

T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TÜRKİYE YÜKSEK İHTİSAS HASTANESİ
EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
KALP VE DAMAR CERRAHİSİ KLİNİĞİ

SAĞ BRAKİYAL ARTER YOLUYLA ANTEGRAD SEREBRAL
PERFÜZYON KULLANILARAK YAPILAN AORTİK ARKUS
CERRAHİSİ SONRASI UZUN DÖNEMDE NÖROKOGNİTİF
FONKSİYONLARIN İNCELENMESİ

UZMANLIK TEZİ
DR.OKAN YURDAKÖK

ANKARA

2006

DİZİN	
1. DİZİN	1
2. GİRİŞ VE AMAÇ	2
3. GENEL BİLGİLER	4
4. MATERYAL VE METOTLAR	9
• DEMOGRAFİK VERİLER	9
• OPERATİF TEKNİK	11
• NÖROPSİKOLOJİK TESTLER	17
5. İSTATİSTİKSEL ANALİZ	20
6. BULGULAR	21
7. TARTIŞMA	25
8. SONUÇ	30
9. ÇALIŞMANIN SINIRLILIĞI	31
10.ÖZET	32
11.KAYNAKLAR	33

1- GİRİŞ VE AMAÇ:

Kalp cerrahisi sonrasında ortaya çıkan nörolojik ve nörokognitif disfonksiyonun hem sosyal hemde ekonomik açıdan önemli zararlı etkileri vardır. Yaşam kalitesindeki ciddi azalma ve kötüye gidişin yanında, hem hastanede kalma sürelerini artırıp hemde kaynakların boşyere harcanmasına neden olur(1). Aort damarının anevrizma ve diseksiyonlarını içeren cerrahi hastalıkları için ise riskler çok daha yüksektir. Aort arkını içeren anevrizma ve diseksiyonların cerrahi onarımında başarının en temel belirleyicisi kullanılan serebral koruma yöntemidir. Aortik Arkus cerrahisi ve serebral koruma metodları, cerrahide son otuz yılda hakkında en çok yazılan ve en çok tartışılan konu başlıklarının başında gelmiştir. Borst ve arkadaşları tarafından ortaya konulan derin hipotermik sirkulatuar arrest öncülük eden tekniktir(2), Sonra bununla birlikte bazı otörler tarafından halen aortik arkus cerrahi tamirinde derin hipotermik sirkulatuar arrest ile birlikte başarıyla kullanılan retrograd serebral perfüzyon devreye girmiştir(3). Fakat bu teknikler nörolojik sonuçlarda düşünöldüğünde; soğuma ve ısınma için uzamış kardiyopulmoner baypas zamanları ve derin hipotermiye bağlı sorunlar yüzünden yeterince güvenli değildir(4-8). Son zamanlarda, aortik arkus anevrizmalarında veya diseksiyonların tamirinde selektif antegrad serebral perfüzyon giderek popölarite kazanmaktadır(9-11).

Bu yüzden çoğu yazar mevcut stratejilerini değiştirip artık selektif antegrad serebral perfüzyon kullanmaya başlamışlar ve tecrübelerini

yayınlanmışlardır(9,10,12). Fakat bu yayınlara bakıldığında, hem SASP uygulama tekniklerinde, hemde nörolojik sonuçlarda birbirinden çok farklı sonuçlar göze çarpmaktadır(9,10,13,14,15).

Bizim grubumuz; 1996 yılından beri sağ brakiyal arter kanülasyonu ve orta derecede(28°C) hipotermi kullanarak tek taraflı selektif antegrad serebral perfüzyon yapmaktayız(11).

Bu teknik basit olmakla beraber, daha derin seviyelerde hipotermiye ihtiyacı ortadan kaldırır, kardiyopulmoner bypass(KPB) ve total ameliyat sürelerini azaltır ve sıkıntıya girmeden optimal tamirin yapılabileceği zaman aralığına izin verir. Buna ek olarak, aortik arkus onarımlarından sonra klinik nörolojik sonuçların diğer yöntemler kadar güvenli olduğu gösterilmiştir(11). Her ne kadar selektif serebral antegrad perfüzyonun majör nörolojik olay oranlarını azaltmadaki rolüne işaret edilsede, nörokognitif bozulmanın insidansının azalmasına dair pek çalışma yapılmamıştır.

Bu çalışmanın amacı sağ brakiyal arter yoluyla perfüzyon kullanılarak selektif serebral antegrad perfüzyon ile aortik arkus tamirine gidilen hastalarda preoperatif, postoperatif ve uzun dönem nörokognitif fonksiyonların karşılaştırılmasıdır.

2-GENEL BİLGİLER:

Arkus Aorta cerrahi tamiri sırasında beyin koruması için 3 temel strateji kullanılmaktadır.

1. Hipotermik Sirkulatuar Arrest (HSA)
2. Selektif Antegrad Serebral Perfüzyon (SASP)
3. Retrograd Serebral Perfüzyon (RSP)

Günümüzde derin hipotermi ve sirkulatuar arrest serebral koruma için en sık kullanılan yöntemdir. Brakiyosefalik damarların kanülasyonu gerekmez ve açık kalp cerrahisinde rutin olarak kullanılan kardiyopulmoner bypass hatları bu tekniğin uygulanması için yeterlidir. En önemli avantajı krosklemp olmadan, kansız bir ortamda arkus aorta replasmanının yapılmasıdır. Dezavantajı ise hasta ısısının gereken seviyeye inmesi için ve daha sonra da ısınmak için geçen zamanın uzun olmasıdır. Hipotermik sirkulatuar arrest yönteminde zaman kısıtlaması sakıncasına(16) ek olarak çeşitli organ sistemlerine olan potansiyel riskler(17) temel problemdir. tek başına derin hipotermi'nin çeşitli organ sistemlerine olan potansiyel risklerine(16) ek olarak zaman kısıtlaması temel problemdir(17). HSA ya ek olarak RSP kullanılmasının zaman tehditini ortadan kaldırması hala tartışmalıdır(18,19).

Son zamanlarda; SASP tekniği daha çok kabul gören fizyolojik bir çözüm gibi görünmekle birlikte, ACP kullanan otörler tarafından çok farklı serebral komplikasyonlar bildirilmiştir(9,13,18,20,21). Bu çelişki; SASP uygulamak için

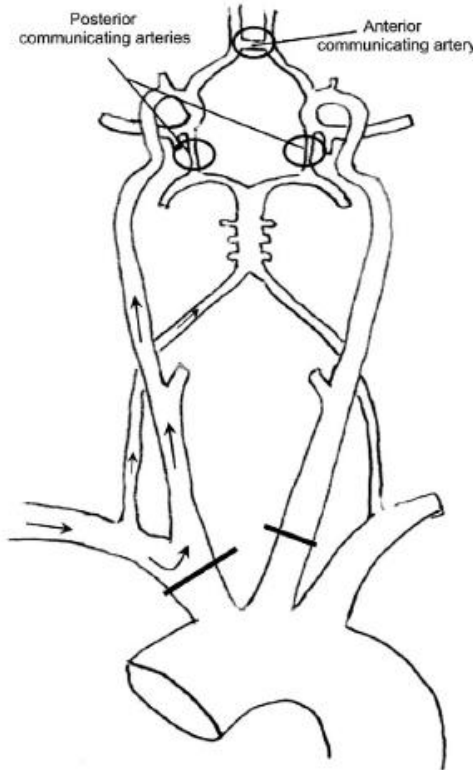
direkt kanülasyon(21) ve ya arkus damarlarına farklı tiplerde greftlerle bağlanması(9,13) gibi farklı teknikler kullanılması nedeniyle olabilir. Tüm bu tekniklerin; greftlerin bağlanabilmesi için serebral dolaşımın durdurulması gerekliliği gibi ya da kanül ve greftlerin ameliyat sahasında kalabalıklık yaratması gibi istenmeyen etkileri olabileceği gibi, arkus damarlarının direk kanülasyonu ile partikül ve hava embolisi yaratma riski de vardır. Çoğu otoriteler, Aortik Arkus onarımı sonrasında gözlenen nörolojik sonuçlarda hipoperfüzyondan daha çok embolik olayları sorumlu tutmaktalar. Bizim tercih ettiğimiz gibi, kanülasyon sahası olarak üst brakial arterin seçilmesi tüm bu sakıncaların önüne geçmektedir.

Bunun dışında tek taraflı serebral perfüzyonun tekniğinin kullanımı ise kontrateral hemisferin perfüzyonunun yeterliliği hakkında kaygılar ortaya çıkarmıştır. Beynin kan ihtiyacını iki vertebral arter, iki internal karotid arter ve bunların arasındaki gelişkin arter anastomozu halkası(circulus arteriosus) sağlar(Şekil 1). Anterior kominikan arter her iki anterior serebral arteri birbirine bağlar; arkada ise baziler arter iki posterior serebral artere ayrılır ve bunlardan herbiri posterior kominikan arter ile aynı taraftaki internal karotis arterine bağlanır. Aynı zamanda küçük ophtalmik ve leptomeningeal kollateral damarlarda mevcuttur.

Arteriyal halkayı oluşturan arterler kalibrasyon açısından bir çok varyasyonlar gösterebilmektedirler, bazen hipoplastik olabilmekte hatta bazen tamamen yok bile olabilmektedirler. Buna rağmen, klasik anatomi kitaplarında bu arteriyal halkaların % 90 veya daha fazla oranda dairesel bir kanalı

tamamladıkları belirtilir(22). Willis poligonu anomalilerini tanımlayabilmek için farklı populasyonlarda anatomik diseksiyon ve radyolojik çalışmalar yapılmıştır. İtalyan populasyonu üzerinde yapılan bir manyetik rezonans çalışmasında; hastalarda % 3 vakada anterior kominikan arterin yokluğu ve % 2 vakada ise anterior ve posteriyor kominikan arterlerin her ikisinin de hipoplazisi ile karşılaşıldığı belirtilmiştir(23).

Teorik olarak üç komünikan arterden birinin yokluğu perfüzyonun azalması riskini taşımaz çünkü sağ üst brakial arterde bulunan kanülden gelen kan vertebral, baziler veya internal karotid arterler yoluyla tüm beyni perfüze eder(Şekil1).



Şekil-1: Arkus onarımı sırasında Willis poligonu yoluyla serebral dolaşım. Innominate ve sol karotis arteri klemplenmiş.

Kontrilateral serebral hemisfer perfüzyon yetmezliğine neden olacak tek kombinasyon anterior ve sol posterior komünikan arterlerin her ikisinin birden yokluğu durumunda gerçekleşir; eğer böyle bir durum gerçekleşirse tüm sol hemisfer değilde sadece frontal ve temporal kısımlar etkilenecektir. Bu kombinasyon daha literatürde tanımlanmamıştır ve bu nedenle çok nadir görüldüğü varsayılabilir.

Hocksbergen ve arkadaşları(24) asemptomatik hastalarda serebrovasküler ateroskleroz üzerine yaptıkları ve yayınladıkları çalışmalarında Willis halkasında anterior kollateral dolaşımın hemen her zaman açık olduğunu belirtmişlerdir. Bir diğer çalışmada ise, araştırmacılar internal karotis arter oklüzyonu olan hastalarda 1 mm kadar küçük çaptaki posterior komünikan arterlerin bile watershed infarktları önleyebildiğini bulmuşlardır (25).

Willis poligonundaki kollateral akımın yeterliliği ameliyat öncesinde invaziv anjiyografik metodlarla veya basınç ölçümleriyle değerlendirilebilir. Fakat bu metodlar yüksek oranda stroke riski taşırlar ve disseksiyon ve acil vakalar için uygun değildirler. Sağ üst brakial arter yoluyla uygulanacak olan selektif ASP planlanmasına dahil edilebilecek serebral kollateral kan akımının fonksiyonel ölçümü, operasyon sırasında kardiyopulmoner bypass uygulanmasından önce yapılabilir. Karotis arterden geri gelen kan basıncı Willis poligonu seviyesindeki mevcut kollateral akımı yansıtır, fakat disseksiyon durumunda brakiosefalik damarlarda flep oluşabileceğinden bu teknik beklenildiği kadar yararlı olamayabilir. Bizim tecrübemizde ise; antegrad perfüzyon uygulanması sırasında

sol kommon karotis ve subklavyan arterlerden geri gelen kanın görülmesi, kontrlaterale hemisfere kollateral akımın değerlendirilmesi için en değerli kanıt olmuş ve tüm vakalarda yeterli miktarlarda gözlenmişti.

İlk başlarda; arteriyal yol olarak sağ üst brakial arter, retrograd embolizasyonu engellemek amacıyla sadece abdominal aortanın anevrizmatik veya aterosklerotik plaklı olduğu hallerde tercih ediliyordu. Fakat tecrübemiz arttıkça, sağ brakial arterdeki tek kanülün hem kardiyopulmoner bypass sırasında tüm vücuda hemde arkus tamiri sırasında beyine yeterli oranlarda perfüzyon sağladığını gözlemledik. Bundan dolayı artık rutinde kanülasyon sahası olarak femoral arteri kullanmamaktayız.

Her ne kadar brakial pleksus yaralanması veya aksiller arter trombozu gibi bazı komplikasyonlardan şikayet edilmiş olsada, çoğu yazar kanülasyon için subklavyan veya aksiller arter kullanımının kardiyopulmoner bypass için yeterli akım oranları sağladığını düşünüyorlar(14,26,27). Aynı durum üst brakial arter kanülasyonu içinde söylenebilir, çünkü biz 16-18F çaplarına denk gelen kanül kullanıyoruz ve bu da 4L/dak üzerinde bir akım imkanı sağlıyor. Biz teknik olarak üst brakial arteri kanüle etmenin, subklavyan veya aksiller arteri kanüle etmekten daha kolay olduğuna ve daha az komplikasyona yol açtığına ve fakat olursa da kolay tamir edileceğine inanıyoruz.

4-MATERYAL VE METOD:

Demografik veriler:

Türkiye Yüksek İhtisas Hastanesi Kalp Damar Cerrahi Kliniğinde Ocak 2001 ve Mart 2002 tarihleri arasında 43 hastaya sağ brakiyal arter yoluyla selektif serebral perfüzyon kullanılarak aortik arkus onarımı uygulanmıştır. Bu hastalardan 21 tanesi düşük öğrenim düzeyi veya acil koşullarda ameliyat olmalarından dolayı preoperatif nörokognitif değerlendirme testlerini tamamlayamamışlardır. Geriye kalan 22 hastanın 7'sine ise telefonla ulaşılmış, genel durumlarının iyi olduğu öğrenilmiş fakat düşük ekonomik düzeyleri ve sosyal koşulları nedeniyle takiplerine katılamamışlardır. Çalışmaya dahil edilen 15 hasta; 13 erkek ve 2 kadın, preoperatif, postoperatif ve uzun dönem(36-45ay) değerlendirmeyi tamamlamışlar ve çalışmaya dahil olmuşlardır. Hastaların ortalama yaşı $43,5 \pm 12,64(26-65)$ olarak hesaplandı. Demografik ve operatif veriler Tablo 1 de görülmektedir. Etik kurul ve hasta onayları her hasta için ayrı ayrı alınmıştır.

Tablo-1: Demografik ve operatif veriler

	Ortalama \pm St.Sapma	(Range)
Yaş (yıl)	43,5 \pm 12,64	(26-65)
Ağırlık (kg)	75,8 \pm 9,41	(52-93)
BSA (m²)	1,9 \pm 0,18	(1,44-2,25)
KPB süresi(dak)	112,5 \pm 24,05	(75-160)
Kros –klemp zamanı (dak)	84,3 \pm 21,09	(45-128)
DDP zamanı (dak)	29,2 \pm 5,40	(19-38)
Operasyon süresi (dak)	304,5 \pm 56,24	(240-420)

BSA: vücut yüzey alanı, KPB: kardiyopulmoner bypass, DDP: düşük debili perfüzyon.

Hastaların yedi tanesinin tanısı Dissekan Aort Anevrizması, geriye kalan 8 hastanın ise Asendan ve Arkus Aort Anevrizmasıydı.

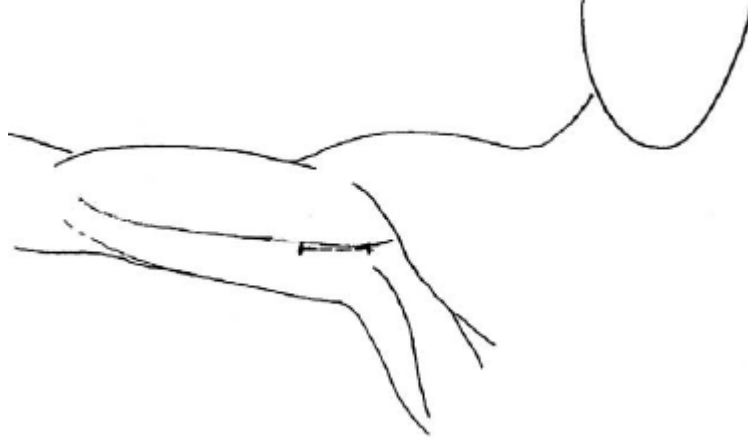
7 tane diseksiyon hastasına; 5'i açık distal anastomoz tekniği ile olacak şekilde, 4 adet modifiye Bentall operasyonu ve 3 adet suprakoronar greft replasmanı operasyonu gerçekleştirilmiştir.

8 tane Anevrizma hastasına ise; 4'ü açık anastomoz tekniği ile olacak şekilde, 3 adet modifiye Bentall Operasyonu ve 5 adet parsiyel Arkus replasmanı ile beraber suprakoronar greft replasmanı yapılmıştır.

Operatif Teknik:

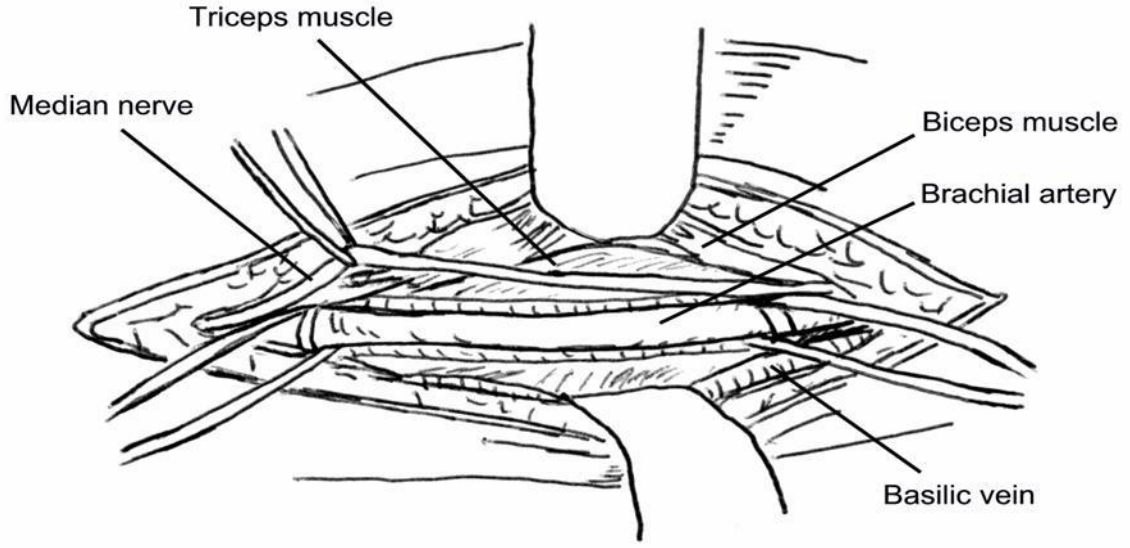
Sağ brakiyal arter yoluyla antegrad perfüzyon tekniğinde hasta ameliyata rutin açık kalp ameliyatına hazırlanır gibi hazırlanmaktadır. Ek tetkik olarak elektif vakalarda karotis doppler incelemesi yapılır. Ameliyat odasında anesteziist arter monitorizasyonu ve pulse oksimetre için sağ kolu kullanmamalıdır. Ancak sağ koldan dirsek seviyesi altında venöz yol takılmasında sakınca yoktur.

Hasta klasik supin pozisyonda yatırılır ve sağ kol 90°yi bir miktar aşan şekilde abduksiyona ve hafif eksternal rotasyona getirilir(Şek 2). Üst kol kısmının altına, fazla kalın olmayan bir kompres yerleştirilmesi daha sonra yapılacak olan brakiyal arter diseksiyon ve kanülasyonunu oldukça kolaylaştıracaktır(Şek 2). Hasta, sağ üst kol kısmı da içine alınacak şekilde boyanıp örtülür. Genel anestezi, rutin açık kalp cerrahisinde olduğu gibi fentanyl temelli gaz anestezi şeklinde uygulanır. Rektal ısı, EKG ve arter basıncı sürekli olarak monitorize edilir. Kardiyopulmoner bypass (KPB) hattı bir venöz rezervuar, üç roller pompa ve bir ısı değiştiricisinden oluşturulur. Roller pompalardan ikisi vent ve kardiyotomi dönüşü için ve bir tanesi arter dönüşü için kullanılır.



Şekil-2: Hasta supin pozisyonda, kol 90° abduksiyonda ve hafif eksternal rotasyonda. Kesik çizgili bölge insizyona işaret ediyor.

Sağ brakiyal arter diseksiyon ve kanülasyonu median sternotomi öncesinde yapılır. Bisipital oluk boyunca aksiller fossaya uzayan 7-8 cm'lik bir insizyon yapılır(Şek 2). Bu insizyon biceps kasını önde, triceps kasını arkada bırakır ve biceps kasının medial kenarı boyunca devam eder. Eğer gerekli olursa, insizyon rahatlıkla proksimale veya distale uzatılabilir. Cilt altı dokular geçildikten sonra bazilik ven görünür hale gelir. Diseksiyon bu vene doğru derinleştirilir ve ven vasküler teyple kontrol edilerek inferiora doğru ekarte edilir. Biceps kası da anteriora doğru retrakte edilir, ve ince bir aponevrotik kılıf altında nörovasküler kılıf görünür hale gelir ve açılır. Nörovasküler demetin altında oldukça kalın çaplı olan median sinir görünür ve laterale doğru mobilize edilir. Bu noktada brakiyal arter görünür hale gelir(Şek3).



Şekil-3: Sağ brakiyal arterin diseksiyonu.

Brakiyal arter oldukça yüzeysel seyrettiği için diseksiyon sırasında dijital muayene ile nabız takibi yapılarak da arter kolayca bulunabilir. Proksimaline ve distaline teypler dönülerek, arter kontrol edilir(Resim 1). Hasta KPB'ye girecek şekilde heparinize edilir. Brakiyal arteri kanüle etmek için ucu 14F çapında olan venöz dönüş kanülü(Calmed, California Medical Laboratories,Irvine) kullanılır. Kanülün proksimalinde 1/4-3/8 konnektör takılı olmalıdır. Bu konik yapıllı kanülün ucu 14F olup proksimale gidildikçe kanül genişlemektedir. Hastanın brakiyal arterinin çapına göre kanül yaklaşık 45° açı ile eğim vererek kesilir. Yaklaşık 16-18F uçlu bir kanül elde edilir.



Resim-1:Proksimal brakiyal arterin görünümü, proksimal ve distaline teypler dönülür ve vent kanülü arterin çapına göre 16-18 F olacak şekilde kesilir.

Brakiyal arterin proksimal ve distaline arteriyel yumuşak klempler yerleştirilir. Bistüri ile transvers arteriyotomi yapılır ve arteriyotomi ince bir makasla 6-7mm uzunluğa kadar açılır. Brakiyal arter oldukça elastik olduğu için bu genişlik yeterlidir. Hazırlanan kanül, bu arteriyotomiden sokulur. Bu işlem sırasında arteriyotominin iki ucundan damar pensetleri ile tutularak arteriyotomi genişletilirse kanül rahatlıkla arter içine oturacaktır. Proksimaldeki yumuşak klempini asistan kaldırır ve kanül 6-7 cm ilerletilir. Bu işlem sırasında arterin distalindeki askı teybine hafif traksiyon uygulanması kanülün brakiyal arter içinde rahatça ilerlemesini sağlar. Proksimaldeki teyp kanül ve arter üstüne sabitlenir(Resim 2) ve kanül herhangi bir arteriyel dönüş kanülü gibi kardiyopulmoner bypass devresine bağlanıp penslerle tespit edilir. Tarif ettiğimiz teknikte, brakiyal artere yerleştirilen kanül dışında başka bir arteriyel kanül kullanılmamaktadır.



Resim-2: Transvers arteriyotomi sonrası kanülün yerleştirilmesi ve fiksasyonu.

Medyan sternotomiyi takiben, iki aşamalı venöz kanül sağ atriyuma yerleştirilerek kardiyopulmoner baypas devresi tamamlanır. Debi 2.0-2.2L/dak/m² olacak şekilde kardiyopulmoner baypas'a girilir. Ancak hastalar geniş vücut yüzey alanına sahip olsalar bile, arteryel kanül çıkışında yüksek basınç gradiyentini engellemek için debi 4.5L/dak üzerine çıkılmaz. Bu tercih hastanın soğutulması sırasında bir problem yaratmaz ancak ısınma sırasında yüksek debi gereken hastalarda ısınma gecikebilir ve asidoz gözlenebilir. Bu tip geniş vücut yüzey alanı olan hastalarda ısınmaya geçildiğinde arter kanülü greft üzerine alınarak operasyona daha yüksek debilerle devam edilebilir. Miyokardiyal koruma için, topikal soğuk serum irrigasyonu, aralıklı retrograd soğuk kan kardiyoplejisi ve terminal soğuk kan kardiyoplejisi kullanılır.

Asendan aorta transekte edilerek disseksiyon olup olmadığı, sınırları ve aort kapağın durumu inspekte edilir. Daha sonra KPB debisi 600-700 mL/dak.(8-10

ml/kg/dak) olacak şekilde azaltılır. İnominat artere yumuşak klemp konup kros klemp açılır. Willis poligonu vasıtasıyla sol kommon karotid arterden dönen kan miktarı gözlenip(Şek 1) yeterli dönüş olduğuna kanaat getirildikten sonra sol kommon karotid arteri de klempenir. Sol subklavyan arter sıklıkla açık bırakılır. Ancak çok fazla geri dönüş varsa ve bu cerrahın konforunu bozuyorsa bu arterde klempenir. Tüm ark rekonstürüksiyonları ve anastomozlar, açık distal anastomoz tekniği kullanılarak, sağ brakiyal arterden düşük debili antegrad serebral perfüzyon devam ederken yapılır. Distal onarım tamamlandıktan sonra hasta Trendelenburg pozisyonuna getirilir. Önce sol kommon karotis arterdeki klemp açılır, ardından debi yavaş yavaş yükseltılarak innominat arterdeki klemp de kaldırılır. Greft kanla dolarken hava çıkarılır ve kros-klemp greft üstüne yerleştirilir. Debi normal hızına yükseltilir ve proksimal tamir için gereken zaman göz önüne alınarak ısınmaya başlanır.

Nöropsikolojik Testler:

Her hasta aynı Psikolog(H.T.) tarafından gerçekleştirilen, operasyondan 1 gün önce(T1), postoperatif yedinci günde(T2), postoperatif 2. ay(T3) ve postoperatif 3 yılda(36-45.aylar arasında) (T4) olmak üzere ayrıntılı ve kapsamlı bir nöropsikolojik değerlendirmeden geçirilmiştir. İnceleme aşağıda bahsedilen beş farklı testi içermektedir.

Hastane Anksiyete ve Depresyon Ölçeği:(HADS)

Açık kalp ameliyatı olmanın zaten herhangi bir hasta için en başta gelen anksiyete sebeplerinden biri olabileceğini düşündüğümüzden; tüm hastalara yapılacak nörokognitif testler öncesinde hastane anksiyete ve depresyon skalası uyguladık(28).

Raven Standart Progressif Matrisler Testi:(RSPM)

Raven Standart Progresif Matrisler (RSPM) Testinin amacı; hastanın idrak ile ilgili ilişki kurabilme yeteneğinin ölçülmesi ve benzerlik kurmak yoluyla dilden ve normal okul eğitiminden bağımsız olarak sonuçlara varılmasıdır. Bunun sağ serebral hemisferi ve pariyetal lobu içeren hasarlanmalarda kısmen-sensitive yararlı olabileceği rapor edilmiştir(29).

Çizgi Yönünü Belirleme Testi: (ÇYBT)

Çizgi Yönünü Belirleme Testi(ÇYBT) görsel algılama/görsel-boşluk ayrımı ile hastanın görüntü formları ve uzay boşluktaki konumlarını analiz ve sentez etme yeteneklerini ölçer. Bu test sağ hemisfer ve özellikle sağ pariyetal lob hasarlanmalarında sensitiftir(30).

Stroop Testi: (ST)

Stroop Testi (ST) mental canlılık ve fleksibilitiyi test etmek için kurulmuştur. Bölünmüş dikkat ve tepki inhibisyonunu ölçer. Bu test bizim renkleri isimlendirmekten daha hızlı ve otomatik bir şekilde kelimeleri okuma yeteneğimizden yararlanır. Basit değerlendirme dikkat, mental hız ve kontrolü içerir. Dominant frontal lob fonksiyonları için daha seçicidir(31,32).

İşitsel sözel öğrenme testi:(AVLT)

Bu test öğrenme ve sözlü(verbal) hafızadaki sürecin içerdiklerini inceler. İşitsel sözel öğrenme testi (RAVLT) hafıza ve öğrenme sürecinin; hafızaya kazanç oranı(acquisition rate), geri kazanma etkinliği(retrieval efficiency) gibi altta yatan kısımlarını gösteren bir kaç parçasının değerlendirilmesine izin verir. Sözlü öğrenme, yakın zamalı ve gecikmiş anımsama, hatırlama-akılda tutma yeteneği

ve dikkat dağıtmaya rağmen hatırlama ve tanıma hafızası gibi maddeleri değerlendirir ve hipokampus ve sol temporal lob hasarlanmalarında sensitiftir(33).



5-İSTATİSTİKSEL ANALİZ:

Hastaların demografik ve operatif verileri ile nörokognitif değerlendirme için yapılan testlerin değerlendirilmesi sonrasında elde edilen değerler ortalama + standart deviasyon olacak şekilde belirtilmiştir. İstatistiksel analizler ise SPSS statistical soft-ware for Windows version 10.00(SPSS Inc, Chicago,IL) programı kullanılarak hesaplanmıştır. Testlerin sonuçları, parametrik değişkenlerdeki tekrar edilen değerlendirmeler için ANOVA varyans analizi kullanılarak karşılaştırıldı ve nonparametrik değişkenler için ise Friedman testi kullanıldı. Eğer P değeri 0.05 ten küçük olarak bulunduysa, post hoc multipl comparison testi kullanılarak zaman aralıkları arasında eşleştirilmiş karşılaştırma yapılmıştır.

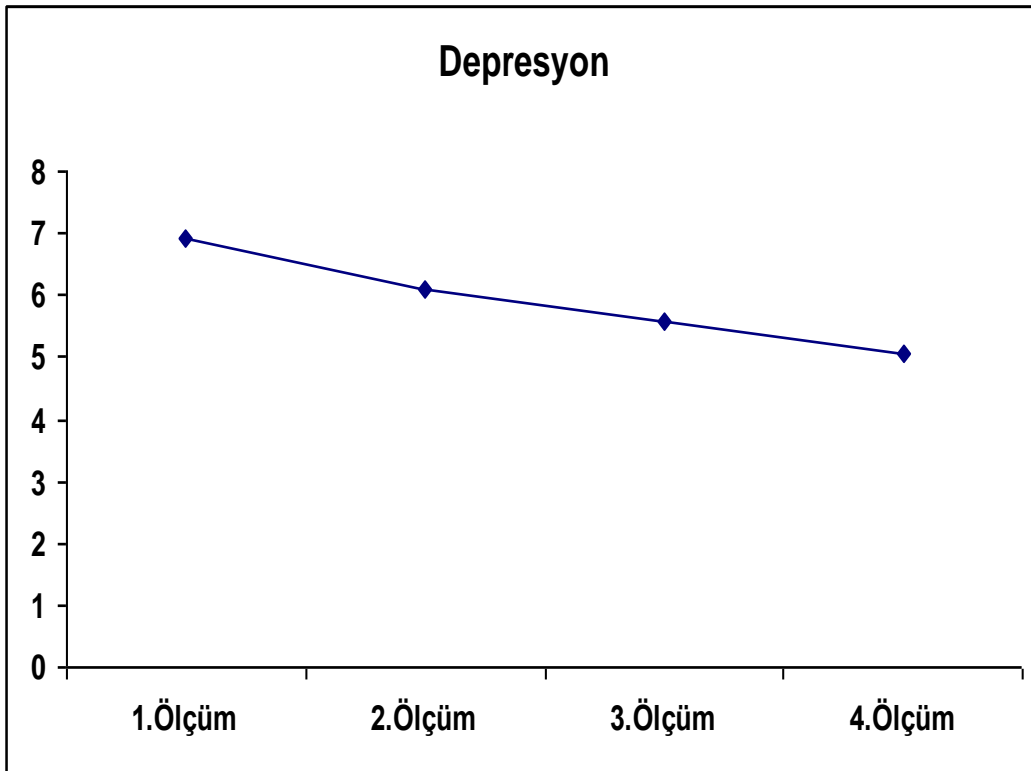
6-BULGULAR:

Bu çalışmada kullanılan 15 hastalık seride operatif mortalite veya majör nörolojik komplikasyona rastlanmadı.

HADS testi sonuçları:

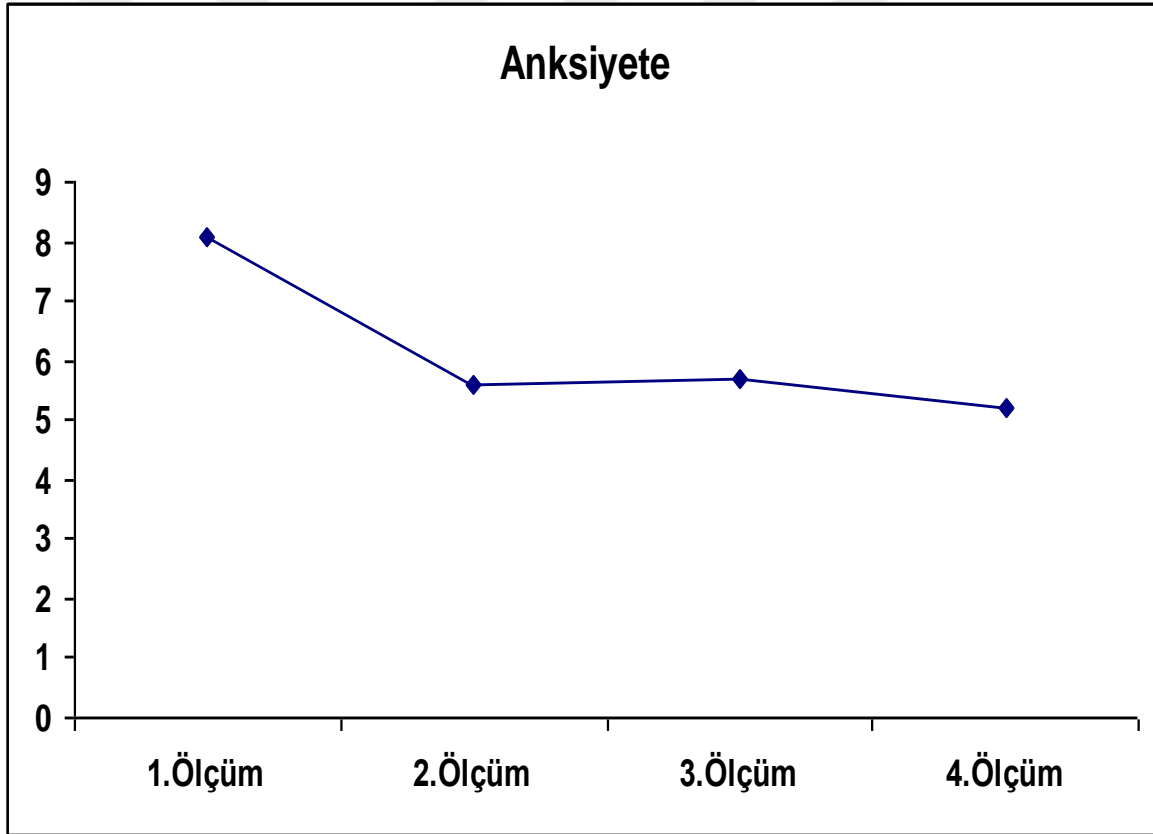
Anksiyete ve depresyonun testler üzerine etkilerini önleyebilmek için, HADS testi tüm hastalara nörokognitif testler yapılmadan önce uygulandı. Her ne kadar depresyon seviyeleri postoperatif ve uzun dönemde düşmüş olsa da, preoperatif değerlerle karşılaştırıldığında istatistiksel olarak anlamlı olarak değerlendirilecek belirgin bir farklılık bulunamadı($p=0.354$).

Grafik-1: Preoperatif, postoperatif ve uzun dönem depresyon eğrisi.



Fakat hastaların anksiyeteleri postoperatif ve uzun dönem sonuçları, preoperatif kayıtlar ile karşılaştırıldığında belirgin bir azalma göze çarpıyordu($p=0.015$).

Grafik-2: Preoperatif, postoperatif ve uzun dönem anksiyete eğrisi.



RSPM ve ÇYBT Testleri Sonuçları:

Bu testler sağ hemisferik kognitif fonksiyonlar özelleşmiş testlerdir ve her dört uygulamada da sonuçlar arasında bir farklılığa rastlanmadı(RSPM toplam $p=0.232$; RSPM zamanı $p=0.225$; LOT $p=0.15$; Tablo2).

Tablo 2: Sağ Hemisfer için Preoperatif, Postoperatif ve Uzun Dönem Nörokognitif Fonksiyon Testleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	P
HADS:Depresyon	6,9 ± 3,06	6,1±3,94	5,6±3,94	5,1±2,87	0,354
HADS:Anksiyete	8,1±3,85	5,6±2,47	5,7±4,43	5,3±1,94	0,015
RSPM toplam	46,4±5,63	46,5±4,98	47,1±7,04	46,6±8,32	0,232
RSPM zamanı	51,6±4,48	51,4±3,72	50,5±5,55	51,3±4,20	0,225
CYBT	26,9±1,73	27,4±1,30	27,7±1,44	27,2±1,88	0,15

RSPM: Raven Standart Progresif Matrisler Testi, ÇYBT: Çizgi Yönü Belirleme Testi, HADS: Hastane Anksiyete Depresyon Ölçeği.

RAVLT ve ST Testleri:

Bu testler temel olarak sol hemisferik kognitif fonksiyonları değerlendirmek için kullanılır. Preoperatif değerlerle karşılaştırıldığında ST testinin tüm setleri(I, II, III, IV ve V) postoperatif 2.ayda(T3) ve uzun dönemde(T4) daha iyi ve benzer sonuçlar gösterdiler.

Tablo 3: Sol Hemisfer için Preoperatif, Postoperatif ve Uzun dönem Nörokognitif Fonksiyon Testleri Sonuçlarının Değerlendirilmesi.

	T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	P
Stroop 1 /Süre	11,1±3,03	11,0±3,00	10,4±2,38	9,8±2,53	0,004
Stroop 2 /Süre	11,3±3,24	11,9±3,66	11,4±3,02	10,4±3,12	0,081
Stroop 3 /Süre	15,5±5,85	15,3±5,09	13,0±3,05	12,6±3,09	<0,001
Stroop 4 /Süre	19,8±6,64	19,5±7,04	17,4±4,37	17,3±5,16	0,192
Stroop 5 /Süre	26,4±7,64	24,3±6,27	22,9±5,79	22,9±7,10	0,225
AVLT Toplam sözlü öğrenme	47,1±7,60	52,0±9,23	53,3±7,01	53,3±6,88	0,018
AVLT anlık hafıza	5,3±1,39	6,9±1,46	7,3±1,50	7,3±1,60	<0,001
AVLT karıştırıcı öğelere rağmen hatırlama	7,0±1,56	7,7±2,23	8,1±1,96	7,9±2,02	0,089
AVLT akılda tutabilme	9,7±2,32	9,9±2,42	11,1±2,17	10,9±1,99	0,007
AVLT gecikmiş anımsama	9,8±2,37	10,5±2,03	11,3±2,13	11,5±2,03	0,006
AVLT tanıma hafızası	19,1±4,47	21,8±4,21	23,5±3,36	22,3±3,83	0,005

AVLT: İşitsel Sözel Öğrenme Testi

7-TARTIŞMA:

Her ne kadar açık kalp cerrahisi ameliyatlarından sonra nörokognitif fonksiyon bozuklukları hakkında yeterince bilgi toplanmış olsa da(34), kognitif disfonksiyonun tipleri ve ağırlık dereceleri çalışmalar arasında kullanılan metodlar, çalışılan insan popülasyonu, nörokognitif bozukluklar için seçilen kriterler ve postoperatif değerlendirmenin zamanları arasındaki belirsizliklerden ötürü farklılıklar ortaya çıkmıştır(35). Koroner Arter Bypass Greft(KABG) operasyonu sonrasında, belirli bir hasta popülasyonunda kognitif fonksiyonlarda belirli bir dereceye kadar düşüşü belgelyen bir çok kaynak vardır(36). Hastalarda kognitif gerilemenin insidansı farklı serilerde; hastanın türüne, fonksiyon kaybının tanımına ve nörofizyolojik değerlendirmenin zamanlamasına göre, %3 ile %50 arasında değişen değerlerde bildirilmiştir(36). Altı tane birbiriyle karşılaştırılabilir çalışmanın aynı havuzda yapılan toplu analizinde; ameliyattan sonra 2 ayda hastaların %23'ünde kognitif gerileme tespit edilmiştir(37).

KABG sonrası serebral morbiditenin temel nedeni genellikle kardiyopulmoner baypas olarak görülmüş(38) , ama KPB sonrası serebral hasarlanmanın nedeni daha çok etkene bağıymış gibi görünüyor. Yapılan çalışmalara göre ekstrakorporeal dolaşım sırasında ortaya çıkan mikroembolik yükün toplamı ile nöropsikolojik gerileme arasındaki bağlantı zaten ortaya konmuştur(39). Fakat daha sonraları, KPB hatlarında filtrelerin kullanımı ile hem mikroembolizm oranlarında hemde nöropsikolojik gerileme oranlarında belirgin bir azalma sağlanmıştır(40). Tüm bunlar KPB sonrası ortaya çıkan serebral hasarlanmanın önemli nedenlerinden birinin mikroembolizm olduğunu gösteriyor.

Diğer yandan, ekstrakorporeal dolaşım teknolojisindeki gelişmelerle birlikte son çalışmalar günümüzde açık kalp cerrahisini takiben ortaya çıkması beklenen nörokognitif fonksiyonlarda gerilemedeki belirgin düşüş, beklenildiği gibi tespit edilememiştir. Westaby ve ark.(41) ile diğer bazı otörler(42-43) KPB kullanılarak veya kullanılmadan yapılan koroner cerrahisinden sonra benzer nöropsikolojik insidanslar bildirmişlerdir. Annemieke ve çalışma arkadaşları(44) ameliyattan 1 yıl sonra KABG hastalarında, kendilerinin bildirdiği kognitif bozukluklarda belirgin bir artışa rastlamamışlar. Hatta pompalı veya pompasız yapılan KABG vakalarında da kognitif bozukluk anlamında bir farklılığa rastlayamamışlar. Fakat şaşırtıcı olarak bunun aksine, sağlıklı kontrol gruplarında bildirilen kognitif bozukluklar CABG hastaları için bildirilenden daha fazlaymış. Bu bulgulara göre KABG, pompa kullanılsın veya kullanılsın, ameliyattan 1 yıl sonra kişisel gözlemlerle yapılan kognitif bozukluk incelemesinde belirgin bir düşüşe neden olmadığı belirtilmiştir. Selnes'in gözlemlerine(45) göre, cerrahi hastaları ve kontrol grubunda önce, sonra ve takiplerde yapılan testlerdeki değişiklikler birbirine benzemiş ve iki grup arasında anlamlı bir farklılık gözlememişler. Bu verilerden yola çıkarak KABG sonrasında erken postoperatif değişikliklerin geçici ve 3 ay içinde geri dönebilir olduğunu öngörmüşler.

Diğer taraftan aortik arkus onarımları, arkı dolaşımdan ayırmak gerekeceğinden majör nörolojik komplikasyon için artmış bir risk yüklemektedir. Tekrar edecek olursak onarım sırasında beyine ark yoluyla giden kan akımının kesilmesinden sonra ortaya çıkabilecek problemlerin üzerinden gelebilmek için bir çok yaklaşımlar ve teknikler denenmiştir. Bunlar derin hipotermi ve total

sirkulatuar arrest, retrograd serebral perfüzyon ve pek çok varyasyonla uygulanan antegrad serebral perfüzyondur. Svensson ve çalışma arkadaşları(46) aortik ark operasyonları sırasında kullanılan 3 teknik arasında nörokognitif fonksiyonlar açısından bir farklılık gözlememişler.

Antegrad perfüzyon tekniklerinin uygulanan pek çok şekli vardır. Frist ve ark.(47) innominate arter veya sol karotis arter yoluyla tek taraflı düşük debili beyin perfüzyonu tekniğini tanımlamışlardı. Bizim grubumuzda bu kanülasyon sahasını sağ brakial artere taşıyarak bu tekniği modifiye etmiştik. Bu tekniğin temel avantajı daha öncede belirtildiği gibi basitliği ve güvenilirliğidir, bu sayede derin hipoterminin tüm organizmaya olan istenmeyen etkilerinden kaçınılıyordu(11,48).

Son zamanlarda yapılan çalışmalarda; antegrad serebral perfüzyon kullanılarak yapılan aortik arkus onarımlarda, düşük majör nörolojik komplikasyon insidansları bildirilmiştir. Svensson ve çalışma arkadaşları(46), aortik arkus onarımlarında antegrad serebral perfüzyon kullanımının koruyucu bir etkisinin ve diğer tekniklerden farkı olmadığını bildirmişler. Aynı çalışmada, nörokognitif defisitlerin tanımlanmasında en uygun metodun hastanın ancak ilk preoperatif değerlendirilmesi sırasında tanı konabilecek yeni bir defisit ile mümkün olabileceğini bildirmişler.

Yukarıda bahsedilen çalışma daha çok farklı serebral koruma metodlarının postoperatif olarak sonuçlarının karşılaştırılması esasına dayandırılarak yapılmış. Bizim çalışmamız ise, antegrad serebral perfüzyon tekniğinin sağ ve sol hemisfer

nörokognitif fonksiyonları üzerine preoperatif, postoperatif ve uzun dönem sonuçlarını karşılaştırmak üzere planlandı.

Biz çalışmamızda postoperatif yapılan nörokognitif testlerin hiçbirinde gerileme tesbit etmedik. Örneğin AVLT sol temporal lob hasarlanmalarını tesbit için özellik gösterir, ST ise frontal özellikle dominant lob hasarlanmaları için özelleşmiş bir testtir ve prosedür sonrasında heriki testte de herhangi bir gerileme veya bozulma tespit edilmedi. Bunun aksine sonuçlar bölümünde görüldüğü gibi bazı testlerin sonuçlarında belirgin iyileşmeler tespit edildi. Sonuçlar değerlendirildiğinde; test sonuçlarının preoperatif dönemde anksiyetenin etkisiyle düşük çıktığına ve ameliyat sonrasında anksiyetenin azalmasıyla ortaya çıkan nörokognitif fonksiyonlarda iyileşme tablosunun yanıltıcı olduğuna karar verdik. Fakat bu noktada vurgulamak istediğimiz; selektif antegrad serebral perfüzyon kullanarak yapılan aortik arkus onarımı hastalarında, operasyon sonrası ve uzun dönemde yapılan nörokognitif değerlendirmede testlerde herhangi bir gerileme görülmemiştir.

Tek taraflı selektif serebral antegrad perfüzyon uygulanan hastalarda temel endişe uyandıran nokta kontrateral hemisferin perfüzyonunun yeterliliğidir. Hipotetik olarak Willis poligonundaki kominikan arterlerden bir tanesinin yokluğu hipoperfüzyon riski taşımaz; çünkü sağ brakial arter yoluyla gelen kan, tüm beyni vertebral, baziler ve internal karotid arter yollarıyla yeterince besleyebilmektedir. Kontrateral lob hipoperfüzyonu gelişebilecek tek durum, hem anterior hemde posterior kominikan arterlerin sol tarafta birlikte yokluğu durumudur; fakat bu durum çok nadir görülür ve bu konuya işaret eden literatüre

rastlanmadı. Fakat bu durum gerçekleşse bile sadece frontal ve temporal kısımlar etkilenecektir(22). Di Eusanio ve arkadaşları(50); ark tamirlerinde antegrad perfüzyon kullanırken, serebral dolaşımın preoperatif değerlendirilmesi için Doppler ultrasonografi, dijital substraksiyon anjiyografi ve hem ekstrakranyal hemde intrakranyal damarların transkranyal Doppler ultrasonografisinin yapılmasını öneriyorlar.

Yaptığımız bir başka çalışmada; transkranyel doppler (TCD) ile sağ ve sol orta serebral arterin akım hızlarını, düşük debili selektif serebral antegrad perfüzyon öncesinde, sırasında ve sonrasında ölçtük. Antegrad serebral perfüzyon sırasında sol taraf akım hızlarında anlamlı bir azalma gözledik. Ancak akımın tamamen durduğu bir vakaya rastlamadık(49). Nörolojik sonuçlarımızdan yola çıkarak, bu azalmış debinin 26°C'de sol hemisferin metabolizmasını sağlamaya yetecek derecede olduğunu söyleyebiliriz.

Bizim tecrübemize göre, antegrad perfüzyon sırasında sol komon karotid arter ve subklavyan arterler yoluyla geri dönen kanın görsel olarak onaylanması, kontrateral hemisferik perfüzyonu için önemli bir belirteçdir. Tüm vakalarda yapılan gözlemlerde geri dönen kan miktarları yeterliydi.

8-SONUÇ:

Aort ve Arkus Aorta cerrahi hastalıklarının tedavisinde mortalite ve morbiditenin en önemli belirteçlerinden biri, kullanılan serebral koruma yöntemlerinin etkinliği olmuştur. Biz, selektif antegrad serebral perfüzyon kullanarak opere ettiğimiz 15 hasta üzerinde yaptığımız bu çalışmada; hastaların preoperatif, postoperatif, postoperatif 2.ay ve uzun dönemde (36-45.aylarda) uygulanan nörokognitif fonksiyon testlerinin değerlendirmelerinde istatistiksel olarak anlamlı bir gerileme belirlemedik.

Sağ Brakiyal Arter yoluyla Selektif Antegrad Serebral Perfüzyon tekniği teknik olarak uygulanması kolay, cerraha daha iyi konfor ve exposure sağlayan bir yöntemdir. Arkus tamiri için daha uzun güvenli zaman kazandırır, daha kısa süreli kardiyopulmoner bypass sürelerine ihtiyaç duyar. Kanama ve retrograd serebral embolizasyon komplikasyonları daha nadir görülür.

Bu çalışma sonunda elde ettiğimiz sonuçlara göre; sağ brakiyal arter yoluyla uygulanacak düşük debili selektif antegrad serebral perfüzyon, Aortik Arkus onarımı yapılacak hastaların büyük çoğunluğunda nörokognitif fonksiyonları geriletmeden, düşük mortalite ve morbidite ile güvenle kullanılabilir.

9-ÇALIŞMANIN SINIRLILIĞI:

Yapılan bu çalışmanın sınırlılığının sebebi; hasta sayısının az olması olabilir, fakat bunun temel sebebi acil vakaların çalışmaya dahil edilmiyor olması, hastaların düşük eğitim seviyesi nedeniyle nörokognitif fonksiyon testlerini tamamlayamamış olmaları ve düşük ekonomik düzey nedeniyle kontrollerine gelememiş olmalarındandır.

10-ÖZET:

Çalışmanın amacı, Aort ve Arkus cerrahisi ameliyatları yapılan ve orta derecede hipotermi(28°C) ile birlikte sağ brakiyal arter yoluyla selektif serebral antegrad perfüzyon uygulanan hastalarda; preoperatif, postoperatif , postoperatif 2.ayda ve uzun dönemde postoperatif 36-45. ay aralığında nörokognitif testler uygulayarak , kullanılan serebral koruma yönteminin etkinliğini ortaya koymaktır.

Kullandığımız testlerle; uygulama öncesi depresyon ve anksiyeteyi belirlemek ve sonrasında hem sağ hemde sol hemisfer nörokognitif fonksiyonlarını değerlendirmek amaçlandı.

Yapılan değerlendirmeler sonucunda; Aort ve Arkus cerrahisi ile birlikte kullandığımız sağ brakiyal arter yoluyla selektif antegrad perfüzyon ile serebral koruma yönteminin etkin ve uzun dönemde de güvenilebilir olduğu sonucuna vardık.

11-KAYNAKLAR:

1. Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM, et al. Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. Multicenter Study of Perioperative Ischemia Research Group and Education Foundation Investigators. *N Engl J Med* 1996;335:1857–63.
2. Borst HG, Schaudig A, Rudolph W. Arteriovenous fistula of the aortic arch: Repair during deep hypothermia and circulatory arrest. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 1964;48:443-7.
3. Ueda Y, Miki S, Kusuhara K, Okita Y, Tahata T, Yamanaka K. Surgical treatment of aneurysm or dissection involving the ascending aorta and aortic arch, utilizing circulatory arrest and retrograde cerebral perfusion. *J Cardiovasc Surg (Torino)* 1990;31:553-8.
4. Coselli JS, LeMaire SA. Experience with retrograde cerebral perfusion during proximal aortic surgery in 290 patients. *J Cardiac Surg* 1997;12(2suppl):322-5.
5. Westaby S, Katsumata T, Vaccari G. Arch and descending aortic aneurysms: influence of perfusion technique on neurological outcome. *Eur J Cardiothorac Surg* 1999; 15:180-85.

6. Usui A, Oohara K, Liu TL, Murase M, Tanaka M, Takeuchi E, Abeet T. Comparative experimental study between retrograde cerebral perfusion and circulatory arrest. *J Thorac and Cardiovasc Surg* 1994;107:1228-36
7. Boeckxstaens CJ, Flameng WJ. Retrograde cerebral perfusion does not perfuse the brain in nonhuman primates. *Ann Thorac Surg* 1995;60:319-28.
8. Ye J, Yang L, Del Bigio MR, Summers R, Jackson D, Somorjai RL, Salerno TA, Deslauriers R. Retrograde cerebral perfusion provides limited distribution of blood to the brain: a study in pigs. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1997;114:660-5.
9. Kazui T, Washiyama N, Muhammed BAH, Terada H, Yamashita K, Takinami M. Improved results of atherosclerotic arch aneurysm operations with a refined technique. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;121:491–9.
10. Jacobs MJ, de Mol BA, Veldman DJ. Aortic arch and proximal supraaortic arterial repair under continuous antegrade cerebral perfusion and moderate hypothermia. *Cardiovasc Surg* 2001;9:396–402.
11. Taşdemir O, Sartıaş, A, Küçüker S., Özatik MA, Şener E. Aortic arch repair with right brachial artery perfusion. *AnnThorac Surg* 2002;73:1837–42.
12. Bachet J, Guilmet D, Goudot B, Dreyfus GD, Delentdecker P, Brodaty D, Dubois C. Antegrade cerebral perfusion with cold blood: a 13 years experience. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1874-8.

13. Hagl C, Ergin MA, Galla JD, Lansman SL, McCullough JN, Spielvogel D, Sfeir P, Bodian CA, Griep RB. Neurologic outcome after ascending aorta/aortic arch operations: effect of brain protection technique in high risk patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2001;121:1107-21.
14. Neri E, Massetti M, Capannini G, Carone E, Tucci E, Diciolla F, Prifti E, Sassi C. Axillary artery cannulation in type A aortic dissection operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1999;118:324-2.
15. Strauch JT, Spielvogel D, Lauten A, Lansman SL, McMurtry K, Bodian CA, Griep RB. Axillary artery cannulation: routine use in ascending aorta and aortic arch replacement. *Ann Thorac Surg* 2004;78:103-8.
16. Ergin MA, Galla JD, Landsman SL, Quintana C, Bodian C, Griep RB. Hypothermic circulatory arrest in operations on the thoracic aorta: determinants of operative mortality and neurologic outcome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1994;107:788–99.
17. Svensson LG, Crawford ES, Hess KR, et al. Deep hypothermia with circulatory arrest. Determinants of stroke and early mortality in 656 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1993;106:19–31.
18. Higani T, Kozawa S, Asada T, et al. Retrograde cerebral perfusion versus selective cerebral perfusion as evaluated by cerebral oxygen saturation during aortic arch reconstruction. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1091–6.
19. Juvonen T, Zhang N, Wolfe D, et al. Retrograde cerebral perfusion enhances cerebral protection during prolonged hypothermic circulatory

- arrest: a study in a chronic porcine model. *Ann Thorac Surg* 1998;66:38–50.
20. Dossche KM, Schepens MAAM, Morshuis WJ, Muysoms FE, Langemeijer JJ, Vermeulen FEE. Antegrade selective cerebral perfusion in operation on the proximal thoracic aorta. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1904–19.
21. Ueda T, Shimizu H, Ito T, et al. Cerebral complications associated with selective perfusion of the arch vessels. *Ann Thorac Surg* 2000;70:1472–7.
22. Gabella G. Cardiovascular system. In: Williams PL, Bannister LH, Martin MB, et al., eds. *Gray's anatomy*. New York: Churchill Livingstone, 1995:1451–626.
23. Macchi C, Catini C, Federico C, et al. Magnetic resonance angiographic evaluation of circulus arteriosus cerebri (circle of Willis): a morphological study in 100 human subjects. *Ital J Anat Embryol* 1996;101:115–23.
24. Hoksbergen AWJ, Legemate DA, Ubbink DT, Jacobs MJHM. Collateral variations in circle of Willis in atherosclerotic population assessed by means of transcranial color coded duplex ultrasonography. *Stroke* 2000;31:1656–60.
25. Schomer DF, Marks MP, Steinberg GK, et al. The anatomy of the posterior communicating artery as a risk factor for ischemic cerebral infarction. *N Engl J Med* 1994;330:1565–70.
26. Sabik JF, Lytle BW, McCarthy PM, Cosgrove DM. Axillary artery: an alternative site of arterial cannulation for patients with extensive aortic and peripheral vascular disease. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;109:885–91.

27. Bichell DP, Balaguer JM, Aranki SF, et al. Axilloaxillary cardiopulmonary bypass: a practical alternative to femorofemoral bypass. *Ann Thorac Surg* 1997;64:702–5.
28. Zigmond AS, Snoith RP. The hospital anxiety and depression scale. *Acta Psychiatr Scand* 1983;67:361–70.
29. Raven JC. The Raven progressive matrices: a review of national norming studies and socioeconomic variation within the United States. *J Educat Measur* 1989;26:1–16.
30. Benton AL, Varney NR, Hamsher KD. Visuospatial judgment. A clinical test. *Arch Neurol* 1978;35:364–7.
31. Toma RJ, Tsao YC. Interference effects in the picture-word. Stroop task. *Percept Mot Skills* 1985;64:223–8.
32. Lezak MD. *Neuropsychological assessment*. 3rd ed. New York: Oxford University Press, 1995.
33. Kilpatrick C, Murrie V, Cook M, Andrewes D, Desmond P, Hopper J. Degree of left hippocampal atrophy correlates with severity of neuropsychological deficits. *Seizure* 1997;6:213–8.
34. Newmann MF, Kircher LJ, Phillips-Buke B, et al. Longitudinal assessment of neurocognitive function after coronary artery bypass grafting. *N Eng J Med* 2001;6:369–402.
35. Borowicz LM, Goldsborough MA, Selnes OA, McKhann GM. Neuropsychologic change following cardiac surgery: a critical review. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1996;10:105–12.

36. Selnes OA, Goldsborough MA, Borowicz LM, McKhann GM. Neurobehavioral sequelae of cardiopulmonary bypass. *Lancet* 1999;353:1601–6.
37. Van Dijk D, Keizer AMA, Diephuis JC, Durand C, Vos LJ, Hijman R. Neurocognitive dysfunction after coronary artery bypass surgery: a systematic review. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2000;120:632–9.
38. Roach GW, Kanchuger M, Mangano CM, et al. Adverse cerebral outcomes after coronary bypass surgery. *N Engl J Med* 1996;335:1857–63.
39. Sylivris S, Levi C, Matalanis G, et al. Pattern and significance of cerebral micro emboli during coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1998;6:1674–8.
40. Pugsley W, Klinger L, Paschalis C, Aspey B, Newman S, Harrison M. Microemboli and cerebral impairment during cardiac surgery. *Vasc Surg* 1990;24:71–84.
41. Westaby S, Saatvedt K, White S, Katsumata T, Van Oeveren W, Halligan PW. Is there a relationship between cognitive dysfunction and systemic inflammatory response after cardiopulmonary bypass? *Ann Thorac Surg* 2001;71:667–72.
42. Taggart DP, Browne S, Halligan P, Wade DT. Is cardiopulmonary bypass still the cause of cognitive dysfunction after cardiac surgery? *J Thorac Cardiovasc Surg* 1998;118:414–20.

43. Andrew MJ, Baker RA, Kneebone AC, Knight JL. Neuropsychological dysfunction after minimally invasive direct coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 1998;66:1611–7.
44. Annemieke MA, Keizer AM, Hijman R, Van Dijk D, Kalkman CJ, Kahn RS. Cognitive self-assessment one year after on-pump and off-pump coronary artery bypass grafting. *Ann Thorac Surg* 2003;75:835–8.
45. Selnes OA, Grega MA, Borowicz LM, Royall RM, McKhann GM, Baumgartner WA. Cognitive changes with coronary artery disease: a prospective study of coronary artery bypass graft patients and nonsurgical controls. *Ann Thorac Surg* 2003;75:1377–86.
46. Svensson LG, Nodolny EM, Penney DL, et al. Prospective randomized neurocognitive and S-100 study of hypothermic circulatory arrest, retrograde brain perfusion, and antegrade brain perfusion for aortic arch operations. *Ann Thorac Surg* 2001;71:1905–12.
47. Frist WH, Baldwin JC, Starnes VA, et al. A reconsideration of cerebral perfusion in aortic arch replacement. *Ann Thorac Surg* 1986;42:273–81.
48. Küçüker ŞA, Özatik MA, Sarıtaş A, Taşdemir O. Arch repair with unilateral antegrade cerebral perfusion. *Eur J Cardiothorac Surg* 2005; 27: 638-43.
49. Karadeniz U, Erdemli Ö, Ozatik MA, Yamak B, Demirci A, Küçüker ŞA, Sarıtaş A, Taşdemir O. Assessment of cerebral blood flow with transcranial Doppler in right brachial artery perfusion patients. *Ann Thorac Surg* 2005; 79: 188-93.

50. Di Eusanio M, Schepens MA, Morshuis WJ, Di Bartolomeo R, Pierangeli A, Dossche KM. Antegrade selective cerebral perfusion during operations on the thoracic aorta: factors influencing survival and neurologic outcome in 413 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;124:1080–6.

