan CPK-MB değerleridir.

SONUÇLAR

Aorta kross klemp konmaksızın hıpotermik fibrillatory arrest tekniği ile ameliyat edilen 25 hastanın 24'ü 7 ila 11 gün içinde evlerine taburcu edilmiştir. Bir hasta erken postoperatif dönemde iskemik bulgusu olmaksızın gelişen malign aritmi ve tekrarlayan ventriküler taşikardi ve fibrilasyon nedeniyle kaybedilmiştir. Bir vaka hemodinamik bozukluk olmaksızın perioperatif MI'a işaret eden elektrokardiyografik değişiklikler tesbit edilmiştir.

Tablo 2. Ameliyat edilen hastaların postoperatif sonuçları

*Anastomoz sayısı	2.52+0.9	
*KPB süresi	82.76+15.73	
*AKZ	0	
*Spontan sinüs ritminde çalışma	21	(%84)
*inotrop ihtiyacı	3 hasta	(%12)
*IABP	0	(%0)
*Arltmi (persistan)	1 hasta	(%4)
*Perioperatif MI	1 hast	(0/04)
*CPK-MB	7.65.81	(n 25)
	32.17+4.1	(n23)

Yirmibeş hastanın 21 'i ısınma döneminde proksimal anastomozlar yapılırken (genellikle birinci anastomozdan hemen sonra) spontan olarak sinüs ritmine döndü. Üç vakada sinüs ritmi, tek bir defibrillasyon şoku ile sağlandı, bir vakada ise müteaddit şoklar gerekti.

KPB çıkışında tüm hastalara rutin olarak 'renal dozda' (3 mcg/kg/dak) dopamin ve düşük dozda (0.1 mcg/kg/dak) nitrogliserin başlanmıştır. Bunun dışında inotropik dozda Dopamin ihtiyacı gösteren hasta sayısı üçtür; bu hastalarda da destek 3-12 saat içinde kesilmiştir. Yirmiiki hastada ilave inotropik ajan desteğine ihtiyaç olmamıştır. Preoperatif dönemde akut iskemi nedeniyle IABP takılan İki hasta bu şekilde yoğun bakıma alınmış, destek 18 saat içinde sonlandırılmıştır.

Postoperatif dönemde daimi elektrokardiyografik monitörizasyon dışında 1., 6. ve 18. saatte çekilen EKG'lerin analizinde, daha önce bahsedilen, perioperatif MI bulgusu olan bir hasta ve VT-VF gösteren bir hastanın dışındaki diğer 23 hastanın 11 'inde önemsiz ve geçici supraventriküler aritmiler dışında hiçbir elektrokardiyografik patoloji tespit edilmedi.

Postoperatif 18. saatte bakılan CPK-MB düzeyleri ortalaması (37.16+5.81) bulunmuştur. Preoperatif CPK-MB düzeyi 46'ü olan sol ana koroner arter lezyonlu ve postoperatif 18. saatte EKG'siride MI paterni olan hastanın postoperatif düzeyi 101 'ü preoperatif CPK-MB düzeyi 67 ü olan ve angiografiden preinfarction angina ve elektrokardiyografik değişikliklerle acilen ameliyata alınan bir başka hastanın postoperatif CPK-MB düzeyi 88 ü olarak bulunmuştur. Diğer hastaların CPK-MB düzeyleri bu ameliyatlardan sonra görülen, kabul edilir düzeylerde bulunmudur (32.17+4.1).

Sonuçlar toplu olarak Tablo 2'de özetlenmiştir.

TARTIŞMA

Koronere arter cerrahisinde daha iyi bir miyokardiyal koruma sağlamak amacıyla çok çeşitli yöntemler geliştirilmiş ve uygulanmıştır. Bütün bu yöntemler değişik prensiplerden ve bakış açılarından hareketle geliştirilmiş ve hemen hepsi ile de başarılı sonuçlar bildirilmiştir. Bu yöntemlerin birbirlerine göre avantaj ve

dezavantajları olmasına karşın, karşılaştırıldıklarında hiçbirinin sonucu değiştirecek dramatik bir üstünlüğünün olmadığı görülür (2,3,4).

Myokard korunmasında ana temel prensipler 1) KPB sırasında iskemik kalan myokardın enerji ve oksijen gereksinimlerini minimize indirmek ve/veya 2) iskemik period sırasında myokardın bu gereksinimlerini temin etmektedir. Her iki prensipte de amaç iskemik hasarın önlenmesi veya minimize indirilmesidir. Bugün kullanılan tüm yöntemler bu iki prensipten birinden veya her ikisinden yararlanmaktadır; örneğin soğuk kristalloid kardiyopleji birinci prensibe dayanırken, normotermik devamlı sıcak kan kardiyoplejisi ikinci prensibe dayanan bir yöntemdir. Öte yandan soğuk kan kardiyoplejisi her iki prensipten yararlanmaktadır.

Son yıllarda soğuk olsun sıcak olsun, kan kardiyoplejisi giderek popüler bir yöntem haline gelmiştir. Kanın kristalloid kardiyoplejiye göre daha fizyolojik bir ortam sağlaması, oksijene olması ve içinde doğal olarak tampon maddeler ve substrat içermesi nedeniyle tercih edilir olmuştur (5,6,7,8). Kan kardiyoplejisinin fizyolojik bir yöntem olması ve çok başarılı sonuçları bildirilmesine karşın, uygulaması nispeten pahalı, zahmetli ve zaman alıcı bir yöntemdir, öte yandan retrograd uygulamalara ait zorlukları ve komplikasyonları mevcuttur. Kan kardiyoplejisinin sonuçları diğer yöntemlerle karşılaştırıldığında CPK- MB salınımı ve bazı erken dönem hemodinamik parametreler yönünden istatistiksel olarak anlamlı üstünlükleri gözlenmişse de uzun vadede 'myocardial salvage', morbidite ve mortalite yönünden önemli farklılıklar tespit edilememiştir. (4) Bu durum, bu tip yöntemlerin gerektirdiği ekstra masraf, zaman ve zahmetin rantabl olup olmadığı sorusunu akla getirmektedir.

Hipotermik fibrillatory arrest yöntemi her iki temel myokard koruması prensibinden yararlanan basit ve pratik bir yöntemdir. Sistemik ve topikal hipotermi ile kalbin ve hayati organların enerji ve oksijen gereksinimleri azaltılırken öte yandan aorta kross klempinin konulmayarak ve global iskemi yaratılmayarak miyokardın işlem boyunca fizyolojik şartlarda daimi perfüzyonu sağlanmaktadır. Aorta klemplenmediğinden global iske mi ve dolayısıyla reperfüzyon ile ilgili sorunlar da oluşmamaktadır.

Subendokardiyal bölgenin dolaşım özelliği nedeniyle özellikle durmuş ve fibrile kalplerde iskemiye en hassas bölge olduğu bilinmektedir; özellikle hipertrofik, durmuş veya fibrile kalplerde bu bölgenin perfüzyonu yetersiz olmaktadır (9). Yüksek perfüzyon basıncı (80-100 mmHg), pulsatil perfüzyon ve kalbin sol atrial veya pulmoner arteriyel vent ile elektif bir şekilde dekompresyonu bu sorunun üstesinden gelip subendokardiyal bölgenin efektif ve doğal perfüzyonunu sağlar (10,11,12,13). Özellikle pulsatil CPB'ın bilinen sistemik etkilerinin yanısıra aorta klempinin konulmaması? bir miyokarda karşı çalışan yüksek basınçlı pulsatil bir akımın

mikrovasküler dolaşımı daha efektif bir şekilde açtığı ve perfüzyon sağladığı, bunun sonucunda da miyokardın oksijen kullanımı ve laktat ekstraksiyonunun arttığı, kompliyansının arttığı, miyokardiyal ödemin azaldığı ve global olarak miyokard fonksiyonlarının nonpulsatıl akıma göre daha iyi olduğu deneysel ve klinik çalışmalarda gösterilmiştir (4,13,14,15).

Hipotermik fibrillatory arrest tekniği ilk kez 1970 yılında Harvard Üniversitesi, Tıp Fakültesi, Massachusetts General Hospital'dan Mundth ve arkadaşları tarafından tarif edilmiştir (16). Aynı merkezden Akins bu yöntemi modifiye ederek günümüze kadar kullanmış ve çok başarılı sonuçlar bildirmiştir (1). Akins'in bugün kullandığı yöntemde proksimal anastomozlar CPB öncesi yapılmaktadır. Pulsatıl CPB rutin olarak uygulanmamakta, genellikle ameliyata acil olarak Intraaortik balon takılarak giren hastalarda balonun yarattığı kontrapulsasyondan faydalanılmaktadır. Biz Akins'in tekniğini modifiye ederek kullanmaktayız; Proksimal anastomozların CPB öncesinde yapılmasının her hasta tarafından iyi tolere edilmemesinden dolayı biz CPB da distal anastomozları önce yapmaktayız. Eğer öncelikle kanlanmasını arzu ettiğimiz iskemik bir bölge var ise o zaman diğer distal anastomozları yapmadan önce o greftin proksimal anastomozunu yapmaktayız. Pulsatıl CPB'in özellikle miyokardiyal mikrosirkülasyonu açıcı ve perfüzyonu artırıcı etkisi nedeniyle bu pompa modunu rutin olarak kullanmaktayız. Bir diğer modifikasyonumuz ise kalbin dekompresyonu için sol atrial venting yerine pulmoner arter vöatirvi tercih etmemizdir. Aorta kross klempinin konulmadığı bu vakalarda sol atrial vent yoluyla sol kalbe hava kaçması olasılığı ve yaratabileceği tehlikeli durum nedeniyle pulmoner arter venting tercih edilmiştir. bu yöntemin en az sol atrial venting kadar etkili olduğu gözlenmiştir.

Akins 'Hipotermik fibrillatory arrest' tekniği ile ameliyat edilen ilk 500 elektif vakanın sonuçlarını 1984'te yayınlamış ve bu serisinde hastane mortalitesini %0.4 ve perloperatif miyokard enfarktüsü oranını da %1.8 olarak bildirmiştir (1). Grotte ve arkadaşları bu yöntemi soğuk potasyum kardiyoplejisi ile hemodinamik ve ultrastrüktürel olarak karşılaştırmışlar ve hipotermik fibrile kalplerin en az potasyum ile kardiyopleji yapılan kalpler kadar iyi korunduğunu göstermişler hatta fibrile kalpler grubunda recovery periyodunda koroner akımın daha iyi olduğunu göstermişlerdir (17).

Akins daha sonra aynı yöntem kullanılarak sol ventrikül anevrizmalarının cerrahi tedavisi ve akut iskemik durumların acil revaskülarizasyonu sonuçlarını bildirmiştir. Postinfarction iskemi (61 hasta), preinfarctionun stabil angina (44 hasta), PTCA sonrası akut iskemi (14 hasta) ve kardiyojenik şok tablosunda (8 hasta) acil olarak ameliyata alınan toplam 127 hastada hastane mortalitesi %0.8 (1 hasta) ve perloperatif MI %0.8 (1 hasta) olarak bildirilmiş ve bu yöntemin en ağır durum-

daki akut iskemik hastalarda dahi mükemmel miyokard korunması sağladığı sonucuna varılmıştır (18,19). Elektif ve acil hasta gruplarında 5 yıllık sürviler %91.6 + 2.0 ve %90 + 2.9 olarak bildirilmiştir (20). 1980-1991 yılları arasındaki 12 yıllık bir zaman içinde bu yöntemle ameliyat edilen toplam 2830 vakanın analizi yapıldığında total mortalite %1.8 (elektif vakalarda %1.1 acil vakalarda %5.5) postoperatif IABP ihtiyacı total %2.6 olarak bildirilmiştir (21).

Bu yöntemle ilgili tecrübelerimiz henüz çok kısıtlı olmasına rağmen ilk sonuçlarımız yüz güldürücü ve umut verici olmuştur. Hastaların büyük çoğunluğu (21 vaka, %84) ısınma periyodunda sinüs ritminde spontan olarak çalışmış, sadece üç hastada erken postoperatif dönemde 6-10 mcg/kg/dak düzeyinde Dopamin ile inotropik destek ihtiyacı olmuştur. Preoperatif dönemde iki acil hastaya takılan IABP dışında düşük debi nedeniyle IABP uygulaması gerekmemiştir. Perloperatif MI, sol ana koroner arter hastalığı ve unstable angina nedeniyle acilen alınan bir hastada görülmüştür. Operatif mortalite yok, postoperatif mortalite, yine sol ana koroner arter lezyonu ve unstable angina ile acilen alınan bir hastada iskemi bulgusu olmaksızın gelişen persistan aritmi ve ventriküler fibrilasyon nedeniyle kaybedilen bir hastada olmuştur. Elektif vakalarda inotropik destek, IABP kullanımı, mortalite ve morbidite sıfırdır.

Hipotermik arrest tekniğinin diğer miyokard koruma yöntemlerine göre ilk etapta gözlediğimiz klinik avantajları:

- 1) Pratik bir yöntem olması
- 2) Kardiyoplejisi kanülü, seti, delivery sistemleri ve solüsyonlarına gerek olmaması nedeniyle ucuz olması.
- 3) Kardiyoplejinin hazırlanması ve verilmesi ile ilgili zaman kaybı ve komplikasyonlarının olmaması.
- 4) Kardiyoplejik solüsyonun neden olduğu fazladan sıvı yükü ve hemodilüsyonun olmaması
- 5) Aorta kross klempinin konmaması nedeniyle kross klemp ile ilgili komplikasyonların olmaması (plak embolisi, aorta duvarı zedelenmesi vs.)
- 6) Aorta kross klempinin konmaması nedeniyle miyokarda global iskemi oluşturmaması ve dolayısıyla reperfüzyon ile ilgili sorunların oluşmaması.
- 7) Klinik sonuçlarının en az diğer yöntemler kadar başarılı olmasıdır.

Tabiidir ki bu yöntemin daha iyi değerlendirilebilmesi için daha detaylı hemodinamik çalışmalar ve karşılaştırmalar gerekmektedir (Bunlar planlanmıştır). Ancak ilk klinik sonuçlar yüz güldürücüdür. Kanımızca Hipotermik fibrillatory arrest tekniği, malzeme ve zamandan sağladığı tasarruf, pratikliği ve sonuçları açısından diğer miyokardiyal koruma yöntemlerine sağlıklı ve güvenilir bir alternatif teşkil edebilir.

KAYNAKLAR

1. Akins CI. Noncardioplegic myocardial preservation for coronary revascularization. J Thorac Cardiovasc Surg.1984; 88:174-81
2. Beyersdorf F, Krause E, Sarai K. Clinical evaluation of hypothermic ventricular fibrillation, multtdose blood cardioplegia and single dose Bretschneider cardioplegia in coronary surgery. Thoracic Cardiovasc Surgeon 1990; 38:20-9
3. Levitsky S. Is hypothermic fibrillatory arrest a rational alternative to cardioplegia arrest? Ann Thorac Surg 1987; 43:127-8.
4. Ledingam SJ. Intraoperative myocardial protection In: Kay PH, ed. Techniques in extracorporeal circulation. Oxford: Butterworth-Heinemann Ltd.1992: 88-135.
5. Buckberg Gd. Myocardial protection during adult cardiac operations, in Baue AE ed. Glenn's Thoracic and Cardiovascular surgery 5th ed. Connecticut: Appleton-Lange 1991:1417-41.
6. Buckberg GD. Antegrad cardioplegia, retrograd cardioplegia or both? Ann Thorac Surg 1988; 45:589
7. Lichenstein SV, Ashe KA, Dalati HE, Cusirnano RJ. Warm heart surgery, j Thorac Cardiovasc Surg 1991;101: 269-75.
8. Salerno TA, Houck JP, Barrozo CAM, Panos A. Retrograd continous warm blood cardioplegia. A new concept in myocardial protection. Ann Thorac Surg 1991; 51: 245-51.
9. Sink JD, Hill RC, Attarian DE, Wechsler AS. Myocardial blood flow and oxygen consumption in the empty beating, fibrillating and potassum arrested hypertrophied canine heart. Ann Thorac Surg 1983; 35: 372-79.
10. Hottentrot C, Buckberg G. Studies of the effect of ventricular fibrillation on: the adequacy of regional myocardial blood flow. Effects of ventricular distension. J Thorac Cardiovasc Surg 1974; 68: 626-33
11. Vinas JF, FewelJG, Arom KV. Effects of systemic hypothermia on myocardial metabolism and coronary blood flow in the fibrillating heart. J Thorac Cardiovasc Surg 1979; 77: 900-7
12. Spadaro J, Bing OHL, Gaasch WH. Effectes of perfusion pressure om myocardial performance, metabolism, wall thickness and compliance. J Thorac Cardiovasc Surg 1982; 84: 398-405.
13. Schaff HV, Ciardullo RC, Flaherty JT. Regional ischemia distal to a critical coronary stenosis during prolonged fibrillation - improvement with pulsatile perfusion. Circulation 1977; 56 (Suppl II), 2532.
14. Dunn J, Peterson A, Kirsch MM. Effects of pulsatile perfusion upon left ventricular function. J Surg Research 1978; 25:211-20.
15. Habal SM; Weiss MB, Spontiz HM. Effects of pulsatile and nonpulsatile coronary perfusion on performance of the canine left ventricle. J Thorac Cardiovasc Surg 1976; 72:742.
16. Mundth ED, Harthorne JW, Buckley MJ. Direct coronary revascularization of segmental occlusive disease. Surgery 1970;61:168-81.
17. Grotte GJ, Levine FH, Kay HR. Effect of ventricular fibrillation and potassium induced arrest on myocardial recovery In hypothermic hearts. Surg Forum 1980; 31:296-8.
18. Akins CW. Resection of left ventricular aneurysm during hypothermic fibrillatory arrest without aortic occlusion J Thorac Cardiovasc Surg 1986; 91: 610-8.
19. Akins CW. Early and late results following emergency myocardial revascularization during hypothermic fibrillatory arrest. Ann Thorac Surg 1987; 43:1 1-7,
20. Akins CI, Carroll DL. Event free survival following nonemergency myocardial revascularization during hypothermic fibrillatory arrest Ann Thorac Surg 1987; 43: 628-3.
21. Akins CW. Cardiac arrest by ventricular fibrillation, in HM Pipers and CJ Preusse (eds) Ischemia-Repertusion in Cardiac surgery. Kluwer academic publishers, Dordrecht 193; 267-278.