

KARDİYOPULMONER BYPASS PROTOKOLÜ



ACIBADEM BAKIRKÖY HASTANESİ KALP ve DAMAR CERRAHİSİ BÖLÜMÜ

Prof Dr. Tayyar Sarioğlu

Op.Dr. Yusuf Kenan Yalınbaş

Op.Dr. Ersin Erek

Op.Dr. Ece Salihoğlu

Op.Dr. Tamer Turan

Op.Dr. Yasemin Mamur

Op.Dr. Oya Rendeci

Uz. Dr. Ayşe  olakoğlu

Uz. Dr. Banu Soykan

Perf. Selim Morgül

Perf. Tarık Demir

Son revizyon tarihi: 14.10.2005

Bu doküman Acıbadem Kalp Merkezi, Bakırköy Hastanesi, Kalp-Damar Cerrahisi Bölümü' ne aittir. İzensiz  oğaltılamaz. Bölüm dışına çıkarılamaz.

ÖNSÖZ

Bu protokol, Acıbadem Bakırköy Hastanesi, Kalp ve Damar Cerrahisi Kliniği'nde yapılan kardiyopulmoner bypass uygulamalarının standartlarını dökümante etmek, sürekliliğini sağlamak amacıyla hazırlanmıştır. Kalp ameliyatları sırasında kardiyopulmoner bypass aracılığıyla gerçekleştirilen perfüzyon desteği, hastanın yaşamsal fonksiyonları açısından kritik öneme sahiptir. Perfüzyon uygulamasının belirli bir protokole bağlı olarak standardize edilmesi, olası cihaz veya kullanıcı hatalarının önlenebilmesi bakımından büyük önem arzeder..

Bu protokolde yazılı olan kurallar elbette, genel tecrübe, bilgi birikimi ve inisiyatiflerin yerini tutamaz. Bu protokolün amacı, uygulamaların doğru bir şekilde ve zamanında gerçekleştirilebilmesi için bir kılavuz oluşturmaktır. Kardiyopulmoner bypass, pek çok parametrenin birlikte değerlendirilmesini gerektiren kompleks bir uygulamadır ve anlık değişikliklere karşı anında, doğru kararlar verilerek perfüzyonun emniyetinin ve etkinliğinin sürdürülebilmesi ancak, perfüzyonist, anesteziist ve cerrah arasında iyi bir iletişim ve uyumlu bir ekip çalışması ile sağlanabilir.

Prof Dr. Tayyar Sarıoğlu

Acıbadem Kalp Merkezi

Acıbadem Bakırköy Hastanesi

Kalp Damar Cerrahisi Bölüm Başkanı

İÇİNDEKİLER

A. Perfüzyon hazırlığı

- Hasta bilgisi
- KPB teknik ön hazırlık
- Prime volüm hazırlanması

B. Perfüzyon tekniği

- Antikoagülasyon, fizyolojik ve hemodinamik monitorizasyon
- Medikasyonlar
- KPB' in başlatılması
- Soğuma ve ısınma
- KPB' in sonlandırılması (weaning)
- DHCA
- Antegrad Selektif Serebral Perfüzyon
- Retrograd Serebral Perfüzyon
- Pulsatil flow
- Masif hava embolisi

C. Tablolar

- Hasta ağırlığına göre seçilecek oksijenatör ve tübing setleri
- Oksijenatör ve tübing set prime volümleri:
- Uygulanan hipotermiye göre istenilen Htc ve pompa debisi değerleri
- Vücut Kan volümü
- Çaplarına göre hat volümleri
- BSA formülü ve cetveli
- BSA' ya göre, kan akımı, normal kalp kapak çapları ve kullanılacak kanül çapları

D. İlave protokoller

- Kan ve kan ürünleri hazırlık protokolü
- Pompa Bağlantılı Kan Kardiyoplejisi Uygulama Protokolü
- Ultrafiltrasyon şemaları

A. PERFÜZYON HAZIRLIĞI

Hasta Bilgisi

Ameliyattan önce, hastanın bilgileri “perfüzyon kayıt formu”na işlenir. Perfüzyonist, hastanın dosyasını inceleyerek, gerektiğinde anestezi uzmanı ve cerrah ile görüşerek hasta hakkında ayrıntılı bilgi sahibi olur. Bu bilgi:

- Hastanın kimlik bilgileri, yaşı, kilosu, BSA.
 - Patoloji ve yapılacak ameliyatın cinsi,
 - aciliyet durumu,
 - reoperasyon olup olmadığı,
 - cerrahi yaklaşım,
 - olası ameliyat süresi,
 - hemofiltrasyon gerekliliği,
 - uygulanacak hipotermi derecesi,
 - pulsatil flow istenip istenmediği,
 - kanülasyon şekli,
 - kardiyopleji yöntemi,
 - kullanılacak malzeme ve protezler
 - hastanın Htc düzeyi
 - trombosit düzeyi
 - PT, INR, aPTT,
 - Seroloji, kan ve kan ürünleri hazırlığı,
 - renal ve hepatik fonksiyonlar,
 - kardiyak fonksiyon,
 - aritmi,
 - aort kapak yetersizliği,
 - karotis ve periferik arter hastalığı mevcudiyeti,
 - allerji,
 - kan gazı, elektrolit seviyeleri
- gibi parametreleri içerir.

Kardiyopulmoner bypass (KPB) ön hazırlık:

1. Perfüzyonist, hastanın vücut yüzey alanı (BSA)' sına göre olması gereken aort kapak, pulmoner arter, mitral kapak ve triküspit kapak çaplarını skaladan bularak perfüzyon formuna kaydeder. Kullanılacak kanüllerin cinsleri ve çapları Tablo 7' deki skalaya göre saptanır ve hazırlanır.
2. Hastanın kilosuna uygun oksijenatör ve tübing set, sterilizasyon kurallarına uygun olarak kurulur (Tablo 1). Pompa başları ile hasta arasındaki mesafe, mümkün olduğu kadar kısa tutularak, prime volüm azaltılmaya çalışılır. Sterilizasyon tarihleri ve oksijenatör, tubing set ve kanüllerin paketlerinde hasar olup olmadığı kontrol edilir.
3. Perfüzyon monitorizasyonu: (standart anestezi monitorizasyonları hariç)
 - nazofarengeal ısı,
 - rektal ısı (uzun süreli kompleks operasyonlarda ve DHCA uygulanacak hastalarda)
 - venöz hat ısı
 - arteryel hat ısı
 - arteryel hat basıncı (erişkinlerde 150 – 180 mmHg ; çocuklarda 100 – 120 mmHg arasında tutulur. Mean arteryel basınç ile arteryel hat basıncı arasında > 100 mmHg gradient olması, kan travması oluşturması ve perfüzyonun emniyeti açısından istenmez. (Arteryel hat basıncı, > 300 mmHg değerlerinde kinking veya aort diseksiyonu akla gelmelidir.)
 - Rezervuar seviye dedektörü
 - Hava tuzluğu (bubble trap) (sadece 3/8 hat için mevcut)
 - Arteryel hat için flowmetre (sadece 3/8 hat için mevcut)
 - SpO2 (soket mevcut değil)
4. Arteryel ve venöz kanüller tablo'ya uygun olarak seçilir.
5. Oksijenatör ve kullanılacak ise hemofiltre 1 lt. % 0,9 NaCl solüsyonu ile yıkanır.
6. Prime volüm alındıktan sonra oksijenatör ve tübing setteki hava tamamen çıkarılır.

7. Pompanın oklüzyon ayarları yapılır. Pompa başlıklarının (arteryel, venöz, kardiyopleji ve suction line' ların) akım yönleri dikkatle gözden geçirilir.
8. Ameliyathane ısısı, hasta odaya alındığında 24 – 25 °C olmalıdır. Derin hipotermi ve sirkulatuvar arrest uygulanacak hastalarda, oda ısısı, hasta steril örtülerle örtüldükten sonra 18 °C' a düşürülür, ısınma aşamasında tekrar yükseltilir.
9. Prime volüme kan alınmış ise, % 25-30 O₂ ile 2 dk. oksijenlendirilir. Oksijenlendirme işleminden sonra prime volümden kan gazı örneği alınır ve anestezi uzmanına danışılarak, gerektiği kadar NaHCO₃ ilavesi yapılır.
10. Prime volüm, hastanın ısısından en fazla 10°C daha düşük olacak şekilde ısıtılır.

Prime volüm hazırlanması:

1. Erişkin Prime Volüm:

- | | |
|--------------------------|---------------------|
| i. Isolyte S | 1200 cc. |
| ii. % 20 Mannitol | 150 cc. (0,5 gr/kg) |
| iii. Heparin | 5000 U |
| iv. Sefazolin | 1 gr. |

(Hasta Htc \leq % 32 ise 1 U tam kan veya eritrosit süspansiyonu prime' a eklenir. Isolyte S miktarı 400 cc azaltılır.)

2. Pediatrik Prime Volüm:

Prime volüm miktarı, kullanılan oksijenatör ve tubing sete göre (tablo 2) hazırlanır.

- | | |
|---|---------------------------------------|
| i. Isolyte S* | |
| ii. Heparinli taze tam kan veya eritrosit süspansiyonu*(<10 kg veya 1 yaş) | |
| iii. Taze donmuş plazma* | 50 cc/ 100 cc |
| veya yok ise % 20 human albumin | 20 cc/ 100 cc |
| (Hedef prime albumin konsantrasyonu % 4 - 5 olmalıdır.) | |
| iv. Heparin | 1 mg / kg |
| (Heparinli taze kan alınmış ise, heparin miktarı aynı oranda azaltılır.) | |
| v. % 20 Mannitol | 2,5 cc/kg (0,5 gr/kg) (> 10 kg. ise) |
| vi. NaHCO ₃ | 10 mEq |
| vii. Sefazolin | 20 mg/kg |

* Prime' a eklenecek kan, TDP ve kristalloid mayi miktarı, hastanın kilosu, istenilen hipotermi ve Htc düzeyine (tablo 3) göre aşağıdaki formül kullanılarak hesaplanır.

$$\text{İstenilen Htc} = \frac{\text{Hastanın RBC volümü} + \text{Prime RBC volümü}}{\text{Total kan volümü} + \text{Prime volümü}}$$

Hastanın RBC (red blood cell) volümü = Total kan volümü x Hastanın Htc

Prime RBC volümü = Prime volümü x Prime Htc

Total kan volümü= Kg x kan volümü (tablo 4)

Örnek :

Hasta 10 kg. ve Htc: 30

Hastanın pompadaki Htc seviyesinin 25 olması isteniyor.

Kullanılacak olan oksijenatör ve tubing set için toplam prime volüm: 400 cc.

Hastanın total kan volümü: 85 x 10 = 850 cc.

Hastanın RBC volümü: 0,30 x 850 = 255 cc.

Formül: $0,25 = 255 + \text{PRBC} / 850 + 400$

$$0,25 = 255 + \text{PRBC} / 1250$$

$$0,25 \times 1250 = 255 + \text{PRBC}$$

$$312,5 = 255 + \text{PRBC}$$

$$57,5 = \text{PRBC}$$

Formüle göre PRBC (prime volüm RBC miktarı 57,5 cc. dir. Bu RBC miktarı, Htc seviyesi yaklaşık % 70 olan bir eritrosit süspansiyonu (ES) kullanılarak karşılanacak ise,

Alınacak ES miktarı = $57,5 / 0,7 = 82$ cc. dir.

Yani 400 cc.lik prime volümün 82 cc.' si ES, geri kalanı, yarı yarıya TDP (veya belirtilen dozda albümin) ve kristalloid solüsyondan hazırlanacaktır.

3. Prime volüme kan eklenecek durumlarda 10 kg. (veya 1 yaş) altındaki hastalarda heparinli taze kan; 10 kg. üzerindeki hastalarda 48 saatten eski olmamak koşulu ile eritrosit süspansiyonu kullanılır.

B. PERFÜZYON TEKNİĞİ

Antikoagülasyon ve fizyolojik hemodinamik monitorizasyon:

1. Hastanın anestezi hazırlığı tamamlandığında, inisiyal ACT (activated clotting time) değeri ölçülür. Heparin, hasta kanüle edilmeden en az 10 dk. önce 4 mg/kg dozunda IV olarak yapılır. Beş dakika sonra ACT kontrol edilir. Yeterli antikoagülasyondan emin olmak için ACT' nin 480 sn ve üzerinde tutulması gerekir. ACT' nin yükselmediği durumlarda antitrombin III eksikliği veya heparin rezistansı akla gelmelidir. Bu durumda, Antitrombin III konsantrisi ve/veya TDP kullanılabilir. Heparin dozunun 2 veya 3 kez tekrar edilmesi gerekebilir. Kardiyopulmoner bypass (KPB) başlatıldıktan 10 dk. sonra ve sonrasında saatlik olarak ACT tekrar edilir. Yeterli ACT düzeyi sağlanacak şekilde ilave heparin yapılabilir. Kısa süreli KPB sürelerinde ACT, hasta ısıtılırken tekrar kontrol edilir. KPB' dan çıktıktan sonra, hastanın hemodinamisinin stabil, yapılan tamirin yeterli ve KPB desteğinde onarılmayı gerektiren bir kanamanın bulunmadığından emin olunduktan sonra, hastaya IV yolla yavaş olarak protamin verilir. Protamin dozu, 1 mg heparin için, 1 mg. Protamin olacak şekildedir. Çocuklarda protamin dozu, heparin dozunun 1,5 katı kadar olabilir. Sonrasında tekrar ACT bakılarak heparin nötralizasyonunun yeterli olup olmadığı değerlendirilir.
2. KPB' a başlamadan önce O2 ve kuru hava bağlantıları yapılmış ve kontrol edilmiş olmalıdır. Standart hastalarda FiO2: % 60 ve hava akımı BSA' nın 1,5 katı olacak şekilde (erişkinlerde 2,5 lt/dk) KPB' a başlanır. Kan gazı değerlerine göre, PCO2 düzeyi yüksek ise, hava akımı artırılır, düşük ise azaltılır. PO2: 85 – 170 ; PCO2: 30 – 40 mmHg arasında tutulur. Siyanotik hastalarda FiO2 % 30 ile KPB' a başlanır. İlk kan gazında PO2, 60 – 70 mmHg olması sağlanarak FiO2 dereceli olarak artırılır.
3. KPB başlangıcından 10 dk. sonra, 40. dk.' da ve sonrasında 1 saatlik aralıklarla arteriyel kan gazı bakılır. 40. dk.' da arteriyel kan gazı ile birlikte santral venöz (mikst venöz) kan gazı bakılarak, perfüzyonun yeterliliği değerlendirilir. Uzun süreli kardiyopulmoner bypass uygulamalarında, santral venöz kan gazı

tekrarlanabilir. Santral venöz kan gazında PO₂: 30 – 40 mmHg; SpO₂: 70 - 75 civarında olmalıdır.

4. KPB sırasında α -stat stratejisi uygulanır. Isıya bakılmaksızın, asidoz korrekte edilir ve kan gazlarında PCO₂ seviyesi 35 – 45 mmHg civarında tutulur.
5. KPB sırasında mean arteriyel basınç, erişkinlerde 60 – 70 mmHg, çocuklarda 45 – 55 mmHg arasında tutulur.
6. KPB sırasında beyin hasarı riskini artırabileceği için hiperglisemiden (> 300 mg/dl) kaçınılmalıdır. Gerekirse insülin perfüzyonu kullanılabilir.
7. KPB sırasında hastanın ısı, mean arteriyel basınç, venöz dönüş, pompa flow'u, kardiyopulmoner bypass ve aort klemp süresini içeren bilgi, 20' şer dakikalık aralıklarla, sesli olarak cerraha bildirilir.

Medikasyonlar:

1. Heparinizasyon ile birlikte, pediatrik hastalarda 30 mg/ kg prednizolon (prednol) yapılır. Erişkin hastalarda prednizolon rutin olarak verilmez.
2. Tranexamic asit (transamin), tüm hastalarda rutin olarak anestezi induksiyonundan hemen sonra ve protamin verildikten sonra olmak üzere 2 kez IV olarak yapılır. Pediatrik hastalardaki doz başına 25 mg/kg, erişkinlerde ise doz başına 1 gr. dır. Kanama riski yüksek hastalarda doz artırılabilir.
3. Phentolamine (Regitin), Erişkin ve pediatrik tüm hastalarda KPB' a başladıktan 10 dk. sonra ve hasta ısıtılmaya başlarken olmak üzere en az 2 kez, 0,2 mg/kg dozunda yapılır.

KPB' in başlatılması:

1. Arteriyel ve venöz kanülasyonlar yapıldıktan sonra, arteriyel ve venöz line' lar üzerindeki klemler kaldırılır.
2. Sağ ve sol atriyum basınçlarının çok yüksek ve kalbin çok dolu olduğu, sistemik ve pulmoner hipertansif hastalarda, aort anevrizması veya diseksiyon bulunan hastalarda, arteriyel perfüzyon başlatılmadan önce, venöz line açılarak, yavaş yavaş hastadan 10 – 15 cc/kg kanın rezervuara toplanmasına müsaade edilir. Bu esnada, arteriyel basıncın 60 – 70 mmHg altına düşürülmemesine dikkat edilir.

Daha sonra arteryel perfüzyon başlatılarak, flow, yavaş yavaş yükseltilir. Genel olarak, tam debiye ulaşmak için geçen süre, en az 2 – 3 dk. olmalıdır.

3. Pediatrik hastalarda PDA veya daha önceden yapılmış sistemik – pulmoner şant var ise, yarı flowda iken PDA ve şant kapatılır. Gerekiyorsa sol atriyal sump yerleştirilir. Daha sonra tam debiye çıkılır.
4. KPB' a geçilmesi ile birlikte, hasta soğumaya başlatılır.
5. Total bypass' a geçildikten sonra, inferior ve superior vena kava kanülleri, teker teker klemlenerek venöz dönüşlerin yeterli olup olmadığı kontrol edilir.
6. Hedeflenen hipotermiye ulaşılan kadar tam debi (2,2 – 2,4 L/dk/m²) ile çalışılır. Cerrah, prosedür gereği zaman zaman flow' un azaltılmasını isteyebilir.

Soğuma ve ısınma:

1. Soğuma sırasında, perfüzyat ile nazofaringeal – rektal ısı farkı 12 °C' ı geçmemelidir. Perfüzyat ısı, hedeflenen hipotermi derecesinin altına düşürülmez.
2. Rektal ısı ile nazofaringeal ısı arasındaki fark, 5 °C' ı aşmamalıdır.
3. Isınma sırasında, perfüzyat ile nazofaringeal – rektal ısı farkı 10 °C' ı geçmemelidir. Perfüzyat ısı, 38 °C' ın, ısıtıcı – soğutucu ünitesindeki ısı ise, 42 °C' ın üzerine çıkarılmaz. Isınma hızının, her 3-5 dk.' da 1°C artış olacak şekilde ilerlemesi optimal olarak kabul edilir.
4. Hemofiltre, kompleks konjenital kalp ameliyatlarında, kardiyopulmoner bypass zamanı uzun sürmüş (> 150 dk.) veya uzun sürme ihtimali olan hastalarda kurulur. Hemofiltrasyona hasta ısıtılırken, 28 - 30 °C'a ulaştığında başlanır ve istenilen Htc seviyesine gelene kadar veya istenilen miktarda sıvı filtre edilene kadar devam edilir.
5. KPB sonlandırıldıktan sonra, pompa suchion'ları protamin yarılanana kadar toraks kavitesinde biriken kanı aspire edebilir. Oksijenatör rezervuarında kalan kan, steril olarak torbaya alınır ve gerektiğinde kullanılmak üzere anestezi uzmanına teslim edilir.
6. Pompa, cilt kapatılana kadar arter ve venöz hattaki sıvı seviyesi muhafaza edilerek her an tekrar KPB' a başlanabilecek şekilde hazır durumda bekletilir.

KPB' in sonlandırılması (weaning):

1. Cerrahi tamirin tamamlanmasına 15 – 20 dk. kala hasta ısıtılmaya başlanır.
2. Cerrahi prosedür tamamlandıktan sonra, aorta klempı açılmadan önce, kalpten hava çıkarma işlemi (deairing) yapılır. Bu amaçla önce, sol atriyumı direkt olarak injekte edilen serum ve/veya venöz oklüzyon yoluyla, hastaya pompadan volüm verilerek kalp doldurulur. Asandan aortadaki kardiyopleji kanülünden suction yapılmaya başlanırken, anestezi tarafından ventilasyon başlatılarak kalpten hava çıkarılması sağlanır. Pompa akımı, 0,5 L/dk/m²' ye azaltılarak aort klempı kaldırılır. Bu esnada kardiyopleji hattındaki suction artırılır. Suction hızı, erişkin hastalarda 100 – 150 cc/dk; çocuk hastalarda 25 – 50 cc/dk. olmalıdır. Pompa flow'u yavaş yavaş tam debiye yükseltılarak kontrollü reperfüzyon sağlanmış olur.
3. İntrakardiyak tamir yapılmış olan hastalarda sağ atriyum kapatılarak, vena kava snare' leri gevşetilir ve parsiyel bypass' a geçilir.
4. Cerrahi insizyonlar gözden geçirilerek kanama kontrolü yapılır. İntrakardiyak suction' lar durdurulur. Erişkin hastalarda 50 – 100 cc; çocuk hastalarda 20 – 40 cc. Tekrarlayan volümler verilerek, kalp yeterince dolu hale getirilir.
5. Yeterli kardiyak kontraktile, hız ve hemodinamik stabilite sağlandıktan sonra, sol ve sağ atriyum basıncı, arteryel basınç dikkate alınarak pompa flow' u dereceli bir şekilde önce 1,8 L/dk/m², sonra 1,2 L/dk/m² ve 0,5 L/dk/m²' ye düşürülerek KPB' a son verilir. Önce SVC, sonra IVC kanülleri çıkarılır.

Derin Hipotermik Sirkulatuar Arrest (DHCA) :

1. Standart yöntemle perfüzyat, 15°C' a kadar soğutulur ve nazofaringeal ve rektal ısılar bu ısıya ulaşana kadar, perfüzyat ısısı, 15°C' a sabitlenir. Hiçbir şekilde perfüzyat ısısının 13°C' ın altına düşmesine izin verilmez.
2. Serebral korunma için, hastanın baş çevresi buz torbaları ile sarılabilir.
3. Hastanın 18 - 20°C' a kadar soğutulması için geçen süre 20 dk.' dan daha kısa olmamalıdır.
4. Nazofaringeal ve rektal ısı farkını gidermek için, isofluorane ve vazodilatatörler kullanılabilir.

5. Cerrah tarafından sirkülasyonun durdurulması istendiğinde, perfüzyonist, sırasıyla, gaz akımını keser. Pompayı yavaşlatır ve aynı zamanda arteryel hattı klempleyerek, resirkülasyonu açar. KPB saatini durdurur ve sirkülatuar arrest yapıldığını sesli bir şekilde deklare eder. Venöz hat, kardiyopleji tamamlanana ve venöz drenaj yavaşlayana kadar açık tutulur. Drenaj yavaşladığında venöz hat klemplenir ve venöz hat seviyesinin belli bir seviyenin altına düşmemesi ve venöz hatların hava ile dolmaması sağlanır.
6. Eğer ikinci bir arrest periyodu düşünülüyor ise, arrest sırasında perfüzyon sıcaklığı, resirkülasyon kullanılarak 28°C' a kadar ısıtılır.
7. Arrest sırasında perfüzyondan kan gazı alınarak, Htc, PH, kan gazları ve elektrolitlerin optimizasyonu sağlanır.
8. Sirkülatuar arrest süresi takip edilerek her 10 dk.da bir cerraha hatırlatılır.
9. Sirkülasyonun başlatılması ve ısınmaya başlamadan önce, eğer varsa hastanın baş bölgesindeki buz torbaları kaldırılır. Hasta altı ısı blanketi ısıtılır.
10. Sirkülasyon, cerrahın “sirkülasyona başla” komutu ile başlatılır. Pompa akımı, 0,5 L/dk/m² ile başlatılır. Yavaş yavaş akım artırılırken, yeterli dolun ve arteryel basınç oluştuğunda, yine cerrahın “venöz drenaja başla” komutu ile venöz klemp kaldırılarak sirkülasyona devam edilir ve pompa akımı, cerrah başka bir sakınca görmedikçe “full flow” a yükseltilir.
11. Arrest esnasında global doku asidozu oluşabilme riski nedeniyle, sirkülasyonun 5. dk. sında alınan kan gazı analizi ile asidoz düzeltilir.
12. Isınma sırasında, eritrosit süspansiyonu (ES) ilavesi, hemofiltrasyon veya diürez ile hemokonsantrasyon yapılır.

Antegrad Selektif Serebral Perfüzyon:

1. En az 24 - 26 °C sistemik hipotermi uygulanır.
2. Serebral perfüzyon için, aorta kanülünden Y konnektör ile ayrılan bir uzatma veya pompadan direkt olarak alınan bir uzatma hattı kullanılır.
3. Brakiosefalik arter uygun boyda kanül kullanılarak doğrudan veya arkus aorta içinden kanüle edilir. Brakiosefalik arter, sol karotis arter ve sol subklavyen arter proksimalleri, snare veya klemp kullanılarak kapatılır.

4. Dolaşım durdurulduktan sonra aorta kanülü, ara bağlantı (serebral perfüzyon hattı) distalinden klemplenir ve aort kanülü çıkarılır. (Özel durumlarda aorta kanülünün brakiosefalik artere uzatılması ile aynı kanül antegrad serebral perfüzyon için kullanılabilir.)
5. Selektif serebral perfüzyon debisi, erişkinlerde 10 – 15 ml/kg/dk; çocuk hastalarda 40 – 50 ml/kg/dk olacak şekilde ayarlanır. Sağ radial arter basıncı pediyatrik grupta 25-35 mmHg, erişkinlerde 40-50 mmHg arasında tutulur.
6. Selektif serebral perfüzyonun başlamasından itibaren süre kaydedilir ve her 10 dk.' da bir cerraha hatırlatma yapılır.
7. Prosedürün tamamlanmasını takiben, aorta kanülü yerine yerleştirilir. Aortadaki hava çıkarılır, klemp veya snare' ler kaldırılır ve DHCA sonrası perfüzyonun başlatılması prensiplerine uygun olarak total vücut perfüzyonu başlatılır. Brakiosefalik kanüle giden hat klemplenir ve kanül çıkarılır.

Retrograd Serebral Perfüzyon :

1. Retrograd serebral perfüzyon uygulanacak hastalarda pompa kurulurken, arter ile venöz hat arasına bir köprü (H bağlantı) oluşturulur.
2. Bikaval venöz kanülasyon yapılır.
3. Derin hipotermik sirkülatuar arrest uygulanır.
4. Hasta Trendelenburg pozisyonuna alınır.
5. Superior vena kava, kanül üzerinden snare ile sıkılır. Inferior vena kava'nın snare'lenmesine gerek yoktur
6. İşlem başlamadan venöz hatlar yolu ile hasta kanının rezervuara drene edilmesi gerekli değildir,
7. Arterial hattın H bağlantı distali ile venöz hattın rezervuara girişi klemplenir ve H bağlantıdaki klemp açılır. Bu şekilde arteriyel flow' un venöz hatta yönlendirilmesi sağlanır.
8. Cerrahi alanda VCI kanülü klemplenir ve perfüzyonun doğrudan VCS' a yönlendirilmesi sağlanır.
9. Akım erişkin hastalarda 250-400 ml/ dk olmalıdır, 150 ml/dk 'nın altındaki akımlar yeterli değildir. Pediyatrik hastalarda yeterli tecrübe bulunmamakla

birlikte, embolik serebral komplikasyonlarda juguler venöz basınç takibi ile uygulanabilir.

10. Superior vena kava (juguler ven) basıncı 20-25 mmHg arasında tutulur.
11. Prosedür tamamlandığında perfüzyon durdurulur. H bağlantı klemlenerek, DHCA' dan sonra perfüzyonun başlatılması kurallarına uygun olarak dolaşım başlatılır.

Pulsatil flow:

1. KPB sırasında pulsatil flow' un mikrosirkülasyon seviyesinde daha fizyolojik bir etkiye sahip olduğu ileri sürülmektedir.
2. Buna bağlı olarak KPB sonrasında endotelial fonksiyonların daha iyi olacağı, vasküler rezistansın düşük, kardiyak indeksin yüksek olacağı düşünülmektedir.
3. Bu özellikler dikkate alınarak bazı hastalarda aort klempinin konulduktan sonra, pompa arteriyel başlığı pulsatil flow moduna alınır. Aort klempinin kaldırılana kadar pulsatil akımla çalışılır.

Masif hava embolisi:

1. KPB sırasında sistemik dolaşıma hava girmesi katastrofik bir komplikasyon yaratır. Dolaşıma hava geçişi arteriyel, venöz, kardiyopleji veya intrakardiyak suction line' ları yolu ile olabilir.
2. Masif hava embolisi fark edilir fark edilmez KPB acilen durdurulur.
3. Hasta trendelenburg pozisyonuna alınır. KPB line' larındaki hava hızla çıkarıldıktan sonra, KPB yeniden başlatılır.
4. Bu esnada hastaya serebral koruma amaçlı steroid ve barbiturat verilir. Baş çevresine buz torbaları konur.
5. Hasta derin hipotermiye (20 – 22 °C) kadar soğutulur.
6. DHCA uygulanır ve 5 dk süre ile retrograd serebral perfüzyon yapılır. Bu esnada asandan aortadan kardiyopleji kanülü ile suction yapılır.
7. Serebral vaskülatürden havanın çıkarıldığından emin olunduktan sonra, antegrad perfüzyon tekrar başlatılır ve hasta ısıtılmaya başlanır.

8. Ameliyat sonunda ısıtma 34 – 35 °C seviyesinde durdurularak KPB sonlandırılır. Hasta hipotermik olarak yoğun bakıma alınır.
9. Her türlü girişime rağmen masif hava embolisi çok yüksek mortalite ve morbidite sebebidir. Masif hava embolisinin en önemli sebepleri, teknik sebeplerin yanı sıra, venöz dönüşün bozularak rezervuar seviyesinin kritik seviyeye düşmesi ve suction line' larından ters akım ile hava gönderilmesidir. Bu nedenle, bu komplikasyonun oluşmaması için, her türlü tedbir önceden alınmalıdır.

C. TABLOLAR**Tablo 1: Hasta ağırlığına göre seçilecek oksijenatör ve tübing setleri**

Hasta ağırlığı (kg)	Oksijenatör	Tübing set Arteriyel	Venöz
< 4	Capiox Baby Rx	3/16	1/4
4,1 - 9	Capiox Baby Rx	1/4	1/4
9,1 - 20	Capiox SX 10 Minimax plus	1/4 (> 16 kg: 3/8)	3/8
20,1 - 40	Capiox SX 10 Dideco 705	3/8	3/8
> 40	Affinity Evo compactflo	3/8	1/2

Tablo 2: Oksijenatör ve tübing set prime volümleri:

Oksijenatör tipi	Membran volümü (cc)	Rezervuar volümü (cc)	Tübing set çapı	Tübing set volümü (cc)	Toplam prime volüm (cc)
Capiox baby Rx	43	100	3/16-1/4	125	275
			1/4-1/4	150	300
Capiox SX10	135	100	1/4-3/8	250	500
			3/8-3/8	500	750
Minimax	147	100	1/4-1/4	150	400
			1/4-3/8	250	500
Dideco 705	140	150	3/8-3/8	460	750
Affinity, EVO	270	200	3/8-1/2	830	1300

Tablo 3: Uygulanan hipotermiye göre istenilen Htc ve pompa debisi değerleri

Hipotermi (°C)	İstenilen Htc (%)	Debi (lt/dk/m ²)
32 – 36	30 - 32	2,4 – 2,6
28 – 31	25 – 28	1,8 – 2,2
24 – 27	22 – 25	1,6 – 2,0
17 – 23	20 - 22	1,4 – 1,8

* Cerrahi prosedürün gerektirdiği şartlara göre, bazı zamanlarda cerrah tarafından bu değerlerin altında veya üstünde kalınması istenebilir.

Tablo 4: Vücut Kan volümü

Vücut ağırlığı (kg)	kan volümü (cc/kg)
< 10	85
11 – 20	80
21 – 30	75
31 – 40	70
> 41	65

Tablo 5: Çaplarına göre hat volümleri

İç çap	ml/100 cm	ml/ft
1/4	30.65	9.65
3/8	71.22	21.71
1/2	122.61	38.61
5/8	157.48	48.0

Tablo 6: Vücut yüzet alanı (BSA) hesaplanması formülü ve cetveli

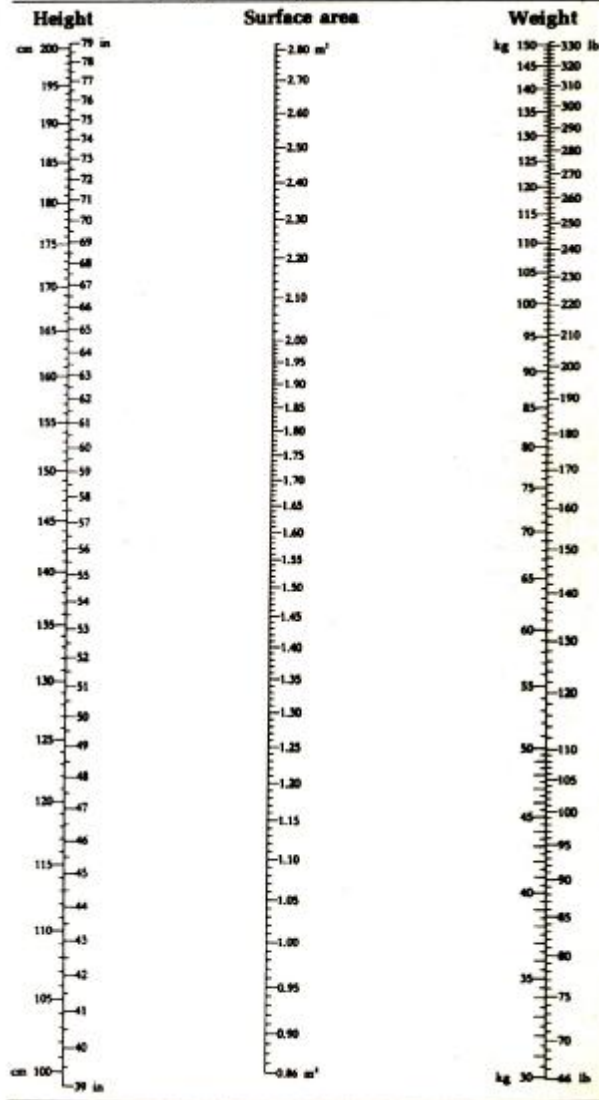
$$BSA = \frac{\text{Boy} \times \text{kilo}}{3600}$$

Body Surface Area Formula and Nomogram

BODY SURFACE AREA (BSA)

$$= (\text{height [cm]})^{0.718} \times (\text{weight [kg]})^{0.427} \times 74.49$$

Fig. A-1. Nomogram for calculation of body surface area (BSA) in square meters by height and weight.



D. İLAVE PROTOKOLLER

Kan ve kan ürünleri hazırlık protokolü

- Rutin açık kalp ameliyatına alınacak erişkin ve pediatrik hastalar için, 4 donör hazırlatılır.
- Donörlerden ikisi bir gece önceden kanlarını verir ve bu kanlar eritrosit ve TDP olarak muhafaza edilir. Yeterli donör bulunmadığı durumlarda kan bankasından en fazla 15 günlük olmak üzere eritrosit süspansiyonu (ES) ve TDP temin edilir.
- Taze kan için 2 donör, ameliyat günü bekletilir ve ameliyathaneden taze kan istendiği zaman kanlar alınır.
- Ameliyattan çıkan hastalar, yoğun bakımda stabil duruma geldiklerinde, tüm donörlerden kanları alınır. Serolojileri çalışılmış donörlerin ihtiyaç olmasa bile, mutlaka kan vermiş olmaları sağlanır.
- Reoperasyonlar, kompleks prosedürler, az bulunan kan grubuna sahip hastalar ile preoperatif kullandığı antikoagülan ve antiagregan ilaçlar nedeniyle kanama yönünden risk taşıyabilecek hastalarda, 3 U ES, 3 U TDP ve 3 taze donör hazırlanır.
- Yukarıdaki aynı hasta grubunda trombosit süspansiyonu hazırlığı mutlaka en az 1 gün önce, hastanın ilgili cerrahı ile konuşularak konfirme edilmelidir.
- Kapalı kalp ameliyatlarında erişkin ve pediatrik hastalarda 1 U ES, 1 U TDP ve 1 taze donör hazırlığı yapılır.

Taze heparinize tam kan kullanım protokolü:

- 1 yaş altında veya 10 kilonun altındaki çocuklarda yapılacak olan açık kalp cerrahisi ameliyatlarında kardiyopulmoner bypass sırasında taze heparinize kan kullanılır.
- Bu amaçla kan bankası, kalp cerrahisi, anestezi ve perfüzyon ekipleri arasında koordinasyon sağlanıp aşağıdaki prosedür uygulanır:
 1. Ameliyat planlanan hasta için bir gün önceden kan bankasına haber verilir, istek formu doldurulur.

2. Ameliyat sabahı uygun bir donörden 4 saat içerisinde kullanılmak üzere kan hazırlanır.
3. Kan torbasındaki sitrat solusyonu boşaltılır, yerine 30 cc. Serum fizyolojik içine 2500 ünite heparin (0.5 cc liquemine) konularak donör kanı bu torbaya alınır.
4. İstenen kan ve kan ürünleri hazır olur olmaz ameliyathane sekreteryasına (veya anestezi ve perfüzyon teknisyenine) telefonla bildirilir. İstenildiğinde en kısa sürede ameliyathaneye ulaştırılır.

Pompa Bağlantılı Kan Kardiyoplejisi Uygulama Protokolü

Kan kardiyoplejisinin kapalı bir sistem ile, basınç kontrollü ve kontaminasyon riskini azaltan bir teknikle verilmesi amacıyla aşağıdaki protokol hazırlanmıştır.

KAN KARDİYOPLEJİSİ İÇERİĞİ:

1000 ml oksijenize kan içine :

- KCl 20 mEq (2 amp = 20 ml)
- MgSO4 1,5 gr. (1 amp.=10 ml)

Eklenir. Pediatrik hastalarda hazırlanacak kardiyopleji, hastanın kilosuna oranla, 500 ml., 250 ml. veya 100 ml.'lik torbalara alınarak, ilave edilecek ilaç dozları aynı oranda azaltılır.

Kardiyopleji miktarı (ml)	KCl (mEq)	MgSO4 (ml)
500	10	5
250	5	2,5
100	2	1

- Hastanın preoperatif renal yetersizliği (kreatinin > 1,5 mg/dl) mevcut ise veya kan gazında ölçülen serum K^+ > 6 mEq/lit ise: idame K^+ ve Mg^{++} dozu, olması gereken dozun yarısına düşürülür. (Örnek: 1000 ml için: 10 mEq KCl ve 5 ml MgSO4)
- Reperfüzyon (Hot shot) kardiyoplejisi istendiğinde K^+ ve Mg^{++} dozu, yine yarıya düşürülür. Cerrahın isteğine göre 1000 ml.' ye 1 amp (10 mEq) olacak şekilde NaHCO3 ve / veya mannitol (10 ml) eklenebilir.

KARDİYOPELEJİ DOZU VE UYGULAMA ŞEKLİ

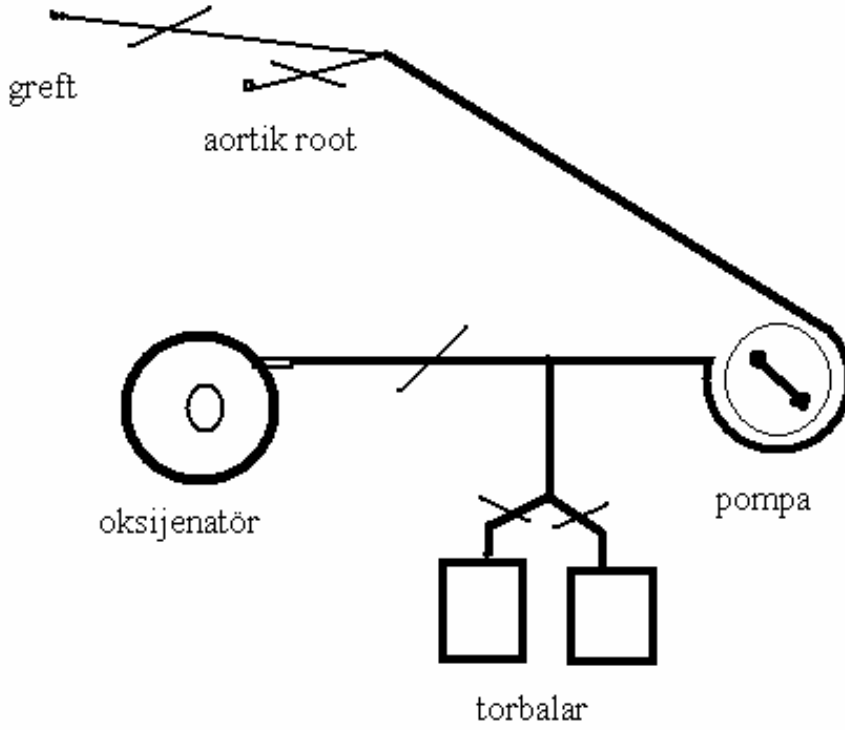
Toplam kardiyopleji dozu	Erişkin	Pediatric
İndüksiyon (ml)	1000	20 ml/kg
İdame (ml)	500	10 ml/kg
Reperfüzyon	500	10 ml/kg

Kardiyopleji uygulaması	Erişkin dozu (ml/dk)	Süresi (dk)	Pediatric dozu (ml/kg/dk)	Süresi (dk)
İndüksiyon	250	4	8	2,5
İdame	250	2	8	1,5
Reperfüzyon	200	2,5	5	2
Retrograd (idame)	150	3,3	4	2,5
Koroner ostiyumlardan (her biri) (idame)	100	2,5	3	2
Bypass greftten	100	-	-	-

- Koroner ostiyumlardan direkt olarak veya retrograd yolla koroner sinüsten, indüksiyon kardiyopleji veriliyor ise, dakikada verilen doz sabit kalır, ancak, kardiyopleji süresi, idame dozunun iki katına çıkarılır.

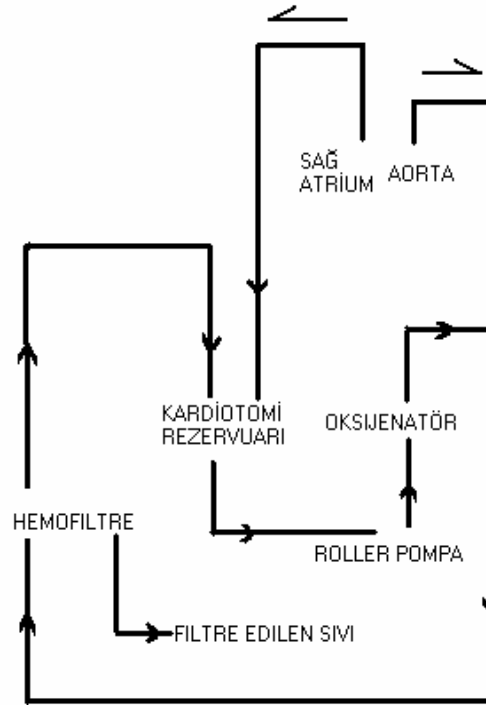
- Koroner ostiyumlardan direkt kardiyopleji verilirken, iki koroner ostiyuma birden aynı anda kardiyopleji veriliyorsa, verilen doz iki katına (erişkin için, 200 ml/dk) çıkarılır.
- Antegrad + retrograd kombine kardiyopleji veriliyor ise, induksiyonun yarısı antegrad, kalan yarısı ise retrograd yoldan verilir. İdame kardiyopleji, cerrahın tercihinine göre antegrad, retrograd veya bypass greftten devam edebilir.
- Bypass greftten verilen kardiyopleji süresi, cerrahın isteğine göre düzenlenir ve verilen miktar, toplam idame kardiyopleji dozundan düşülür.
- Kardiyopleji idame dozları 20 dk.' da bir tekrarlanır.
- Hipertrofik kalplerde, anestezi uzmanının direktifi doğrultusunda, induksiyon ve idame için verilecek kardiyopleji dozları artırılabilir.
- Aort yetersizliği bulunan hastalarda, antegrad yol kullanılıyorsa, dakikada verilecek kardiyopleji dozları artırılabilir. (Aort kök basıncını yükseltmek için)
- Aort kökü basıncı, erişkin hastalarda 70 – 80 mmHg. (koroner arter hastalarında 100 mmHg' a kadar çıkılabilir); pediatrik hastalarda, 40 – 60 mmHg olmalıdır.
- Retrograd kardiyopleji verilirken, koroner sinüs basıncı, 25 – 35 mmHg arasında olmalıdır.

KARDİYOPLEJİ SET-UP

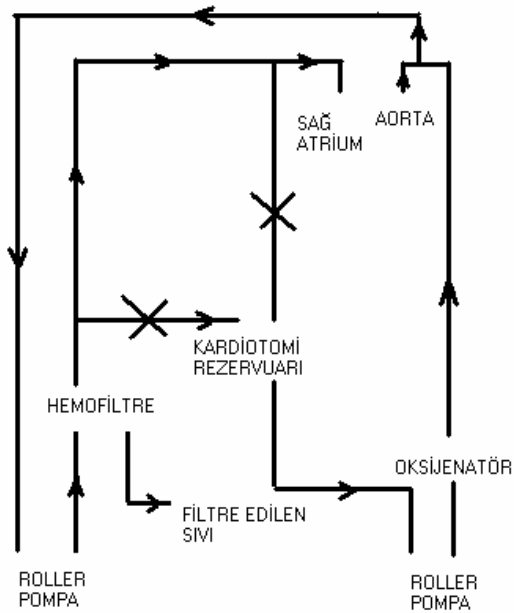


Hemofiltrasyon şemaları

KLASİK ULTRAFİLTASYON SİSTEMİ



MODİFİYE ULTRAFİLTASYON-KPB SONRASINDA



Bu doküman Acıbadem Kalp Merkezi, Bakırköy Hastanesi, Kalp-Damar Cerrahisi Bölümü' ne aittir. İzinsiz çoğaltılamaz. Bölüm dışına çıkarılamaz.