



T.C.

**MERSİN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**AÇIK KALP CERRAHİSİNDE KAN TRANSFÜZYONU İÇİN
HEDEFE YÖNELİK TEDAVİNİN ETKİNLİĞİ**

**Dr. M. Ersel GERİM
UZMANLIK TEZİ**

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Zeliha ÖZER**

MERSİN – 2013



T.C.
MERSİN ÜNİVERSİTESİ TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI

AÇIK KALP CERRAHİSİNDE KAN TRANSFÜZYONU İÇİN
HEDEFE YÖNELİK TEDAVİNİN ETKİNLİĞİ

Dr. M. Ersel GERİM
UZMANLIK TEZİ

DANIŞMAN
Prof. Dr. Zeliha ÖZER

Bu tez, BAP-TF CTB (MEG) 2012-4 TU kodlu proje olarak Mersin
Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi tarafından
desteklenmiştir.

MERSİN – 2013

TEŐEKKÜR

Bizden bilgisini ve her türlü yardımını esirgemeyen, bizi daima ilerlememiz yolunda teşvik eden mesleki ve bilimsel açıdan çok şey öğrendiğim saygıdeğer hocalarım, Prof. Dr. Ali Aydın Altunkan, Prof. Dr. Şebnem Atıcı, Prof. Dr. Tuğsan Egemen Bilgin, Prof. Dr. Nurcan Doruk, Prof. Dr. Handan Birbiçer, Doç. Dr. Davud Yapıcı'ya ve ayrıca tezimin hazırlanmasında her aşamasında sonsuz desteğini aldığım hocam sayın Prof. Dr. Zeliha Özer'e istatistiksel analizde yardımları için Öğr. Gör. Gülhan Örekeci'ye, tezimin hazırlanmasında büyük yardımları olan Dr. Kürşat Aköz'e, Dr. Hakan Yenice'ye, Kalp-damar Cerrahisi Anabilim dalı öğretim üyelerine, asistanlarına ve perfüzyonistlerine;

Sevgi ve dostluklarıyla bana destek olan aynı ekip içinde çalışmaktan memnuniyet duyduğum tüm asistan arkadaşlarıma, anestezi teknikerlerine, yoğunbakım ve ameliyathane ekibine, teşekkürlerimi sunarım.

Eğitimim boyunca bana her zaman destek olan ve varlığını her zaman yanımda hissettiğim sevgili eşim Yasemin'e ve canım oğlum Egemen'e sonsuz teşekkürler...

Dr. M. Ersel GERİM

Mersin-2013

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	5
İNGİLİZCE ÖZET (ABSTRACT)	6
GİRİŞ ve AMAÇ	7
GENEL BİLGİLER	8
Kalp Damar Cerrahisi Uygulamaları	8
Kalp Damar Cerrahisinde Anestezi Uygulamaları ve Takipte Kullanılan Parametreler	15
Kan Transfüzyonu Uygulamaları	19
Kalp Damar Cerrahisi Esnasında Kan Transfüzyonları	27
GEREÇ ve YÖNTEM	30
BULGULAR	33
TARTIŞMA	38
SONUÇ ve ÖNERİLER	42
KAYNAKLAR	43
SİMGELER ve KISALTMALAR DİZİNİ	48
TABLolar DİZİNİ	50
GRAFİKLER DİZİNİ	51

ÖZET

Cerrahi girişimler sırasında kan transfüzyonları çoğunlukla hemoglobinin (Hb) değerleri dikkate alınarak yapılmaktadır. Çalışmamızın amacı, standart uygulama yerine, doku oksijen gereksiniminin rehber olarak kullanıldığı bir yöntemin transfüzyon pratiğinde değişiklik yapıp yapmayacağını araştırmaktır.

Çalışmamıza açık kalp cerrahisi yapılan 58 hasta dahil edildi. Acil vakalar, 18 yaş altı ve 75 yaş üstü olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Anestezi indüksiyonunda 0,3-0,4 mg/kg etomidat, 5-6 mikrogram/kg fentanil, 0,1 mg/kg vekuronyum kullanıldı. Anestezi idamesi fentanil infüzyonu (50 µg/h) ve sevofluran (%1,5-2) ile sağlandı. Ekstrakorporeal dolaşım sırasında anestezinin devamı için fentanil infüzyonu 1 µg/kg/dk ve midazolam 2 mg IV uygulandı. Operasyon süresince standart monitorizasyonun yanısıra, radyal arter aracılığı (Edwards Life Sciences Vigileo) ile kardiyak output, kardiyak indeks ve venöz oksijen satürasyonları değerlendirildi.

Çalışma grubuna alınan hastalarda geriye dönük olarak, kan transfüzyonu yapılan (Grup1) ve kan transfüzyonu yapılmayan (Grup2) hastalar belirlendi. Transfüzyon yapılan hasta grubunda, transfüzyon sonrası elde edilen Hb değerleri ile oksijen sunumu (DO₂), tüketimi (VO₂) ve doku oksijen alımı (O₂ER) arasındaki korelasyon araştırıldı.

Demografik bulgular tüm hastalarda benzerdi. Kan verilen grupta transfüzyon öncesi ve sonrası Hb değerleri arasında anlamlı fark olmasına karşın; VO₂ ve O₂ER değerleri arasında istatistiksel fark olmadığı belirlendi.

Çalışmamız sonucunda, transfüzyon kararı verirken, Hb değerinin yanısıra oksijenasyon parametreleri ve diğer risk faktörlerinin de birlikte değerlendirilmesi gerektiği düşünüldü.

Anahtar kelimeler: Kalp cerrahisi, kan transfüzyonu, hedefe yönelik tedavi

ABSTRACT

The Effectiveness of Targeted Therapy for Blood Transfusion in Open Heart Surgery

During surgical procedures blood transfusions are usually performed according to haemoglobin concentration values. The aim of our study is to search if using a method of tissue oxygen requirement guidance will make a change in transfusion practice instead of using standard applications.

In our study 58 patients who had open heart surgery were included. The emergent patients, patients under 18 years old and upper than 75 years old were excluded from the study. In anesthesia induction 0,3-0,4 mg/kg etomidate, 5-6 microgram/kg fentanyl, 0,1 mg/kg vecuronium were used. Anesthesia maintenance was provided by fentanyl infusion (50 µg/h) and sevoflurane (%1,5-2). During extracorporeal circulation, for anesthesia attendance fentanyl infusion 1 µg/kg/min and midazolam 2 mg IV were used. During the operation, in addition to standart monitoring cardiac output by radial arterial canulation (Edwards Life Sciences Vigileo), cardiac index and venous oxygen saturations were determined.

In patients included to study group, the red blood cell transfused patients (Group 1) and the nontransfused patients (Group 2) were determined.

In transfused patient group, the correlation between Hb values after transfusion and oxygen delivery (DO_2), oxygen consumption (VO_2) and tissue oxygen uptake (O_2ER) were investigated.

Demographic findings were similar in all patients. In transfused patient group although Hb values were significantly different before and after transfusion it was determined that there were no statistically difference between DO_2 , VO_2 ve O_2ER values .

As a result of our study it is thought that when deciding to transfuse, in addition to the Hb values oxygenation parameters and the other risk factors have to be evaluated .

Key words: Cardiac surgery, blood transfusion, goal directed therapy

GİRİŞ VE AMAÇ

Organizmada fizyolojik fonksiyonların sürdürülmesi için hücreler aerobik yolla oksijen (O_2) kullanarak enerji oluştururlar. Yaşamı tehdit eden durumlarda, aerobik metabolizmanın devamlılığı için yeterli oksijenasyonun sağlanması en önemli sorundur. Normalde dokuya taşınan oksijen miktarı doku tarafından alınan oksijenden çok fazladır. Kanda dokunun çekebileceği büyük bir oksijen rezervinin olması, kan akımının azaldığı durumlarda, dokunun kandan daha fazla oksijen çekebilmesine olanak tanır. Kalp debisinin düşmesi halinde, arteriyel kandan daha fazla O_2 çekilerek doku oksijen tüketimi (VO_2) sabit düzeyde tutulmaya çalışılır. Kritik hastalarda genellikle dokunun kandan oksijen alım hızı (O_2ER), akım değişse bile sabit kalmaktadır. Bu gibi durumlarda yani kan akımındaki değişikliğe yanıt olarak O_2ER 'in değişmediği durumlarda, doku oksijen alımı sunuma bağlı hale gelir. Kan transfüzyonu ile dokuya oksijen sunumu arttırılmaya çalışılır. Teorik olarak düşük miks venöz oksijen saturasyonu (SvO_2) ve/veya yüksek O_2ER değerleri kan transfüzyonu için optimal tetikleyici olarak düşünülebilir. Fakat, SvO_2 ve O_2ER , matematiksel olarak Hb konsantrasyonu, arteriyel oksijen saturasyonu (SaO_2), VO_2 ve en önemlisi de kardiyak output (CO) ile etkileşir. Bu nedenle, düşük SvO_2 veya yüksek O_2ER değeri tek başına kan transfüzyon endikasyonu doğurmaz. Fakat açık kalp cerrahisi sırasında kullanılan kardiyopulmoner bypass (KPB) uygulaması, sabit CO sağlanan bir klinik modeldir. Dolayısıyla, KPB, SvO_2 ve O_2ER 'in transfüzyon için rehber olarak kullanılabilmesi için optimal koşulları oluşturur. KPB uygulamasının sonlanmasının ardından ise, operasyon bitimine kadar, sabit bir CO oluşturularak, SvO_2 ve O_2ER transfüzyon gereksinimini belirlemek için kullanılabilir.

Kalp cerrahisi vakalarında kan transfüzyon endikasyonu çoğunlukla Hb değerlerine göre yapılmaktadır. Kliniğimizdeki standart uygulama da bu yöndedir. Çalışmamızın amacı, standart uygulama yerine, doku oksijen gereksiniminin rehber olarak kullanıldığı bir yöntemin transfüzyon miktarlarında değişiklik yapıp yapmayacağını araştırılmasıdır. Azalma ya da artma yönünde elde edilecek bir sonucun klinik uygulamamızı sorgulama gereğini doğurabileceği düşünülmektedir.

GENEL BİLGİLER

Kalp Damar Cerrahisi Uygulamaları

Kalp cerrahisinin tıp tarihine girişinden sonra ilerlemesi büyük bir patlama göstermiş olup, sadece yeni tekniklerin gelişmesini sağlamakla kalmamış, aynı zamanda tıp ve teknolojinin hemen her dalında yeni aşamaları da birlikte getirmiştir. Anesteziyolojide, kalp kateterizasyonu ve angiografide, hematoloji ve koagülasyon araştırmalarında, ritim sorunlarının elektrik uyarılarla düzeltilmesi ve pacemaker yapımında, plastik maddelerden yararlanmada ve yeni araçların geliştirilmesinde, doku transplantasyonları için yapılan immünolojik çalışmalarda gösterilen ilerlemeler ve elde edilen başarılı sonuçlar bunlardan sadece birkaçıdır¹.

Kalp cerrahisinin gelişimi konusunda Prof. Sherman'ın sözü dikkat çekicidir: Kalbe olan mesafe sadece birkaç santimetre olduğu halde cerrahi bu yolu ancak 2400 yılda kat edebilmiştir².

Modern kalp cerrahisi, 1938 yılında Gross'un başarılı Patent Duktus Arteriosus (PDA) ligasyonu ile başladı³.

Bunu 1944'te Crafoord'un ilk başarılı aort koarktasyon rezeksiyonu izledi⁴.

1945'de Blalock Taussig şant ameliyatı önemli bir aşama olarak Fallot Tetralojisinin palyatif tedavisinde yerini aldı⁵.

Bunu 1948'de Bailey-Harken ve Brock tarafından birbirinden mustakil olarak yapılan kapalı mitral kommissurotomi ameliyatları izledi. 1953'de Gibbon ilk defa Kalp-Akciğer makinesi kullanarak genç bir kızda Atrial Septal Defekt (ASD)'i başarıyla kapattı. 1954'de Lillehei ve Varco normotermik şartlarda düşük akımlı "Azygos flow principle" "Controlled Cross Circulation"la anne veya babayı kullanarak Ventriküler Septal Defekt (VSD)'i ameliyat ettiler ve 1955'de 8 vaka yayınladılar. Bu, seri halinde modern açık kalp cerrahisinin başlangıcı kabul edildi ve daha sonra Cooley tarafından "Cardio-Pulmonary bypass" olarak tanımlandı. 1966'da Bernard ilk insandan insana kalp naklini gerçekleştirdi. 1967'de Favalaro ve Efler safen ven kullanmak suretiyle ilk modern Koroner bypass ameliyatını gerçekleştirdiler. Ülkemizdeki ekstra korporeal dolaşım kullanmak suretiyle ilk açık kalp ameliyatı teşebbüsü 1960 yılı Aralık ayında Dr.

Mehmet Tekdoğan tarafından Hacettepe Hastanesi'nde gerçekleştirilmiştir. 1974 yılı şubat ayında ülkemizdeki ilk koroner bypass ameliyatı Dr. Aytaç tarafından, safen ven kullanılmak suretiyle bir kadın hastada başarıyla uygulandı⁶. Bütün bu gelişmelere paralel olarak Kalp-Akciğer makinesinde ve kullanılan tubing ve rezervuarlarda büyük teknolojik gelişmeler kaydedildi ve en önemlisi başta kardioplejik solüsyonlar ve metodlar olmak üzere açık kalp cerrahisi sırasında miyokardın iyi korunmasında büyük aşamalar kaydedildi.

Türkiye bugün açık kalp cerrahisinde uluslararası standartlarda, çok başarılı sonuçlar alınan duruma gelmiştir. Bu başarının gerçekleşmesinde Kardiyoloji ve Anesteziyolojinin çok önemli payı olduğu unutulmamalıdır.

Kardiyak cerrahi açık kalp cerrahisi ve birçok kapalı cerrahi çeşidi için özel bir perfüzyon sistemi gerektirir. Ekstrakorporeal dolaşımın ilk olarak kullanımından sadece 50 yıl sonrasında, bu milenyumda yüzlerce, binlerce hasta ekstrakorporeal dolaşımın desteklediği başarılı cerrahi işleme, oldukça düşük risk alınarak alınmıştır. Kanın endotelial olmayan bir hücre yüzeyine maruziyeti ve sentetik yüzeylerde teması ile sonuçlanan bu durum en az 5 plazma protein sisteminin rol aldığı inflamatuvar bir savunma reaksiyonunu tetikler. Bu kardiyopulmoner bypass reaksiyonu güçlü bir trombotik uyarıyı başlatır, vazoaktif ve sitotoksik maddeler salarak tüm organ ve dokuları etkiler.

Kardiyopulmoner Bypass

Kardiyopulmoner bypass Kalp-Akciğer Makinesi olarak isimlendirilen bir cihaz tarafından sağlanır. Bu cihaz esas itibariyle akciğerlerin fonksiyonunu üstlenen bir oksijenatör ve kalbin fonksiyonunu üstlenen bir pompadan ibarettir. İlerleyen teknoloji ile birlikte bu cihazlar günümüzde olabildiğince gelişmiştir. Halen kullanılmakta olan sistemlerde, akım hızları, akım miktarı, kanın ısısı, kan gazı değerleri, hatta kan elektrolit değerleri sürekli olarak monitörize edilebilmekte ve istenilen şekilde ayarlanabilmektedir. Kanın aktığı hat türbülansa ve hız değişikliklerine yol amayacak şekilde ve prime volümü asgari tutacak şekilde tasarlanır. Temel sistem, yardımcı sistemler eklemek veya çıkarmak, kan örnekleri almak, ilaç ve perfüzat eklemek için giriş çıkış yolları içerir. Kardiyopulmoner bypass (KPB) kanın yerçekimi drenajını ana toplar damardan bir hazneye sürükler, bunu takiben bir ısı değiştirici, oksijenaratr ve filtreden kan pompalanması ve sonra kanın, santrifjel veya silindir pompa aracılığı ile arteriyel sisteme, genellikle çıkan aorta geri dönmesidir.

Kardiyopulmoner bypass (KPB), kalpten gelen venöz kandan karbondioksit (CO₂) alıp oksijen ilave ederek geniş bir artere geri gönderen bir tekniktir^{7,8}. Sonuç olarak, kalpten geçen kanın neredeyse tamamı ve akciğerlerden geçen in ise büyük kısmı kesilir. KPB tam olarak sağlandığında, ekstrakorporeal donanım, hem sirkülasyonu hem de ventilasyonu sağlar. Ancak bu yöntemde, kan akımı sıklıkla nonpulsatil ve normale göre düşük basınçlı olduğundan nonfizyolojiktir. Bu stresli dönemde organ hasarlanmasını minimize etmek için sıklıkla sistemik hipotermi (20-32°C) uygulanır. Kalbi ayrıca korumak için de topikal hipotermi (buzlu solüsyonlar) ve kardiyopleji (miyokardın elektriksel aktivitesini durduran kimyasal solüsyon) uygulanır.

KPB cihazının kullanılması oldukça kompleks bir işlem olduğundan KPB ancak; cerrah, anesteziyolojist ve perfüzyonistin yakın kooperasyonu ve iletişimi ile mümkün olabilir⁹.

Rezervuar: KPB cihazının rezervuarı, kanı bir veya iki venöz kanül aracılığı ile inferior ve süperior vena kavadan veya sağ atriumdan alır. Kan, venöz rezervuara yer çekiminin etkisi ile akar. Venöz basınç normalde çok düşük olduğundan kanı rezervuara iten güç hasta ve rezervuar arasındaki yükseklik ile doğru; kanül ve tüplerin direnci ile ters orantılıdır. Cihaz çalıştırıldığında bir sifon etkisi yaratır. Venöz tüplere hava girmesi bir kilit etkisi (air-lock) yaratıp kan akımını engelleyebilir. Rezervuarın boşalmasına izin verilirse, hava ana pompaya girer ve ölümcül hava embolisine neden olabilir.

Oksijenatör: Kan, yerçekiminin etkisiyle venöz rezervuarın altından oksijenatörün içine akar. Kan ve gazın karşılaştığı yüzeyde gaz, oksijenatör yoluyla kana geçer. Oksijenatörün girişine O₂ ve volatil anesteziğin de ilave edilmesi mümkündür. Bugün kullanılmakta olan iki tip oksijenatör vardır; bubble (kabarcık) ve membran tip.

Bubble oksijenatörler; Bubble oksijenatörlerde oluşturulan küçük hava kabarcıkları, kan içindeki küçük hollerden geçer. Kabarcıklar ne kadar küçük, kanla temas yüzeyi ne kadar büyük olursa kan/gaz arasındaki dengelenme o kadar fazla olur. Kandaki bu kabarcıklar daha sonra köpüklenmeyi önleyen bir ajan (yükü bir silikon polimer) tarafından temizlenir. Oksijenasyon; temas yüzeyine (kabarcık büyüklüğü ve sayısı), oksijen konsantrasyonu ve kanın oksijenasyon kolonundan geçiş süresine bağlıdır. CO₂ eliminasyonu doğrudan gaz akımı ile orantılı olup genellikle problem oluşturmaz. Bubble oksijenatörler

genelde membran oksijenatörlerden daha ucuzdur ve daha çok kullanılır. Major dezavantajları ise özellikle uzun süren bypasslarda kanın şekilli elemanlarının travmaya maruz kalmasıdır. KPB'nin 2 saatten daha az süreceği operasyonlarda iki tip oksijenatör arasında klinik açıdan farklılık yoktur.

Membran oksijenatörler: Kan gaz etkileşimini çok ince, gaz geçirgen bir silikon membran sağlar. Oksijenasyon, membran ile kontakt eden kan tabakasının inceliği ile ters orantılıdır. CO₂ arteryel basıncı burada da gaz akımının miktarına bağlıdır. KPB'nin uzun süreceği olgularda kan için daha az travmatik olduğundan sıklıkla membran oksijenatörler tercih edilir.

Isı Değiştiriciler: Kan, oksijenatörden çıkıp ısı değiştiriciye girer. Burada ısıtılır ya da soğutulabilir (4-42°C). Sıcaklık yükseldikçe gaz eriyirliği azalacağından, yeniden ısınma döneminde oluşacak herhangi bir kabarcığı tutmak amacıyla bir filtre ilave edilir.

Ana Pompa

Modern KPB cihazları, elektrikle çalışan çift kollu roller (ileriye yerdeğiştirme) veya sentrifugal bir pompa ile kanı ittirirler.

Roller pompalar: Bu tip pompalar, dönen iki kolundaki silindirler aracılığıyla pompa haznesinden geçen kalın bir tüpü sıkıştırarak kanı ittirir. Oklüzyonun subtotal olması, eritrositlerin aşırı travmaya uğramasını önler. Pompanın karşılaşılan dirençten bağımsız olarak sürekli dönmesi, nonpulsatil bir akım sağlar. Akım doğrudan devir sayısına bağlıdır. Elektrik kesilmesi durumunda elle çevrilebilirler.

Sentrifugal pompalar: Magnetik olarak döndürülen koni şeklindeki bir hazne, santralden perifere doğru merkezkaç güçleri oluşturarak kanı ittirir¹⁰. Roller pompaların aksine akım, basınca bağlı olduğundan, elektromagnetik akım ölçerler ile basınç monitörize edilmelidir. Sistemde distaldeki basıncın artması akımı azaltacağından pompa hızının artırılması ile kompanse edilmelidir. Bu pompalar oklüzif tipte olmadıklarından kan için daha az travmatiktirler.

Pulsatil akım: Bazı roller tip pompalarda pulsatil akım sağlanması mümkündür. Pulsasyon, dönen kolların hızında geçici değişiklikler oluşturularak yaratılabilir. Sentrifugal pompalarda pulsasyon oluşturulamaz. Tartışmalı olmakla birlikte bazı klinisyenler, pulsatil akım ile doku perfüzyonunun düzeldiğine, oksijen ekstraksiyonunun arttığına ve sonuçta KPB sırasında daha

düşük sistemik vasküler rezistans (SVR) değerleri elde edildiğine inanırlar. Bu gözlem; pulsatil perfüzyon ile renal ve serebral kan akımının düzeldiğini gösteren çalışmalar ile desteklenmektedir.

Arteriyel filtre: Trombüs, yağ zerrecikleri, kalsiyum ve doku artıkları önemli ölçüde KPB sistemine girer. Bunlardan kaynaklanacak sistemik emboliyi önlemek için (27-40 µm) bir arteriyel filtre kullanılması zorunludur. Filtre edilen bu kan genellikle asendan aortadaki bir kanül yoluyla hastaya döner. Normal olarak fonksiyon gören bir aorta kapağı kanın sol ventriküle girmesini önler.

Arteriyel filtrenin tıkanması durumunda rezistansın yükselmesini önlemek için sisteme bir de bypass kolu ilave edilmiştir. Filtre aynı zamanda venöz hattan gelecek havayı da tutar.

Aksesuar Pompalar ve Aygıtlar:

Kardiotomi Aspiratörü: Kardiyotomi aspiratörü, cerrahi sahadaki kanı aspire ederek ana rezervuara gönderir. Bu amaçla bir hücre-koruyucu aspiratör de kullanılabilirse de bunun için bir de ayrı rezervuar gerekecektir. İşlemin sonunda hücre-koruyucu kanı santrifüje edilecek, yıkanacak ve hastaya geri verilecektir. Aşırı emme basınçları, alyuvarlara travmayı artırır. Ayrıca aşırı hücre-koruyucu aspiratör kullanımı (kardiotomi aspiratörü yerine) KPB'ın dolaşan volümünü azaltacaktır. Kullanılan duvar aspiratör basıncının da zaten yüksek oluşu aşırı eritrosit hasarı ile sonuçlanacaktır.

Sol Ventrikül Venti: Zaman geçtikçe, total bypass'ın başlamasından sonra bile, bronşiyal arterler (doğrudan aorta veya interkostal artellerden çıkarlar) veya thebesian damarlardan gelen residüel pulmoner kan akımına ya da aortik regürjitasyona (AR) bağlı olarak sol ventrikülde (LV) kan birikir. AR, ya kalbin cerrahi manüplasyonuna (fonksiyonel) ya da yapısal valvüler anormalliğe bağlıdır. LV'ün distansiyonu, miyokardın korunmasını güçleştireceğinden dekompresyon (venting) gerektirir. Pek çok merkezde bu, sağ superior pulmoner ven veya sol atrium yoluyla LV'e yerleştirilen bir kateter yardımıyla gerçekleştirilir. Nadiren LV'ün apeksine de bir kateter yerleştirilmesi gerekir. Vent pompası ile aspire edilen kan da filtreden geçerek yine ana rezervuara döner.

Kardiopleji Pompası: Kardiyopleji sıklıkla KPB cihazındaki aksesuar bir pompa yardımı ile uygulanır. Bu teknik, infüzyon basıncı, hızı ve sıcaklığının optimal kontrolünü sağlar. Kardiyopleji solüsyonunun sıcaklığını kontrol etmek

için ya bir ayrı ısı değiştirici kullanılır ya da kardiyopleji basınçlı bir soğuk intravenöz mayi içinde verilebilir.

Miyokardial Koruma: Kardiyak cerrahi sırasında hemen hemen tüm hastalarda bir miktar miyokard hasarı gelişir. Bununla birlikte, uygun koruma tekniklerinin kullanımı ile bu hasar genelde reversibl özellik kazanır. Miyokard hasarı anestezi ve cerrahi tekniğe bağlı olabilirse de, sık olarak KPB sırasında suboptimal miyokardiyal korumaya bağlıdır. En önemli faktör miyokardın O₂ gereksinimi ve sunumu arasındaki dengenin bozulması olup sonuçta sellüler iskemi, hasarlanma veya ölüm meydana gelir. NewYork Heart Association'a göre IV. sınıfta yer alan olgular ile ventrikül hipertrofisi veya ciddi koroner arter hastalığı olanlar yüksek risk taşırlar. Miyokardın yetersiz korunması, bypassın sonunda düşük kardiyak output, miyokard iskemisi veya kardiyak aritmiler ile kendini gösterir^{11,12,13}.

KPB sırasında aortik kros-klemp, koroner kan akımını tamamen durdurur. Emniyetli bir kros-klemp süresini tayin etmek zor olsa da 120 dk'dan daha uzun KPB süreleri kabul edilmez. Bypass sırasında miyokardiyal iskemi, kros-klemp'in kaldırılmasından önce veya sonra da görülebilir. Düşük arteryel basınçlar, koroner embolizm (trombüs, platelet, hava veya yağ) ve kalbin aşırı cerrahi manüplasyonu (koroner arterlerin kompresyonuna veya distorsiyonuna neden olarak) buna katkıda bulunabilir. Ciddi koroner obstrüksiyonunun distalinde kalan miyokard sahaları en büyük riski taşırlar. İskemi, yüksek enerjili fosfat tüketimine ve intrasellüler kalsiyum (Ca⁺⁺) birikimine yol açar. Ca⁺⁺, kontraktıl proteinler üzerine etkisi ile enerji tüketimini daha da artırır. KPB sırasında normal hücre sel bütünlüğün ve fonksiyonun sürdürülmesi, enerji harcanmasının azaltılmasına ve yüksek enerjili fosfatların korunmasına bağlıdır. Koroner kan akımı kesildiğinde, yağ asidi oksidasyonu bozulur ve kreatin fosfat ile anaerobik metabolizma hücrenin başlıca enerji kaynağı haline gelir. Ne yazık ki bunlar da hızla tükenir, gelişen hızlı asidoz da glikolizi sınırlar. Enerji substratlarını tazelemek ve arttırmak için glukoz veya glutamat infüzyonları kullanılabilirse de miyokardın korunması amacıyla hücre sel enerji gereksinimini minimale indirmek daha önemlidir. Bu iş, sistemik veya topikal kardiyak (buzlu su) hipotermi ve potasyum kardiyoplejisi ile sağlanır (Miyokardın sıcaklığının 10-15°C arasında olması arzu edilir). Hipotermi, bazal metabolik O₂ tüketimini

azaltırken, potasyum kardiyoplejisi de elektriksel ve mekanik aktiviteyi sağlayan enerji tüketimini ortadan kaldırır.

Ventriküler fibrilasyon ve distansiyon kardiyak hasarın önemli nedenleridir. Fibrilasyon, miyokardın O₂ tüketimini ikiye katlarken, distansiyon hem O₂ gereksinimini artırır hem de subendokardiyal kan akımını bozarak oksijen sunumunu azaltır. Miyokard hasarına katkıda bulunan diğer olası faktörler, inotrop kullanımı ile aşırı dozda kalsiyum uygulanmasıdır.

Potasyum kardiyoplejisi: Miyokardın elektriksel aktivitesini durdurmakta en yaygın olarak kullanılan yöntem, potasyumdan zengin kristaloid veya kan kullanılmasıdır. KPB'ın ve hipotermiinin başlatılması ile aortik kros-klamp'i takiben koronerler, soğuk kardiyoplejik ile perfüze edilir. Ekstrasellüler potasyum (K⁺) konsantrasyonunda oluşan artış transmembran potansiyeli azaltır (içerisi daha az negatif). Bu da depolarizasyon sırasındaki normal sodyum (Na⁺) akışını bozar, daha sonra gelen aksiyon potansiyellerinin yükselme hızını, amplitüdünü ve ileti hızını azaltır. Sonuçta, sodyum kanalları tamamen inaktive olur. Aksiyon potansiyelleri kaybolur ve kalp diyastolde durur^{7,8,11,12}. Kardiyoplejiğin süratle temizlenmesi ve miyokardın ısınması nedeniyle soğuk kardiyoplejiğin genellikle 20-30 dk'da bir yinelenmesi gerekir. Bu temizlenme; nonkolateral koroner kan akımının (interkostal arterlerin dalları olan perikardiyal damarlardan) sürmesine bağlıdır. Ayrıca yineleyen kardiyoplejik dozları anaerobik metabolizmayı inhibe eden metabolit yapımını önleyerek miyokardın korunmasına yardımcı olur. Desendan aortadaki daha sıcak kana temas ettiği için posterior ventriküler duvarın korunması daha zor olur.

Solüsyonun kompozisyonu klinikten kliniğe değişmekte ise de esansiyel elementler genellikle benzerdir. K⁺ konsantrasyonu 50 mEq/L'nin altında tutulur, aksi takdirde miyokardın enerji gereksiniminde paradoksal bir artışa ve K⁺ akümüülasyonuna neden olunabilir. İskemi, intrasellüler Na⁺ içeriğini arttırdığından kardiyoplejideki Na⁺ miktarı, plazmadakinden düşük tutulur. Sellüler bütünlüğün korunması için bir miktar Ca⁺⁺ ve bunun hücre içine aşırı miktarda girişini engellemek için de magnezyum (Mg⁺⁺) gereklidir. Asit metabolitlerin aşırı yapımını engellemek için bir baz (sıklıkla bikarbonat) kullanılır. Alkalik perfüzetlerin daha iyi miyokardiyal koruma sağladıkları da bildirilmiştir. Alternatif olarak histidin ve trometamin kullanılabilir. Diğer

komponentler; sellüler ödemi kontrol etmek amacıyla hipertonic bir ajan (mannitol), membran stabilize edici etkisi nedeniyle glukokortikoidler, prostasiklin (antiplatelet etkisi için) ve Ca-kanal blokerleri veya beta-adrenerjik blokerler (metabolik gereksinimi düşürmek için) olabilir.

Enerji substratı olarak glukoz, glutamat veya aspartat kullanılabilir. Taşıyıcı olacak kristaloid mi yoksa kan mı kullanılmalı sorusunun yanıtı açık değildir. En azından bazı yüksek riskli hastalarda kan ile daha iyi sonuçlar alındığına dair veriler bulunmaktadır. Oksijenlenmiş kanın taşıyıcı olarak kullanılması kristaloidlere kıyasla oksijen fazlalığı olması nedeniyle yararlı olabilir.

Ciddi obstrüksiyonun distalindeki alanlara (ki bunlar en çok ihtiyaç duyan alanlardır) kardiyoplejik ulaşamayacağından bazı cerrahlar, kardiyoplejiği koroner sinüs kateteri yoluyla retrograd da uygulamaktadırlar.

Aşırı K^+ , bypassın sonunda elektriksel aktivitenin başlamaması, atriyoventriküler ileti bloğu, zayıf kontraktilite ile sonuçlanabilir. Persistan sistemik hiperkalemi oluşabilir. Ca^{++} uygulaması bunu kısmen dengeleyebilirse de aşırı Ca^{++} da miyokard hasarı oluşturabilir. Kalpten kardiyoplejik temizlendikçe genellikle miyokardiyal performans düzelir.

Kalp Damar Cerrahisinde Anestezi Uygulamaları ve Takipte

Kullanılan Parametreler

Kardiyovasküler anestezi; sirkülatuar fizyolojinin, farmakolojinin, patofizyolojinin ve aynı zamanda kardiyopulmoner bypassın (KPB), miyokardiyal korumanın ve cerrahi tekniklerin anlaşılmasını gerektirir.

Cerrahi manüplasyonlar sıklıkla sirkülatuar fonksiyonu bozar bu nedenle, anesteziyolojist cerrahi işlemin tüm basamaklarını yakından takip etmek ve her adımda problem doğabileceğini beklemek durumunda kalır. Kalpten geçen kanın neredeyse tamamı ve akciğerlerden geçen ise büyük kısmı kesilir. Ancak bu yöntem, kan akımı sıklıkla nonpulsatil ve normale göre düşük basınçlı olduğundan nonfizyolojiktir. KPB cihazının kullanılması oldukça kompleks bir işlem olduğundan KPB ancak; cerrah, anesteziyolojist ve perfüzyonistin yakın kooperasyonu ve iletişimi ile mümkün olabilir. Sık rastlanan kardiyovasküler hastalıklar için geçerli preoperatif değerlendirme ve anestezi yaklaşımındaki prensipler geçerlidir. Önemli bir farklılık kardiyak cerrahinin genellikle daha ilerlemiş kardiyak hastalarda uygulanıyor olmasıdır. Kardiyak rezervin

değerlendirilmesi özel bir önem taşır. Bu bilginin edinilmesinde; eksersiz toleransı, ejeksiyon fraksiyonu (EF) gibi miyokardiyal kontraktilite ölçümleri, koroner stenozların ciddiyeti ve lokalizasyonu, ventriküler duvar hareketlerindeki anormallikler, kardiyak end-diastolik basınçlar, kardiyak output, ve valvüler alan ve gradientlerden yararlanır. Cerrahi, pek çok olguda kardiyak fonksiyonu düzeltmektedir. Postoperatif komplikasyonlara yatkınlık nedeniyle pulmoner, nörolojik ve renal fonksiyonların da operasyon öncesinde değerlendirilmesine özen gösterilmelidir.

Monitörizasyon: Tüm temel monitorizasyona ek olarak, anestezi indüksiyonu öncesi genellikle arteriyel kanulasyon yapılır, zira bu dönem işlemin büyük hemodinamik strese yol açan dönemlerinden biridir. Hastaya bağlı olarak santral venöz kateterizasyon indüksiyondan önce veya sonra yapılabilir.

Elektrokardiyografi: İki derivasyon, genellikle II ve V5 ile sürekli monitorize edilir. ST segment analizli monitörler kullanılarak ek derivasyonların monitorizasyonu ile iskemik atakların tanınması kolaylaşabilir.

Arteriyel Kan Basıncı: Genellikle dominant olmayan elden radial arterin kateterizasyonu ile direkt olarak monitorize edilmelidir.

Santral Venöz ve Pulmoner Arter Basıncı: Santral venöz basınç tüm hastalarda monitorize edilmelidir. Temel olarak kardiyak indeks, preload, volüm durumu veya miks venöz kan oksijenasyonunun derecesinin bilinmesinin gerektiği durumlarda pulmoner arter kateterizasyonu akla gelmelidir. Genellikle ventrikül fonksiyon bozukluğu olan, EF < %40-50 olan hastalarda veya pulmoner hipertansiyonu olan ve komplike işlem uygulanacak hastalarda kullanılmalıdır.

İdrar Çıkışı: Hasta uyuduğunda saatlik idrar çıkış takibi için idrar sondası yerleştirilmelidir. Mesane ısısı çoğu zaman monitorize edilir ancak düşük idrar akımından etkilenebilir. İdrar renginin kızarması hemoliz açısından uyarıcıdır.

Vücut Isısı: Birden çok ısı monitörü genellikle anesteziden sonra yerleştirilir. Mesane, rektal, özefageal, pulmoner arter ısıları eş zamanlı olarak monitorize edilir.

Laboratuvar Parametreleri: Kan gazları, hematokrit, serum potasyumu, iyonize kalsiyum ve glukoz ölçümleri hemen elde edilebilmelidir. Aktive pıhtılaşma zamanı (ACT) antikoagülasyonu monitorize etmek için kullanılır.

Cerrahi Saha: En önemli monitörlerden biri de cerrahi sahadır. Sternum açıldığında akciğerin ekspansiyonu plevradan görülebilir. Kalbin direkt

değerlendirilmesi ile kardiyak ritim, volüm, kontraktilite hakkında çoğu kez göz ile karar verilir. Kan kaybı ve cerrahi manevralar yakın takip edilmelidir.

Transözefageal Ekokardiyografi (TEE): Cerrahi sırasında kardiyak anatomi ve fonksiyon hakkında aşırı derecede değerli bilgiler sağlar. Rejyonel ve global ventrikül bozukluklarını, boşluk ölçümlerini, valvuler anatomiye ve intrakardiyak havanın varlığını gösterebilir.

Elektroensefelografi: Kardiyak cerrahi esnasında anestezi derinliğini değerlendirmede ve sirkulatuar arrest öncesinde tam elektriksel sessizliği sağlamada faydalı olabilir. Ancak anestezi ajanları, hipotermi ve hemodilüsyon kullanımını kısıtlar.

Kardiyak Output: Kalbin dakikada pompaladığı kan hacmi olarak tanımlanan kardiyak output (CO), kardiyovasküler sistem fonksiyonlarını değerlendirirken göz önüne alınan en önemli hemodinamik parametrelerden biridir.

CO en temel ifadeyle atım hacmi ile atım sayısının çarpımıdır. Her bir atım hacminin 70 ml, atım sayısının da dakikada 72 olduğu varsayılırsa CO, ortalama 5 litre olarak hesaplanır. Kalp debisinin ölçümü için invaziv ve non-invaziv çeşitli yöntemler geliştirilmiştir. Bu yöntemlerin uygulama şekilleri, avantaj ve dezavantajları birbirlerinden farklıdır.

Deneysel çalışmalarda non-invaziv bir yöntem olan transtorasik elektriksel biyoempedans yöntemi kullanılırken, klinikte invaziv yöntemlerden termodilüsyon yöntemi daha çok tercih edilmektedir. CO değerleri bireylere göre farklılıklar gösterir. Kişinin yaşı, cinsiyeti, vücut büyüklüğü, bazal metabolizma düzeyi ve egzersiz gibi faktörler CO'yu belirleyebilir¹⁴.

En fazla kullanılan kalp debisi ölçüm yöntemlerinin sınıflandırılması:

A- İnvaziv yöntemler

1. Fick yöntemi
2. Dilüsyon yöntemleri
 - a. Boya dilüsyon yöntemi
 - b. Floresan dilüsyon yöntemi
 - c. Termodilüsyon yöntemi
 - d. Lityum dilüsyon yöntemi
3. Radyoizotop analiz yöntemi
4. Kontrast ve radyonüklid anjiyografi yöntemi

B- Non-invaziv yöntemler

1. Nabız sayım analizi yöntemi
2. Doppler Yöntemleri
3. Gaz inhalasyon yöntemi
4. Transtorasik elektriksel biyoempedans ölçüm yöntemi
5. Ballistokardiyografi yöntemi yöntemi

Miks Venöz Oksijen Saturasyonu (SvO₂) : Oksijen saturasyonu 100 ml kandaki oksijenize hemoglobinin toplam hemoglobine oranıdır. Sıklıkla yüzdeler olarak tanımlanır ve arteriyel kandaki değeri %95-98 dir, ancak bu esnada venöz kanın saturasyonu tipik olarak %60-80 dir. Venöz kandaki saturasyon sıklıkla miks venöz oksijen saturasyonu (SvO₂) olarak tanımlanır. Çeşitli dokulardan sağ kalbe dönen venöz kanın ortalama saturasyonunu yansıtır. Genellikle istirahat halindeki bir bireyde dokular mevcut oksijenin yaklaşık % 25 ini kullanır. ve kalan %75 aktivite ve fizyolojik stres için rezerv oluşturur¹⁵.

Sürekli monitorizasyonu, kalbin cerrahi manipulasyonları esnasındaki hemodinamik değişiklikler hakkında çok anlamlı bilgiler verir. Hemoglobin konsantrasyonu, arteriyel oksijenasyon ve kalp debisine bağlı olan SvO₂ ile oksijen sunumu ve tüketimi hakkında fikir edinilebilir.

Arteriyel oksijen içeriği (CaO₂), Venöz oksijen içeriği (CvO₂): Kan oksijen içeriği 100 ml kandaki total oksijen miktarını temsil eder ve volüm % ya da ml/dl olarak ifade edilir. Hem arteriyel (CaO₂) hem de venöz (CvO₂) kandan ölçülebilir. Oksijen kanda iki formda bulunmaktadır total oksijen içeriği plazmada çözülmüş oksijen miktarına hemoglobin tarafından taşınan miktarı ekleyerek hesaplanır¹⁶.

Oksijen tüketimi (VO₂) : Oksijen tüketimi (VO₂) dokular tarafından kullanılan aktüel oksijen miktarıdır ve dakikadaki oksijen olarak hesap edilebilir. Arteriyel dolaşım ile dokulara sunulan oksijen miktarı ile venöz sistemden kalbe dönen oksijen miktarı arasındaki farktır. Oksijen tüketimi formülü aslında Fick kanununun basit bir yinelemesidir¹⁶.

$$VO_2 = CO \times Hb \times 1,36 \times (SaO_2 - SvO_2)$$

Oksijen Sunumu (DO₂): Global oksijen sunumu (DO₂) tüm vücuda akciğerlerden salınan oksijen miktarıdır. Total kan akımının veya kardiyak outputun, arteriyel kan oksijen içeriğinin (CaO₂) ürünü olup sıklıkla ml/dk/m² olarak tanımlanır.

$$DO_2 = CO \times CaO_2$$

CaO₂ şu eşitlik kullanılarak bulunur:

$$CaO_2 = 1,36 \times Hb \times SaO_2$$

Oksijen sunumu (DO₂) dokulara ulaştırılan oksijen miktarını ifade eder dokulara sunulan oksijeni arteryel kanın O₂ içeriği (CaO₂) ile kardiyak debi (CO) belirler. DO₂ 100 ml kanda bulunan oksijen miktarı olarak gösterilir. Kardiyak debiyi, vasküler sistemi ve CaO₂ 'yi etkileyen faktörler DO₂'yi de etkilemektedir¹⁷.

Oksijen Ekstraksiyon Oranı (O₂ER): Deneysel çalışmalar doku enerji açığı ile etkin organ perfüzyonu arasında ilişki olduğunu göstermiştir. Kanamayan hastalarda eritrosit transfüzyonu için tek uygun endikasyonun doku hipoksemisi varlığında dokulara oksijen sunumunu (DO₂) artırmak olduğu konusunda fikir birliğine varılmıştır. Hemogloblin konsantrasyonu ne yazık ki sadece kanın oksijen taşıma kapasitesini gösterir ve doku oksijenasyonunun yeterliliği konusunda bilgi vermez. Bu konuda potansiyel fizyolojik değişken olarak belirtilen değişken oksijen ekstraksiyon oranı (O₂ER) olup global oksijenasyon için bir indekstir, sıklıkla da kalp cerrahisinde mevcuttur. O₂ER ölçümü mikrosirkulatuar düzeyde kandan oksijenin fraksiyonel doku alımının ölçümüdür ve oksijen alımı VO₂ ile DO₂ arasındaki orana eşittir. Klinik olarak arteryel ve miks venöz kan gazı örneklerinden elde edilen verilerle hesaplanır¹⁸.

Akut anemiye cevap olarak kardiyak output belirgin olarak artar ve bu artış kalp hızında ve strok volümde artış ile ilişkilidir. Temel oksijen tüketimi böylece Hb değeri 5 g/dL olana kadar korunur. Oksijen ekstraksiyon oranı kompensasyon sınırlarına ulaşıldığında % 50 oranında artar¹⁹.

Kan Transfüzyonları

Vücut işlevlerinin ve hücre homeostazının devamlılığında yeterli oksijen sağlanması anahtar bir faktördür. Vücudun tümüne oksijen dağıtımı (DO₂) kardiyak output (kan akımı) ve oksijen içeriğine (hemogloblin, oksijen satürasyonu, çözünmüş oksijen) bağlıdır. Fizyolojik koşullarda DO₂ oksijen tüketimini (VO₂) dört katına kadar aşarak %20-30'luk bir ekstraksiyon oranı ile sonuçlanır. Bu şekilde, belirgin anemi koşullarında bile dokuların oksijen gereksinimini karşılamaya yetecek oksijen sağlanması garantilenir. Azalmış hemogloblin konsantrasyonuna olan adaptasyon yanıtları kardiyak outputun artışı, kan akımının non-vital organlardan vital organlara yeniden dağılımı ve

oksijen ekstraksiyon oranında bir artış ile sonuçlanan merkezi, bölgesel ve mikrosirkülatuar kan akımı değişikliklerini içerir²⁰. Kan her biri ayrı fonksiyonları olan spesifik yapılardan oluşmuş bir canlı dokudur. Ek olarak, kan transfuzyonu alıcının sağlığına zarar verebilecek bir doku transplantasyonudur²¹. Kan ürünleri denilince kandan hazırlanan tüm terapötik materyaller yani hem kan komponentleri hemde plazma fraksinasyon ürünleri akla gelir. Kan komponenti tanımına ise eritrosit, lökosit ve trombosit konsantreleri ile taze plazma ve kriopresipitat dahil edilmektedir. Kan transfüzyonları 20. yüzyılın başında kan grubu antijenlerinin, tipleme yöntemlerinin ve verici-alıcı karşılaştırmasının keşfi ile tıpdaki uygulama alanına girmiştir²². Allojenik kan transfüzyonunun (AKT) temel endikasyonları cerrahiye bağlı kan kaybı ve travmadır²³. Gereksiz yere kan transfüzyonu kesinlikle yapılmamalı ve hastada eksik olan kan komponenti yerine konulmalıdır.

Tam Kan

Tam kan donörden alındıktan sonra hiçbir işlem uygulanmadan 63 ml antikoagülan eklenen 450 ml'lik ana üründür. Ürünün hematokriti ortalama %36-37 olup 250 ml'si plazma, 200 ml ise eritrositten oluşur. Dört derecede saklanılan üründe trombositler iki günde fonksiyonlarını yitirir. Pıhtılaşma faktörleri de her geçen gün azalarak etkilerini kaybederler. Günümüzde tam kan çok nadiren transfüzyon amaçlı kullanılmaktadır. Daha çok kan ürünlerinin elde edildiği kaynak olarak kabul edilmektedir. Kullanımı masif kanama (dakikada 150 ml/kg'dan fazla olan kanamalar ve kan volümünün %25'inden fazlasının kaybı), exchange transfüzyonlar ve açık kalp cerrahisi ile sınırlıdır. Masif transfüzyonlarda 4, Exchange transfüzyonda 7 ve açık kalp cerrahisinde 2 günlükten daha kısa süreli kan tercih edilir^{24,25,26}.

Eritrosit Süspansiyonu

Plazmasının 3/4'ü alınmış kana eritrosit süspansiyonu denilir. Eritrosit içinde bırakılan 60-90 ml plazma eritrosit metabolizması ve antikoagülasyonu için gerekli olan ortamı sağlamış olur. Bir ünite eritrosit süspansiyonu 200 ml eritrosit içerir ve hematokriti %70-80'dir²⁷. Banka kanında saklama süresi ile hemoliz doğru orantılı olarak artar. Serbest hemoglobin düzeyi 1. gün 78 mg/L ve plazma potasyumu 5,1 mEq/L iken, 35. günde ise serbest hemoglobin 658 mg/L ve plazma potasyumu 78,5 mEq/L seviyesine ulaşır. Bu değerler normal böbrek fonksiyonları olan hasta için problem olmaz ancak özellikle yenidoğan

gibi böbrek fonksiyonları tam olmayan hastalarda 7 günlükten daha taze olan kan tercih edilir. Lökositleri uzaklaştırılmış eritrosit süspansiyonları için lökosit filtreleri kullanılır. Dördüncü jenerasyon filtrelerle günümüzde kan ürünleri %99,99 oranında lökositten arındırılabilir. Ancak bu uygulama sırasında bir miktar eritrosit kaybı da söz konusudur. Lökosit sayısı 5×10^8 'den daha aza düşürülürse febril reaksiyonlar, 5×10^6 'dan daha aza düşürülürse alloimmünizasyon ve CMV enfeksiyonları azalır. Plazma içindeki protein, trombosit ve lökosit sayısının azaltılması istenildiğinde eritrosit süspansiyonu serum fizyolojikle 3000 devirde 15 dakika santrifüj edilir. Bu işlem sırasında kontaminasyon riski olabileceği için hazırlanan süspansiyon 24 saat içinde kullanılmalıdır. Eritrosit süspansiyonu için gerçek transfüzyon endikasyonu doku hipoksisi varlığıdır. Transfüzyon gerektiren standart bir hemoglobin düzeyinden bahsetmek doğru değildir. Ancak tedavi ile düzelebilecek ama belirgin semptomatik anemilerde, asemptomatik ancak Hb < 8 gr/dL olan riskli hastalarda, tedavi ile düzelmeye şansı olmayan anemik olgularda (talasemi) hayat kalitesini arttırmak amacıyla ve genellikle opere edilecek hastalarda > 7 g/dL düzeyini sağlamak için eritrosit transfüzyonu yapılır. Unutulmaması gereken bir diğer nokta hematokriti < %30 olan hastaların kan viskozitesi azaldığı için kanama eğiliminin artacağı, bu nedenle kanama riski olan ya da kanayan hastalarda bu konuya da dikkat edilmesi gerektiğidir.

Trombosit Süspansiyonu

Trombosit süspansiyonları her geçen gün artarak kullanıma girmektedir^{25,26}. Aferez cihazlarının daha sık kullanımı trombosit elde edilmesini kolaylaştırmıştır. Random donör trombositleri kan alındıktan sonra 8 saat içinde tam kanın santrifügasyonu ile elde edilir. Ortalama 50-70 ml olup $5-10 \times 10^{10}$ trombosit içerir. Aferez ile toplanan trombositlerin üstünlüğü tek donörden elde edilmesi, daha az lökosit içermesi, havuzlama olmadığı için bakteriyel kontaminasyon riskinin daha az olması ve 6-8 adet random trombosit miktarına denk olmasıdır. Trombosit hazırlandıktan sonra 20-24 °C'da sürekli sallanarak saklanır. Beş gün sonunda trombositler %20-25 canlılıklarını kaybeder. Trombosit vericileri diğer kan vericilerinden farklı olarak $>150.000/\text{mm}^3$ trombosit sayısına sahip, son 72 saat içinde aspirin almamış ve daha önce aferez ile trombosit alınmışsa en az 3 gün geçmiş olan donör özelliği göstermelidir. Trombosit hazırlanması ve kullanımı pahalı bir teknik olduğu için

trombosit istekleri çok seçici olarak yapılmalıdır. Trombosit ortalama yaşam süresi 7-10 gündür. Transfüzyondan 4 gün sonra verilen trombositin %65'i tüketilmiş olacaktır. Eğer immünizasyon, sepsis, üremi, hipotermi ve ateş varsa tüketim çok daha hızlı olacaktır. Önerilen doz her 10 kg'lık vücut ağırlığı için bir ünite ya da 4-6 ünite/m² şeklindedir. Trombosit yapım yetersizliğine bağlı kanamalarda trombosit transfüzyonlarına cevap trombosit yıkımının arttığı durumlara göre daha iyidir. Özellikle tekrarlayan transfüzyonlarda refrakterlik söz konusu olabilir. Yeterli trombosit transfüzyon sonrasında trombosit değerinde yükselme < 5000 /mm³ ise refrakterlikten bahsedilebilir.

Lökosit Süspansiyonu

Genellikle kanın buffy-coat denilen santrifügasyonu yöntemi ile ya da aferez yolu ile elde edilir. Oda ısısında saklanır. Nötrofillerin dolaşımdaki yaşam süreleri 4-10 saat gibi kısa olduğu için kullanımı konusunda tartışmalar halen devam etmektedir. Uygulama sırasında febril reaksiyon ve transfüzyonla ilişkili akciğer hasarı (TRALI) tablosu gelişebilir. İnfüzyon eğer hasta amfoterisin alıyorsa 4-6 saat ara ile yapılmalı ve lökosit azaltıcı filtre kullanılmamalıdır.

Taze Donmuş Plazma

Plazmaferez ya da tam kanın şekilli elemanlarının santrifügasyonu ile elde edilir. İçinde tüm pıhtılaşma faktörleri, globulin ve albümin bulunur. Eğer plazma alındıktan sonra ilk 6 saat içinde dondurulursa buna taze donmuş plazma (TDP) denilir. Bu sayede pıhtılaşma faktör aktiviteleri azalmaz. Taze donmuş plazma kullanılacağı zaman çözülür ve 6 saat içinde 10-15 ml/kg dozunda kullanılır²⁸. Pıhtılaşma ya da antikoagülan faktör eksikliklerinde kullanımı uygundur. Plazma genişletici ya da protein replasmanı için kullanılması doğru değildir.

Kriyopresipitat

Bir ünite TDP 1-6 °C'de yavaş olarak eritilir ve santrifüj edilip supernatant atılır geri kalan 10-15 ml plazma kullanılırsa buna kriyopresipitat denilir. Bir ünite kriyopresipitat çok az bir hacim içinde 80 ünite Faktör VIII, 200mg fibrinojen, 100 ü vWF içerir ve faktör XIII açısından da zengin bir kan ürünüdür²⁹. Günümüzde teknolojik olarak rekombinant yöntemler ya da farklı santrifügasyon yöntemleri kullanılarak tüm koagülasyon ya da antikoagülasyon faktörlerini (faktör VIII, Faktör IX, Protein C, Antitrombin III vb.) ayrı ayrı ya da birlikte (protrombin ve aktive protrombin konsantratları) içeren ürünler elde

edilmektedir. Ayrıca intravenöz gamma globulin (IVIG) ve albumin de birer kan ürünü olup günümüzde tedavi protokollerinde kullanılmaktadır.

Kan ve kan komponentlerinin kullanımında cevaplanacak sorulardan en önemlileri hastanın gerçekten tranfüzyon ihtiyacının varlığı, hangi ürünün seçileceği, ne kadar kullanılacağı ve bu transfüzyondan beklenen yarar ve zararın ne olduğudur. Transfüzyon pratiklerinde saklama koşulları, transfer ve ısıtılma konuları basit ama önemli noktalardır. Ürünün saklandığı ortam ısısı, nemi ve şartları önemlidir. Her ürünün kendine has özellikleri dikkate alınmalı ve mümkünse sadece kan ürünlerinin ayrı saklandığı soğutucular kullanılmalıdır. Taşınma sırasında çok sıcak ya da çok soğuk örneğin, buzla temas ederek transfer edilen bir eritrosit süspansiyonunun transfüzyonun sorun çıkaracağı bilinmelidir. Normal şartlar altında kan ürünleri ısıtılmadan infüzyon yapılabilir. Çok hızlı transfüzyonlarda soğuk kan ürünleri nadiren problem çıkarabilir.

Transfüzyonlar sırasında güvenlik çok önemlidir. Hastanın ve kullanılacak kan ürününün hasta başında numaralandırılması ve isimlendirilmesi yapılmalıdır. Hala tüm dünyada en iyi merkezlerdeki transfüzyona bağlı ölümlerin bile en önemli nedeni bu esasa dayanmadan yanlış kan ürün kullanımlarından kaynaklanmaktadır. Transfüzyon öncesinde bu tip hataları önleyecek son kontrolü yapmak kanı takan hemşirenin en önemli görevidir. Kan üzerindeki ve hasta ismi mutlaka kontrol edilerek transfüzyondan önce şüpheli tüm durumlar bertaraf edilmelidir. Vericiye ait kanın alıcıda reaksiyon oluşturup oluşturmayacağını kontrolü transfüzyon öncesi yapılan uygunluk testleri ile kontrol edilir. Bu testler kan grup tayini, antikor tarama ve cross-matching testleridir. Bireyin eritrosit yüzeyinde taşımadığı antijenlere karşı gelişmiş antikorlara alloantikor, kendi eritrosit yüzeyindeki antijenlere karşı geliştirdiği antikorlara ise otoantikor denilir. Eritrosit yüzeyinde olabilecek antijenlere karşı alıcı serumunda antikor varlığını araştırmaya major cross-match, hasta eritrositleri ile vericinin kanındaki irregüler antikor aranmasına ise minör cross-match denilir. ABO-Rh uygunluğu ile yapılmış bir transfüzyonda başarı şansı %98 dir. Geri kalan %2 için ileri serolojik testler yapılmalıdır. Transfüzyon öncesinde son kontrolü yapan ve kanı takan hemşirenin mutlaka cross-match kağıdını da kontrol etmesi gerekir. Eritrosit içermeyen taze plazma, TDP, trombosit süspansiyonları ve kriyopresipitatta cross-match yapmaya gerek olmadığı belirtilmektedir. Ancak olası eritrositle bulaştan çekinildiği için günlük

uygulamalarımızda kliniğimizde uygunluk testi transfüzyon öncesinde yapmaktayız.

Uygun şartlarda toplanan ve saklanan kan ürünleri hastaya verilmeden önce 2 dakika yumuşak hareketlerle çalkalandıktan sonra hücre ve plazma kısmının karışması sağlanır. Transfüzyon yapılacak damar yolu önceden açılır, akım problemi olup olmadığı kontrol edilir. Erişkinlerde eritrosit süspansiyon infüzyonu için genellikle 19 gauge ya da daha kalın iğneler seçilirken, çocuklarda 23 gauge'dan daha ince olanlar tercih edilmemelidir. Bu ince iğne ile infüzyonlarda akım problemi olacak, infüzyon süresi uzayacak ve basınç olduğu için hemoliz artacaktır. Akım problemi yaşandığında komponentin dilusyonu için serum fizyolojik ya da albumin (%5'lik) solüsyonu kullanılabilir. Bu iki solüsyondan başka hiçbir ilaç ya da sıvı kan ürününe eklenmemelidir. Banka kanlarında bekleme esnasında oluşabilecek pıhtı ve hücre kümelerinin tutulması amacıyla filtre (170-250 µ) kullanılmalıdır. Bu filtreler kan verme setlerinde mevcut olduğundan kan ürünleri mutlaka özel olarak hazırlanan kan verme setleri ile infüze edilmelidir.

Günümüzde giderek özellikleri arttırılan kan ürünleri verilirken lökosit azaltma işlemini gerçekleştiren filtreler kullanıma girmektedir. Ancak bu filtreler alloimmünizasyon gelişiminden korkulan sık transfüzyon alan ya da transplantasyon yapılacak, immün yetersizliği olan, malignite nedeniyle tedavi alan, yenidoğan ve daha önceki transfüzyonlarında en az iki kere febril reaksiyonu olan hastalarda önerilmektedir. Hangi tip olursa olsun filtrelerin haznelerinde kan biriktiğinden ve bu alanda bakteri üremesi için iyi bir ortam olduğundan, dört saatten daha uzun transfüzyon pek önerilmemekte ya da uygulanacaksa infüzyon setlerinin değişiminin uygun olacağı belirtilmektedir. Lökosit filtreleri kullanılsa da rutinde kullanılan 2.ve 3. jenerasyon modeller ile bazı istenmeyen yan etkiler örneğin, transfüzyona bağlı gelişen Greft-Versus Host Hastalığı (GVHD) gibi durumlar engellenememektedir. Bu nedenle riskli durumlarda kan ışınlanması yapılmalıdır. Işınlama ve filtrelerin birlikte kullanılması ile en iyi sonuç alınmaktadır. Işınlama yapılan ancak filtre kullanılmayan komponentlerde lökositler yok edilmediğinden gene reaksiyon olasılığı yüksek olmaktadır. Kriyopresipitat, TDP ve plazma ürünlerinde ışınlama önerilmez. Aferez ya da buffycoat ile toplanılan lökosit süspansiyonlarında ve tüm akraba vericilerden hazırlanan kan ürün kullanımlarında ise mutlaka

ışınlama önerilmektedir. Işınlama etkisi ile kan ürünlerinde potasyum içeriği artar. İngiltere kaynaklı literatürlerde eritrositler toplandıktan sonra ilk 14 içinde ışınlama önerilmekte ve bu eritrositlerin 14 gün içinde kullanımı salık verilmektedir. Trombositlerde ise ışınlamanın trombosit kalitesine olumsuz etkisi olmadığı belirtilmektedir. Hiperkalemi riski olanlarda ise eritrosit süspansiyonlarının ışınlamadan sonraki 24 saat içinde kullanılması önerilmektedir. Biz bölümümüzde genellikle ışınlama sonrası ilk 24 saat içinde transfüzyon yapmaktayız.

Kan ve kan ürünlerinde transfüzyon süresi hastanın kliniğine göre değişir. Gerektiğinde bir ünite birkaç dakika içerisinde verilebilir. Genellikle önerilen infüzyonun 1-3 saatte olması, 4 saati geçmemesidir. Ancak kalp yetersizliği olan ya da hemoglobinin düzeyi < 5 gr/dL olan olgularda 3-5 ml/kg 3-4 saatten uzun sürede önerilmektedir. Açılan ve kullanılan bir kan ürününün 24 saat içinde tüketilmesi önerilir. Daha uzun kullanımda daima kontaminasyon riski vardır. Transfüzyonun ilk 5-10 dakikası (yani ürünün ilk 25-50 ml'si verilirken) olası reaksiyonları gözleyebilmek için yavaş 2-5 ml/dk hızında yapılmalıdır. Eğer reaksiyon izlenmezse infüzyon hızı planlanan şekilde ayarlanmalı ve transfüzyon bitene kadar genellikle saat başı hasta vital bulguları açısından (nabız, solunum, kan basıncı ve ateş) izlenmelidir. Transfüzyon bitiminden hemen sonra ve 4 saat sonra bu veriler açısından hasta bir kez daha incelenmelidir. Hastada yolunda gitmeyen bulgu soruşturulmalıdır. Örneğin uyuşma kramp gibi şikayetler sitrat toksisitesine ikincil gelişen hipokalseminin, bel ve sırt ağrısı uygunsuz kan transfüzyonunun ilk bulgusu olabilir. Transfüzyon sonucunda enfeksiyonların bulaşma olasılığından başka immünolojik ve non-immünolojik olarak sınıflandırılan transfüzyon reaksiyonları vardır²⁴.

Fizyolojik Transfüzyon Ölçütleri

Anemi ve kanama durumlarında transfüzyon kararı vermek için kullanılan fizyolojik ölçütler, global veya rejyonel doku oksijenasyonunun miktarını kıstas alır. Ancak fizyolojik transfüzyon kriterlerinin geçerli olabilmesi için anestezinin stabil olması ve önceden mevcut herhangi bir hipovolemi ya da taşikardinin düzeltilmiş olması gereklidir. Yetersiz doku oksijenasyonunu gösteren fizyolojik kriterler; taşikardi ve hipotansiyonla karakterize olan hemodinamik instabilite, ST segment değişiklikleri, yeni oluşan aritmiler, sol ventrikül fonksiyon bozuk-

luğu (ekokardiyografi), oksijen ekstraksiyon oranının artması (> % 50), miks venöz oksijen satürasyonu (< % 50) ve miks venöz oksijen parsiyel basıncının düşmesidir (< 25-20 mmHg).

Amerikan Anestezistler Derneği'nin (ASA) erişkinlerde eritrosit süspansiyonu transfüzyon endikasyonları³¹ :

- Kardiyopulmoner bypassta, hemoglobinin 6 g/dL'nin altında olduğu hastalarda transfüzyon endikedir.
- Altmış beş yaşın üzerindeki hastalarda ve kronik kardiyovasküler veya respiratuvar hastalıkları bulunan hastalarda, hemoglobinin 7 g/dL'nin altında olduğu hastalarda transfüzyon endikedir.
- Hemoglobin seviyesi 7-10 g/dL arasında olan stabil hastalarda transfüzyonun yararı açık değildir.
- 1500 mL'den ya da kan volümünün % 30'undan daha fazlasını hızlı bir şekilde kaybetmiş hastalarda transfüzyon önerilmektedir.
- Acil hemostazın sağlanamayacağı hızlı kan kayıplarında transfüzyon endikedir.

Kan Tasarrufu Yöntemleri

Preoperatif dönemde yapılabilecekler: Dikkatli ve etraflı öykü alınması ve fizik inceleme hastanın kendisi ve ailesindeki kanama eğilimini belirlemek açısından çok önemlidir. Pozitif bulgu laboratuvar testleri ile doğrulanmalı, konjenital veya ilaca bağlı bir pıhtılaşma bozukluğu saptanırsa düzeltilmelidir. Anemi ve kanama varsa bunun önlenmesi/tedavisi planlanmalıdır. Preoperatif hemoglobin (Hb) değeri düşük hastaların transfüzyon gereksinimi olasılığı daha fazla olacaktır. Bunu azaltmak için Hb değerinin önceden yükseltilmesi gerekir. Bu amaçla rekombinant eritropoetin, demir, folat ve B12 preparatları kullanılabilir. Hastanın preoperatif dönemde almakta olduğu antikoagülanın kesilmesi ya da değiştirilmesi de kan korunmasına katkıda bulunacaktır. Otolog kan alınması özellikle kan bankası yükünü azaltabilecektir. Ancak bu uygulama beklendiği ölçüde yaygınlaşmamıştır.

İntraoperatif dönemde yapılabilecekler:

Cerrahi yaklaşım: Hastanelerde tüketilen kanların yarısı cerrahi amaçlarla kullanılmakta, yine yarısından fazlası 65 yaş üzeri yani donör olamayan hastalara verilmektedir³². Böylece kan gereksinimini karşılamakta güçlük çekilmektedir. Dolayısıyla cerrahi kan kaybını azaltacak şekilde dokulara

dikkatli davranılması, muhtemel kanama kaynaklarının tanınması ve bu bölgelerden kaçınılması, kanama olursa hemen kontrolü önemlidir. Cerrahların bu yönde eğitilmeleri ve argon lazer gibi dokuya zarar vermeden sadece damarları koagüle edebilen koterlerin kullanılması gerekir^{33,34}.

Anestezi yaklaşım: Anestezistin, kontrollü hipotansiyon, vücut sıcaklığının normal tutulması, eritrositlerin toplanması ve tolere edilebilir normovolemik anemi yönündeki uygulamaları cerrahi kanamayı azaltacaktır³⁵. Örneğin, vücut ısısının korunması kan kaybını ve transfüzyon gereksinimini azaltmaktadır³⁶. Oksijenasyona özen gösterilmesi de dokulara oksijen sunumunu artıracaktır. Elektif koroner bypass cerrahisi geçiren ve Hb düzeyi 7,5-8,5 g/dL olan hastalarda depo allojenik kan verilmesinin sistemik oksijen sunumunu düzelttiği ancak % 100 oksijen verilmesinin sistemik oksijenasyon yanında doku oksijenasyonunu da düzelttiği gösterilmiştir³⁷. Pıhtılaşmanın tromboelastografi ile izlenmesi kardiyak ve diğer büyük cerrahi girişimlerde eksik faktörün tanınması ile transfüzyon kararının daha isabetli verilmesini sağlayabilir.

Postoperatif dönemde yapılabilecekler: Kanamanın yakından izlenmesi, yeterli oksijenasyon, tanısal işlemler için kan alımının sınırlandırılması, hemostaza farmakolojik destek, hipertansiyondan kaçınma, normovolemik anemiye tolerans, antikoagülan ve antiplatelet ajanların dikkatli kullanımı yararlı olacaktır.

Kardiyovasküler Cerrahi Esnasında Kan Transfüzyonları

Günümüzde; donörlerden elde edilen tüm eritrosit süspansiyonlarının yarısından fazlası cerrahi işlemlerde kullanılmakta; cerrahi işlemlerde kullanılan kanın yaklaşık yarısı da kalp cerrahisinde, özellikle kardiyopulmoner baypas (KPB) eşliğinde yapılan ameliyatlarda tüketilmektedir³⁸. KPB kullanılarak koroner arter bypass cerrahisine giren hastalarda kan transfüzyonu oldukça yaygındır. Buna rağmen relatif olarak koroner arter bypass cerrahisi geçiren hastalarda kan ve kan ürünleri kullanımına bakışta elimizde az veri mevcuttur. CABG esnasında transfüze edilen kırmızı kan hücresi paket ortalaması hasta başına ortalama 0 ile 6,3 paket arasında olup transfüzyon sıklığı % 16 ile % 100 arasındadır³⁹. Yüksek maliyet ve etkinliğine dair devam eden kuşkuların bulunması hemolitik, allerjik, febril reaksiyonlara yol açabilmesi; hepatit, sifiliz, malarya, sitomegalovirus ve Acquired Immuno Deficiency Syndrome (AIDS) gibi

infeksiyöz hastalıkları bulaştırma riski taşıması yanında immünosupresyon ve transfüzyon ile ilişkili akut akciğer hasarı sendromu oluşturmasının sonucu olarak cerrahiye gidecek olgularda allojenik kan transfüzyonu (AKT) işleminden sakınmak, peroperatif dönemde önemli hedef haline gelmiştir.

Allojenik kan transfüzyonundan sakınmak veya en azından ihtiyacı azaltmak için geliştirilmiş birçok stratejiden biri de akut normovolemik hemodilüsyon (ANH) tekniğidir. Akut normovolemik hemodilüsyon, hastanın anestezi indüksiyonundan hemen önce veya sonra periferik kalın bir veninden, santral kateterinden veya arterinden kan alınırken, aynı anda normovolemiyi sağlamak amacıyla kristaloid veya kolloid gibi kan içermeyen asellüler solüsyonlarla volümün replase edilmesi ve gerekli olduğunda kanın hastaya tekrar geri verilmesidir. Kardiyak cerrahi operasyonlarında, preoperatif hasta karakteristikleri perioperatif kan transfüzyonu ihtiyacını öngörebilir³⁹.

Perioperatif kan korumadaki ilerlemelere rağmen kardiyak cerrahideki transfüzyon oranları halen yüksek oranlardadır ve enstitüler CABG cerrahisi için transfüzyon pratiklerini değiştirmeye devam etmektedir⁴⁰. CABG'in yapıldığı ilk günlerde neredeyse tüm hastalara kan komponentleri veya tam kan verildi. Bununla beraber, CABG yapılan hastalardaki transfüzyon ihtiyacındaki güncel azalmalara rağmen birçok hastanın transfüzyona ihtiyacı olmaktadır³⁹.

Tüm hastalar transfüzyon ihtiyacı açısından aynı risk altında değildir. Bazı hastaların değişkenleri perioperatif transfüzyon riskini tahmin etmede kullanılabilir⁴¹. Sıklıkla hayat kurtarmalarına rağmen, kan transfüzyonları da hastayı riske sokarak, kan bankası ve hastane maliyetini artırır⁴². Allojenik kan ürünü transfüzyonu ile ilişkili riskler; ABO/Rh uyumsuzluğu, sepsis, febril reaksiyonlar, immünosupresyon ve viral transmisyonudur. Tarama problemlerine rağmen Hepatit B, C ve HIV transmisyonu 300.000 vakada bir görülür. Ciddi ancak ölümcül olmayan transfüzyon hataları 16.000 transfüzyonda bir görülür⁴³. Kan transfüzyonları yüksek mortalite ve morbidite ile ilişkilendirilmiştir⁴⁴. Homolog transfüzyonların immünsüpresif etkisi vardır ve postoperatif için yüksek risk yaratılırlar⁴⁵.

CABG operasyonları sırasında veya sonrasında, kan transfüzyonu yoğun bakımda kalmayı artırır ve hastanede geçirilen gün sayısı da artmış olur⁴⁶. Depolanmış kırmızı hücrelerde zaman geçtikçe yapısal ve fonksiyonel değişiklikler olur. Kardiyak cerrahi hastalarında, iki haftadan uzun saklanmış

kırmızı hücre transfüzyonu kısa ve uzun dönemde azalmış sağ kalım gibi postoperatif komplikasyonlarda artışa neden olur⁴⁷. Bu eski kanın transfüzyonunun serbest hücre fragmanlama sekonder mikrovasküler obstrüksiyona ve güçlü proinflamatuvar etkiye neden olması ile açıklanabilir. Saklanmış kanda biyoaktif maddeler vardır; Plazminogen Aktivatör İnhibitörü (PAT-1), IL-1beta (bunlar kan yaşlandıkça artar)⁴⁸.

Kan transfüzyonu ihtiyacını azaltmak için kullanılan birçok farmakolojik ve non-farmakolojik (mekanik) metod vardır. Kan kullanımını azaltmak için farmakolojik ürünler; 1-deamino-8-D-arginin vazopressin (DDAUP), transeksamik asit, epsilon aminokaproik asit ve aprotinindir. Mekanik yöntemler ise inotrop kan kurtarılması ve otolog kan verilmesi akut perioperatif normovolemik hemodilüsyondur^{49,50,51}. Uygun kan saklama teknikleri ile kardiyak cerrahiye giden hastalarda, gereksiz transfüzyonlar %75 oranında azaltılabilir⁵². Farmakolojik ve mekanik kan saklama metodlarının maliyet etkileri vardır. Kan transfüzyonu için yüksek riskli olanların preoperatif tanınması daha efektif kan ürünleri kullanım modalitelerine neden olacaktır^{41,53}.

GEREÇ-YÖNTEM

Çalışmamız Mersin Üniversitesi Tıp Fakültesi Bilimsel Araştırmaları Değerlendirme Komisyonu 13.06.2012 tarihli ve 2012-4 nolu onayı alındıktan sonra Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalı tarafından yürütülmüştür.

Çalışmaya açık kalp cerrahisi yapılan 58 hasta dahil edildi. Acil vakalar, 18 yaş altı ve 75 yaş üstü olan hastalar çalışma dışı bırakıldı.

Anestezi Yönetimi

Hastaların anamnezleri alındıktan sonra rutin fizik muayeneleri yapıldı. Çalışmaya dahil edilen hastaların yaş, cinsiyet gibi demografik verileri, ameliyat süresi, kardiyopulmoner bypass süresi, ve ameliyat türü (kapak replasmanı veya koroner bypass) kayıt edildi.

Tüm hastalara operasyondan yaklaşık 20 dk önce 2 mg midazolam IV verilerek premedikasyon uygulandı. Premedikasyonu yeterli olan hastalar, ameliyathane ekipmanı ve ventilatörlerin rutin denetlenmesini takiben ameliyathaneye alındı. Hastalar ameliyathaneye alındıktan sonra elektrokardiyografi elektrodları takılarak monitorize edildi. Ardından arteryel oksijen saturasyonunun izlenmesi amacıyla pulse oksimetre probu sol el işaret parmağa takıldı. Sol sefalik veya brakial vene 16-18 gauge kanül ile venöz, sağ radial artere 20 gauge kanül ile arteryel kateterizasyon yapıldı. Hastalar % 100 O₂ ile ventile edildi. Anestezi induksiyonunda 0,3-0,4 mg/kg etomidat, 5-6 µg/kg fentanil, 0,1 mg/kg vekuronyum uygulandı. Daha sonra hastalar uygun boyda düşük basınç-yüksek hacimli bir endotrakeal tüp ile entübe edildi. Respiratör IPPV (İntermittant Positive Ventilation) modunda FiO₂=% 50 + %50 N₂O, tidal volüme (TV) = 10 mL/ kg, solunum sayısı=12/dak, Ti/Te =1/2, PEEP = 0 mBar (Fabius Plus, Dräger, Germany) olacak şekilde ayarlandı. Anestezi idamesi fentanil infüzyonu (50 µg/h) ve sevofluran (%1,5-2) ile sağlandı. Anestezi induksiyonu ve endotrakeal entübasyonu takiben 10-15° trendelenburg pozisyonuna alınan olgularda sağ internal juguler ven Edwards Life Sciences Vigileo cihazının PreSep Central Venous Oximetry Catheter (ScvO₂) adlı 20 cm uzunluğunda silikon kateteri ile kanüle edildi. Anestezinin devamında kas gevşekliği ise 30 dakikalık aralıklarla yapılan 0,05 mg/kg vekuronyum bromür ile

sağlandı. İdrar debisinin ve kalitesinin takibi için mesane foley sonda ile kateterize edildi.

Aortik kanülasyon uygulanmadan önce Aktive pıhtılaşma zamanı (ACT) (Actalyke, Mini II, Helana Laboratories) 400 saniyenin üzerinde olacak şekilde heparin (300-400 IU/kg) uygulandı. Atrium kanülasyonunu takiben ekstrakorporeal dolaşım başlatıldı ve ventilasyon sonlandırıldı.

Ekstrakorporeal dolaşım sırasında Roller pump (Sorin Stockert SIII Perfusion System, Türkiye) ve membran oksijenatörler (Dideco Compact Floveo Phisio/M 050516 Series) kullanıldı. Pompa prime solüsyonu için 1000 mL Laktatlı Ringer solüsyonu, 100mL %20 mannitol ve 500 cc kolloid (Voluven%6, Fresenius Kabi) kullanıldı. Pompa akımı 2,2-2,4 L/m²/dk idi. Orta derecede hipotermi uygulanan hastalara miyokard koruması için potasyumlu kan kardiyoplejisi yirmi dakikada bir verildi. Ekstrakorporeal dolaşım süresince anestezinin devamı için fentanil infüzyonu 1 µg/kg/dk ve midazolam 2 mg IV uygulandı. Miyokardın yeniden kanlanmasının tamamlanmasını takiben, normotermi sağlanıp yeterli doluş basınçları elde edildikten sonra ekstrakorporeal dolaşım sonlandırıldı.

Hemodinamik Monitorizasyon

Hastaların tamamında radyal arter aracılığı ile, sürekli kan basıncının yanısıra, ek bir monitör (Edwards Life Sciences Vigileo) ile kardiyak output, kardiyak indeks ve venöz oksijen satürasyonu takip edildi. Radial arter kateterizasyonu yapıldıktan sonra kateter FloTrac Sensor bağlantısı ile Edwards Life Sciences Vigileo cihazına bağlandı. Bu cihazın PreSep Central Venous Oximetry Catheter (ScvO₂) adlı Cvp kateteri hasta entübe edildikten sonra takıldı ve cihaz bağlantısı yapıldı. Cihaz kalibre edildikten sonra sürekli ölçüm ile kardiyak output, kardiyak indeks ve venöz oksijen saturasyonu takip edildi ve kayıt altına alındı. Tüm hastalarda solunumsal parametreler ve Hb konsantrasyonunu belirlemek amacıyla kan örneklemeleri sırasıyla; anestezi indüksiyonu öncesinde oda havasında solurken, ScvO₂ kateteri takıldıktan sonra-ekstrakorporeal dolaşım başlamadan ve ekstrakorporeal dolaşım sonrası protamin yapıldıktan 30 dakika sonrasında alındı; eş zamanlı hemodinamik monitorizasyon yapıldı.

Çalışma protokolü gereği, ekstrakorporeal dolaşım sırası ve sonrasında operasyon bitimine kadar Hct düzeyi < % 25, Hb < 8 gr/dl olan hastalara kan

transfüzyonu yapıldı. Hb ve Hct değerleri kriterlerin altında olanlara ikinci ünite eritrosit süspansiyonu verildi. Kan verilmeden önce ve sonrasında alınan arter kan gazı ölçümleri ile birlikte kardiyak output, kardiyak indeks, venöz oksijen saturasyon ölçümleri aynı anda kayıt altına alındı. Elde edilen hemodinamik veriler kullanılarak oksijen sunumu (DO_2), oksijen tüketimi (VO_2), ve doku oksijen alımı (O_2ER) hesaplandı.

Çalışma grubuna alınan hastalarda geriye dönük olarak, kan transfüzyonu yapılan (Grup1) ve kan transfüzyonu yapılmayan (Grup2) hastalar belirlendi. Transfüzyon yapılan hasta grubunda, transfüzyon sonrası elde edilen Hb değerleri ile DO_2 , VO_2 ve O_2ER arasındaki korelasyon araştırıldı.

İstatistiksel Analiz

Çalışmaya koroner arter bypass greftleme (CABG), kapak replasmanı (KR) veya CABG+KR yapılacak 58 hasta dahil edilmiştir. Hastalar geriye dönük olarak kan transfüzyonu yapılan (Grup1) ve kan transfüzyonu yapılmayan (Grup2) olarak iki gruba ayrılmıştır. Her iki grupta parametrelerinin normal dağılıma uygunluk kontrolleri için Shapiro Wilks testi kullanılmıştır. Parametrelerin normal dağılıma sahip olduğu görülmüştür. Tanımlayıcı istatistik olarak ortalama ve standart sapma değerleri verilmiştir. Kategorik yapıdaki parametreler için sayı ve yüzde değerleri verilmiştir. İki grup arasında ortalama farklılıkların testinde, dağılımın şekline bağlı olarak Student t testi kullanılmıştır. Pre ve Post değerleri arasındaki farklılık için Paired Sample t testi kullanılmıştır. Gruplar ile kategorik yapıdaki parametreler arasındaki ilişkilerin analizinde ki-kare analizi kullanılmıştır.

BULGULAR

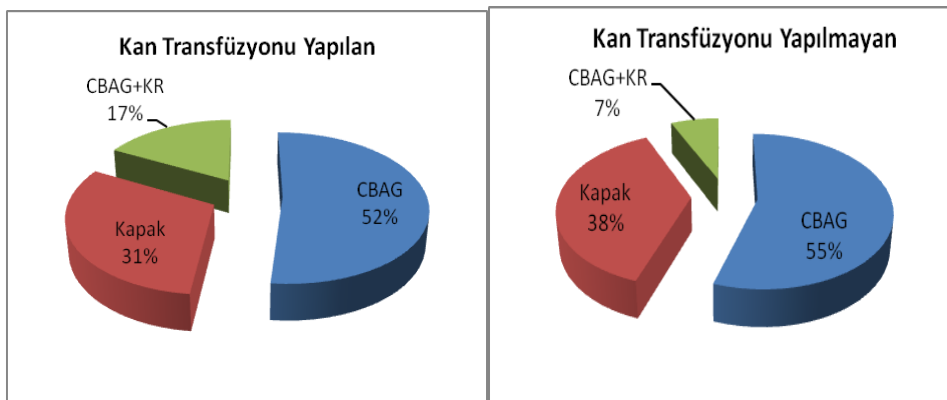
Çalışmaya alınan CABG, kapak replasmanı (KR) veya CABG+KR yapılacak 58 hasta içinde kadın/erkek oranı 26/32 idi. Kan transfüzyonu yapılan grup (Grup1) ile yapılmayan grubun (Grup2) cinsiyet ve operasyon türlerinin dağılımı açısından benzer olduğu saptandı. Kros klemp, pompa ve operasyon süreleri Grup1'de Grup2'ye oranla uzundu ancak istatistiksel fark saptanmadı. Kan transfüzyonu yapılan hasta grubunun yaş ortalamasının diğer gruba oranla yüksek olduğu belirlendi ve fark istatistiksel olarak anlamlı idi. ($p<0,01$) (Tablo 1,2).

Tablo I: Gruplar arası cinsiyet ve yaş dağılımı

	Cinsiyet (ki kare)			Yaş (yıl) (ki kare)		
	Erkek	Kadın	p	Ortalama	S.sapma	P
Grup 1	n:13 %44,8	n:16 %55,2	0,113	67,21	±11,41	0.000
Grup 2	n:19 %65,5	n:10 %34,5		48,8	±17,22	

Tablo II: Kros-klemp süresi, pompa süresi, operasyon süresi

(Student t)	Kan Verilenler		Kan verilmeyenler		P
	ortalama	± s.sapma	ortalama	± s.sapma	
Kros klemp süresi (dk)	75,31	± 37,16	66,41	± 33,20	0,340
Pompa.süresi (dk)	120,86	± 46,12	101,76	± 44,66	0,110
Operasyon süresi (dk)	258,28	± 52,97	235,86	± 48,9	0,100



Grafik 1: Operasyon türlerine göre grupların dağılımı

Preoperatif kan örneklemelerinde kan transfüzyonu yapılan hasta grubunda Hb ve Hct değerlerinin kan transfüzyonu yapılmayan gruba oranla düşük olduğu belirlendi ve fark istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0,001$). Solunumsal değerler (ph, paO_2 , SaO_2) açısından Grup1 ile Grup2 arasında fark olmadığı saptandı (Tablo III).

Tablo III: Preoperatif solunumsal parametreler ve kan değerleri

Student t	Kan Verilenler			Kan verilmeyenler			P
	ortalama	±	s.sapma	ortalama	±	s.sapma	
preop.pH	7,42	±	0,04	7,42	±	0,02	0,838
preop.paO ₂ (mmHg)	73,34	±	12,31	78,37	±	18,50	0,228
preop.SaO ₂ (%)	94,23	±	3,78	94,98	±	3,34	0,422
preop.Hb (gr/dl)	11,72	±	1,43	13,34	±	1,30	0,000
preop.Hct (%)	36,24	±	3,92	40,08	±	3,41	0,000

ScvO₂ kateteri takıldıktan sonra alınan arteriyel kan gazları örneklerinde tespit edilen Hb değerleri Grup1'de Grup2'ye oranla daha düşüktü ve istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0,001$). DO₂ değerlerinin de Grup1'de Grup 2'ye oranla daha düşük olduğu belirlendi ($p<0,05$). SaO₂ değerleri Grup1'de Grup2'ye oranla daha yüksekti farklılıklar istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0,05$) (Tablo IV).

Tablo IV: ScvO₂ kateteri sonrası solunumsal ve hemodinamik parametreler

Student t	Kan Verilenler			Kan verilmeyenler			p
	ortalama	±	s.sapma	ortalama	±	s.sapma	
preop. Hb (gr/dl)	10,99	±	1,32	12,88	±	1,52	0,000
preop.CO (L/dk)	4,97	±	1,40	5,28	±	1,52	0,424
preop.ScvO ₂ (%)	71,30	±	9,39	74,01	±	7,01	0,218
preop..SaO ₂ (%)	99,31	±	0,64	98,57	±	1,03	0,002
preop.O ₂ ER (%)	27,58	±	9,42	24,88	±	7,03	0,222
preop.VO ₂ (ml/kg/dk)	2,03	±	1,02	2,15	±	0,76	0,610
preopDO ₂ (ml/kg/dk)	7,26	±	2,51	8,93	±	2,86	0,022

Ekstrakorporeal dolaşım başlamadan önce yapılan arteriyel kan gazı analizlerinde Hb değerleri Grup1'de Grup2'ye oranla daha düşüktü ve farklılık istatistiksel olarak anlamlı idi ($p<0,001$). ScvO₂ değerleri ve DO₂ değerleri Grup1'de Grup2'ye oranla daha düşüktü ve farklılık istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p<0,05$). O₂ER değerleri ise Grup1'de Grup2'ye oranla daha yüksekti ($p<0,05$) (TabloV).

Tablo V: Ekstrakorperal dolaşım öncesi Hb, CO, ScvO₂, SaO₂, O₂ER, VO₂, DO₂ değerleri

Student t	Kan Verilenler		Kan verilmeyenler		p
	Ortalama	± s.sapma	ortalama	± s.sapma	
pompa.gir.önce. Hb (gr/dl)	9,83	± 1,23	11,72	± 2,25	0.000
pompa.gir.önce.CO (L/dk)	4,54	± 0,87	4,65	± 1,08	0,681
pompa.gir.önce.ScvO ₂ (%)	71,04	± 7,51	76,25	± 6,94	0,008
pompa.gir.önce.SaO ₂ (%)	99,36	± 0,64	99,06	± 0,56	0,058
pompa.gir.önce.O ₂ ER (%)	28,52	± 7,91	22,66	± 6,87	0,004
pompa.gir.önce.VO ₂ (ml/kg/dk)	1,67	± 0,59	1,66	± 0,68	0,957
pompa.gir.önce.DO ₂ (ml/kg/dk)	5,93	± 1,47	7,43	± 2,13	0,003

Ekstrakorperal dolaşım sırasında alınan arter kan gazında ölçülen Hb değerleri ilk eritrosit süspansiyonu (ES) verildikten sonraki değere göre yüksekti ve istatistiksel olarak anlamlı idi ($p < 0,001$). DO₂ değerleri de ES verildikten sonra, öncekine oranla göre yüksekti ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu ($p < 0,001$) (TabloVI).

Tablo VI: Ekstrakorperal dolaşım sırasında Eritrosit Süspansiyonu (ES) verilmeden önce ve sonraki değerler

Paired Sample t	Eritrosit süspansiyonu (ES) verilmeden önce		Eritrosit süspansiyonu (ES) verildikten sonra		p
	ortalama	± s.sapma	ortalama	± s.sapma	
trans.1.1.Hb (gr/dl)	6,97	± 0,48	8,11	± 0,70	0.000
trans.1.1.CO (L/dk/m ²)	4,15	± 0,38	4,15	± 0,38	
trans.1.1.ScvO ₂ (%)	79,65	± 6,15	79,60	± 6,72	0,979
trans.1.1.SaO ₂ (%)	99,12	± 1,50	99,66	± 0,36	0,104
trans.1.1.O ₂ ER (%)	19,56	± 5,97	20,13	± 6,82	0,743
trans.1.1.VO ₂ (ml/dk/m ²)	75,62	± 25,34	89,76	± 30,15	0,650
trans.1.1.DO ₂ (ml/dk/m ²)	384,27	± 42,56	441,11	± 55,88	0.000

(Trans 1.1: Ekstrakorperal dolaşım sırasında 1. Ünite ES verilmeden önce ve sonrası)

Ekstrakorperal dolaşım sırasında verilen ikinci eritrosit süspansiyonu öncesi ve sonrasındaki Hb değerleri arasında fark vardı ama istatistiksel olarak anlamlı değildi (Tablo VII).

Tablo VII: Ekstrakorporeal dolaşım sırasında ikinci Eritrosit süspansiyonu (ES) verilmeden önce ve sonraki değerler

Paired Sample t	Eritrosit süspansiyonu (ES) verilmeden önce			Eritrosit süspansiyonu (ES) verildikten sonra			p
	ortalama	±	s.sapma	ortalama	±	s.sapma	
trans.1.2.Hb (gr/dl)	7,92	±	0,58	8,02	±	0,54	0,729
trans.1.2.CO (L/dk/m ²)	4,08	±	0,31	4,08	±	0,31	
trans.1.2.ScVO ₂ (%)	81,33	±	4,71	78,92	±	7,16	0,357
trans.1.2.SaO ₂ (%)	99,77	±	0,32	99,75	±	0,32	0,170
trans.1.2.O ₂ ER (%)	18,42	±	4,88	20,82	±	7,39	0,360
trans.1.2.VO ₂ (ml/dk/m ²)	79,20	±	19,25	90,18	±	29,94	0,330
trans.1.2.DO ₂ (ml/dk/m ²)	432,32	±	36,64	437,71	±	35,48	0,726

(Trans 1.2: Ekstrakorporeal dolaşım sırasında 2. Ünite ES verilmeden önce ve sonrası)

Ekstrakorporeal dolaşım bittikten 30 dakika sonra yapılan protamin sonrasında alınan arter kan gazı analizlerinde Hb değerleri, ScVO₂ değerleri, DO₂ değerleri Grup1'de Grup2'ye oranla daha düşüktü ve istatistiksel olarak anlamlı idi (TabloVIII).

Tablo VIII: Ekstrakorporeal dolaşım sonrası protaminden 30 dakika sonraki değerler

Student t	Kan Verilenler			Kan verilmeyenler			p
	ortalama	±	s.sapma	ortalama	±	s.sapma	
pompa.son.Hb (gr/dl)	7,96	±	0,89	9,20	±	1,34	0.000
pompa.son.CO (L/dk)	5,40	±	1,41	5,85	±	1,10	0,180
pompa.son.ScVO ₂ (%)	72,09	±	8,25	76,91	±	8,15	0,029
pompa.son.SaO ₂ (%)	99,63	±	0,30	99,52	±	0,41	0,264
pompa.son.O ₂ ER (%)	27,39	±	8,11	24,45	±	12,95	0,306
pompa.son.VO ₂ (ml/kg/dk)	1,57	±	0,57	1,61	±	0,63	0,797
pompa.son.DO ₂ (ml/kg/dk)	5,74	±	1,45	7,23	±	1,93	0.000

Ekstrakorporeal dolaşım sonrasında alınan arter kan gazında ölçülen Hb değerleri ilk eritrosit süspansiyonu (ES) verildikten sonraki değere göre yüksekti ve istatistiksel olarak anlamlı idi (P<0,001). SaO₂ değerleri ES verilmeden önce ES verildikten sonraya göre düşüktü ve istatistiksel olarak anlamlı idi. VO₂ ve DO₂ değerleri ES verildikten sonra, ES verilmeden önceye göre yüksekti ve istatistiksel olarak anlamlı bulundu (p<0,05) (Tablo IX).

Tablo IX: Ekstrakorporeal dolaşım sonrasında Eritrosit Süspansiyonu (ES) verilmeden önce ve sonraki değerler

Paired Sample t	Eritrosit süspansiyonu(ES) verilmeden önce			Eritrosit süspansiyonu(ES) verildikten sonra			p
	ortalama	±	s.sapma	Ortalama	±	s.sapma	
trans.2.1.Hb (gr/dl)	7,37	±	0,72	8,21	±	0,75	0,000
trans.2.1.CO (L/dk)	5,55	±	1,84	5,58	±	1,61	0,927
trans.2.1.ScvO ₂ (%)	71,98	±	7,84	68,88	±	7,06	0,119
trans.2.1.SaO ₂ (%)	99,60	±	0,27	99,73	±	0,25	0,005
trans.2.1.O ₂ ER (%)	27,36	±	7,73	30,63	±	7,07	0,182
trans.2.1.VO ₂ (ml/kg/dk)	1,47	±	0,53	1,81	±	0,46	0,026
trans.2.1.DO ₂ (ml/kg/dk)	5,13	±	1,10	6,08	±	1,72	0,037

(Trans 2.1: Ekstrakorporeal dolaşım sonrası 1. Ünite ES verilmeden önce ve sonrası)

TARTIŞMA

Akut anemi kardiyopulmoner bypass eşliğinde kalp cerrahisi geçiren hastalarda sık görülen perioperatif bir komplikasyondur. Tedavide kullanılan eritrosit süspansiyon (ES) transfüzyonlarında hedef hastanın Hb konsantrasyonunu yükseltmektir. Kanama odağı olmayan bir hastada ES için tek uygun endikasyon, hipoksi varlığında dokulara oksijen sunumunun artırılmasıdır. Fakat Hb konsantrasyonu sadece kanın oksijen taşıma kapasitesini yansıtır. Fizyolojik ve hasta bağımlı değişkenlerin etkilediği doku oksijenasyon yeterliliğini garanti etmez. Bu sınırlamaların ışığında, mevcut transfüzyon uygulama rehberleri, Hb konsantrasyonu yanısıra diğer parametrelerin de, ES transfüzyon kararı vermek için kullanılmasını önermektedir⁵⁴.

Global oksijenasyon indeksi olan O_2ER transfüzyon kararı vermek için kullanılabilir önemli bir fizyolojik değişkendir. Fraksiyonel doku oksijen alımının göstergesi olup oksijen sunum (DO_2) ve tüketim (VO_2) oranına eşittir. Arteriyel ve karışık venöz kan ($ScvO_2$) örneklerinden elde edilen sonuçlar doğrultusunda hesaplanmaktadır ve son yıllarda kullanımı yaygınlaşmıştır^{19,55}. Kalp cerrahisi operasyonlarında kan transfüzyonu yaptığımız hastalarda VO_2 , DO_2 ve O_2ER baktığımız çalışmamızda elde ettiğimiz sonuçlar, tek başına Hb konsantrasyonu rehberliğinde yapılan transfüzyonların sorgulanması gerektiğini ortaya koymuştur. Çalışmaya alınan hastaların 29 tanesine transfüzyon gerekmiş ve bunların 13 tanesine pompa sırasında kan transfüzyonu yapılmıştır. Bu hasta grubuna baktığımızda, ortalama Hb değerlerinin 7gr/dL'nin altında olduğu görülmektedir. Kalp cerrahisi için takip edilmesi uygun görülen transfüzyon rehberinde orta derecede hipotermi uygulanan hasta grubu için 6-7 gr/dL arasındaki Hb değerlerinde transfüzyon önerilmemektedir. Ancak komorbid hastalık varlığı ve ileri yaş durumunda farklı uygulamalar devreye girebilmektedir. Transfüzyon yaptığımız hasta grubunun yapılmayan gruba oranla yaş ortalamasının yüksek, kros klemp ve pompa süresinin uzun ve preoperatif Hb değerinin düşük olduğu görülmektedir. Bu sonuçlar daha önce yapılan çalışmalarda elde edilen sonuçlarla benzerlik göstermektedir ve

preoperatif dönemde transfüzyon hazırlığı yapılması gereken hasta grubunu belirlemek açısından önemlidir^{19,54}.

Pompa sırasındaki VO_2 , DO_2 ve O_2ER değerlerine baktığımızda doku oksijen alım ve tüketiminin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Kardiyopulmoner bypas sistemi devreye girdiği anda; hastanın preoperatif Hct değeri ve kullanılan prime solusyonun da miktarına bağlı olarak belirli düzeyde hemodilüsyon oluşmaktadır. KPB sırasında hemodilüsyonun kan viskozitesinde azalma ve artmış mikrosirkülatuar akım ve yüksek bypas akımlarında hipertansiyon riskinin azalması gibi avantajları olsa da, fazla miktarda hemodilüsyon dokuya oksijen sunumunu azaltabilir ve iskemik organ hasarı oluşabilir. Ancak eritrosit süspansiyon transfüzyonunun da riskleri vardır ve kalp cerrahisi vakalarında morbidite ve mortalitede artışa yol açabileceği bilinmektedir⁵⁶.

Çalışmamızda pompa sırası ve sonrasında kan transfüzyon kararı verilirken sadece Hb değeri dikkate alınmış, O_2ER ve diğer fizyolojik parametreler eş zamanlı alınan kan örneklerinde geriye dönük olarak hesaplanmıştır. Pompa sırasında kan transfüzyonu sonrasında Hb'deki yükselmeye paralel olarak DO_2 değerinin yükseldiği ancak VO_2 ve O_2ER 'de değişiklik olmadığı görülmektedir. O_2ER 'in normalin de altında değerlerde olması, gereksinimin çok az olduğunu göstermektedir. Kardiyopulmoner bypas uygulamalarında hipotermi'nin neden olduğu metabolik hız yavaşlaması ve oksijen tüketiminin azalmasının bu sonuca neden olduğu düşünülmektedir. Hb düzeyi düşük olmasına karşın tüketim çok az olduğu için oksijen alımı da olmamaktadır. Ancak O_2ER 'in bu kadar düşük olması pompada kullanılan oksijen miktarının da gerektiğinden fazla olduğunun göstergesidir.

Hebert ve ark.'ları eritrosit süspansiyonlarına yanıt olarak oksijenasyon parametrelerinde oluşan değişiklikleri araştırmak için 18 çalışmayı kıyaslamışlardır. Araştırmada elde ettikleri bulgulara göre; posttransfüzyon dönemde, Hb düzeyi çalışmaların tamamında yükselmesine rağmen DO_2 14, VO_2 ise sadece 5 tanesinde yükselmiştir⁵⁷. Casutt ve ark.'larının bulguları da benzer yöndedir. Fizyolojik transfüzyon değişkenleri (DO_2 , VO_2 ve kardiyak indeks) ve hasta karakteristiklerinin (yaş, preoperatif ejeksiyon fraksiyonu, preoperatif Hb konsantrasyonu) postoperatif fizyolojik sonuçlara etkisini araştırdıklarında, preoperatif Hb değerlerinin etkili olmadığını bulmuşlardır⁵⁸.

Çalışmalardan elde edilen sonuçlara göre, anemi varlığında O₂ER %30 ve altındaki değerlerde ise, ES transfüzyonu VO₂ ve doku oksijenasyonu üzerine etkili değil gibi görünmektedir. Organizma O₂ER arttırarak fizyolojik kompanzasyon yapmaktadır. VO₂'deki değişiklik ise ancak O₂ER %30'un üzerine çıktığı durumlarda olmaktadır. Çalışmamızda elde edilen bulgular da bu doğrultuda olup, ES transfüzyonuna yanıt olarak; Hb yükselmiş, VO₂ ve O₂ER'de değişiklik olmamış, DO₂ ise artmıştır.

Doku oksijen alım oranı global oksijenasyonun çok iyi bir göstergesi olmasına rağmen organ spesifik olarak değişkenlik gösterebilir. Normal O₂ER düzeyinde bile oksijen bazı dokularca kolay alınırken diğerlerinde lokal sınırlamalar oluşmuş olabilir. Bu nedenle, düşük O₂ER kan transfüzyonun gerekli olmadığını garanti etmeyebilir. Ancak, organ iskemisine özel perioperatif belirleyiciler klinik pratikte kullanılmadığı sürece O₂ER'in kullanımının yaygınlaşması gerekmektedir.

Transfüzyon pratiğinde kan ürünlerinin depolanma süresi de çok önemlidir. Bu süre oksijenasyon üzerine etkili olabilir. Örneğin; depolanan ES'da, oksijenin Hb'den ayrılmasını sağlayan 2,3 difosfogliserat düzeyleri hızla düşmektedir. İki hafta süreyle depolanmış bir ES'de 2,3 difosfogliserat düzeylerinin yok denecek kadar azaldığı rapor edilmiştir⁵⁹. Transfüzyon sonrasında rejenerasyon olsa bile, ortalama 6 saat süren bir yokluk periyodu olabilmektedir. Bu durum oksijenasyonun acil olarak düzeltilmesi gereken kritik hastalarda depolanmış kan kullanılmasının sorgulanmasını gerektirmektedir. Ancak bu konuda yapılan özellikle deneysel çalışmalarda, depolanmış ES'nun az miktarda kullanılması durumunda DO₂ üzerindeki olumsuz etkisinin görülmediği bildirilmiştir. Çalışmamızda da kullandığımız kanların tamamı banka kanı olmasına rağmen ortalama DO₂ düzeyinin artması mevcut bulgularla aynı doğrultudadır^{60,61}.

Teorik olarak düşük SvO₂ ve/veya yüksek O₂ER değerleri ES transfüzyonu için optimal tetikleyici olarak düşünülebilir ve SvO₂/O₂ER'in normale dönmesi transfüzyon etkinliğini gösterir. Fakat hem SvO₂ hem de OER, Hb konsantrasyonu, arteryel oksijen saturasyonu, VO₂ ve en önemlisi de kardiyak debiyi kapsayan bir matematiksel eşitlik içerisinde yer alır⁶². Dolayısıyla, düşük SvO₂ veya yüksek O₂ER tek başına ES transfüzyon sebebi değildir; ek olarak transfüzyon sırasında hastanın hemodinamik profili

değişebilir, özellikle de oluşan volüm yüküne bağlı olarak kardiyak debi artabilir. Kalp cerrahisinde de ekstrakorporeal dolaşım sonlandırılıp, pompa desteği kalktığında hastalarda çok farklı hemodinamik değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Operasyonun bu devresinde sabit bir kardiyak debiyi garanti edip, SvO₂ ve O₂ER'deki değişikliklerin ES bağlı olduğu sonucuna varmak zor olabilir. Pompa sonrası dönemde kan verdiğimiz hastalarda transfüzyon öncesi ve sonrasındaki kardiyak debilerin benzer olması, bu grupta oluşan SvO₂/O₂ER değişikliklerinin kardiyak debiden etkilenmemiş olduğunun göstergesidir. Bu hasta grubunda elde ettiğimiz sonuçlar da pompa sırasındakilerden farklı olmayıp, Hb düzeyi yükseldiği halde SvO₂ ve O₂ER'de değişiklik olmamıştır. Bu grupta en dikkat çeken bulgu O₂ER'in normal düzeylere yükselmiş olmasıdır. Ölçümler pompa sonrasında normal vücut ısısında yapıldığı için oksijen tüketimi ve doku oksijen alım oranı artmıştır. Buna rağmen değerlerin alt sınırlarda olması ve Hb düzeylerindeki yükselme ile paralellik göstermemesi fizyolojik parametreler açısından transfüzyon endikasyonunun tartışılması gerektiğini düşündürmektedir.

SONUÇ ve ÖNERİLER

Kan transfüzyonlarına bağlı olarak gelişebilen komplikasyonlar ve mortalite oranlarının artması transfüzyon kararlarının daha dikkatli verilmesi gereğini doğurmuştur. Transfüzyon pratiğimizi değerlendirmek amacıyla yapılan çalışmamızda, transfüzyon kararı için Hb değerleri rehber olarak kullanılmış ve diğer fizyolojik parametreler geriye dönük hesaplanmıştır. Elde ettiğimiz sonuçlara baktığımızda; sınır olarak kullandığımız Hb değerininin (≤ 8) transfüzyon kararı vermek için tek başına kullanılmasının uygun olmadığı, kararın oksijenasyon parametreleri ve hastada mevcut diğer risk faktörleri (diabetes mellitus, serebrovasküler hastalık, karotid arter hastalığı) ile birlikte değerlendirilmesi gerektiği düşünölmüştür.

KAYNAKLAR

1. Orer A, Oto O. Dünden Bugüne Kalp Cerrahisi GKDC Dergisi 1999, mayıs; cilt 7 sayı 3: 153-160.
2. Hurt R. The History of Cardiothoracic Surgery. The Parthenon Publishing Group, London, 1996.
3. Gross RE, Hubbard JP. Surgical ligation of a patent ductus arteriosus. Report of first successful case. J Am Med Assoc 1939; 112:729.
4. Crafoord C, Nylin G. Congenital coarctation of the aorta and its surgical treatment. J Thorac Surg 1945; 14: 347.
5. Bialock A, Taussig HB. The surgical treatment of malformations of the heart in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia. JAMA 1945; 128:189.
6. Aytaç A. Dünyada ve Türkiyede Kalp Cerrahisi. Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi Kasım 1991 Cilt 1 Sayı 1.
7. Taylor KM. Cardiopulmonary Bypass. Principles and management. Williams and Wilkins, 1986; (4)313-354.
8. Tinker J. Cardiopulmonary Bypass. Principles and management. Williams and Wilkins, 1986; 177-210.
9. Morgan GE, Mikhail MS. Clinical Anesthesiology 2nd edition, Prentice-Hall International Inc. Appleton & Lange 1996.
10. Lync MF Peterson D, Baker V. Centrifugal blood pumping for open heart surgery. Minn Med 1978; 61: 536- 537.
11. Dinardo JA, Schwartz MJ. Anaesthesia for cardiac surgery. Appleton and Longe, 1990.
12. Kaplan JA. Cardiac transplantation. Cardiac Anaesthesia, 2nd edition. Vol.2, Grune and Stratton Inc. 1987.
13. McLeskey CH, Chency PW: A correctable complication of cardiopulmonary bypass. Anaesthesiology 1982; 56: 214-216.
14. Alkanat M, BAYTAN ŞH. Kalp Debisi Ölçüm Yöntemleri. C.Ü. Tıp Fakültesi Dergisi 2008, 30 (2-3-4): 89 –100.

15. Baele PL, McMichan JC, Marsh HM, et al. Continuous monitoring of mixed venous oxygen saturation in critically ill patients. *Anesth Analg* 1982; 61(6): 513-517.
16. Miller M. Tissue oxygenation in clinical medicine. An historical review. *Anesth Anal.* 1982; 61(6): 527-535.
17. Mc Lellan S.A, Walsh T.S. Oxygen Delivery and Haemoglobin Continuing Education in Anesthesia Critical Care and Pain Volume 4 number 4 2004.
18. David Orlov, Rachel O'Farrell, Stuart A. The clinical utility of an index of global oxygenation for guiding red blood cell transfusion in cardiac surgery. *Transfusion* 2009, April; Volume 49.
19. Lakshman RS, Luke P, Takagi I, et al. Evaluation of oxygen extraction ratio as a physiologic transfusion trigger in coronary artery bypass graft surgery patients. *Transfusion.* 2001, May; 41(5): 591-5.
20. Morisaki H, Sibbald WJ. Tissue oxygen delivery and the microcirculation. *Crit Care Clin* 2004; 20: 213-223.
21. Johansson T, Pettersson LG, Lisander B. Tranexamic acid in total hip arthroplasty saves blood and money: a randomized, double-blind study in 100 patients. *Acta Orthop* 2005, 76: 314-319.
22. Seeft LB, Wright EC, Zimmerman HC. Veterans administration cooperative study of posttransfusion hepatitis. *Ann Intern Med* 1980; 92: 539-46.
23. Stanworth SJ, Cockburn HA, Boralessa H, et al. Which groups of patients are transfused? A study of red cell usage in London and southeast England. *Vox Sang* 2002; 83: 352-357.
24. Celkan T. Kan ve kan ürünlerinin kullanımı ve sorunlar XIII. TPOG Ulusal Pediatrik Kanser Kongresi, Hemşire Programı.
25. Hillman RS, Kenneth AA. Blood Component Therapy. In: *Hematology in Clinical Practice*, 3rd ed. 2002: 407- 416.
26. Öztürt G. Kanın hazırlanması, saklanması ve nakli. İUCP. Tıp Fakültesi.
27. Hillman RS, Kenneth AA. Blood Component Therapy. In: *Hematology in Clinical Practice*. 3rd ed. 2002; 407- 416.
28. Sarı İ, Altuntaş F. Transfüzyon İlkeleri ve Erken Komplikasyonlar

Hematolojide Destek Tedavileri ve Enfeksiyonlar Kursu Türk Hematoloji Derneği Yayınları; Serenas-Ankara 2007.

29. Altuntas F. İmmun sistemi baskılanmış hastalarda transfüzyon prensipleri. Kan merkezleri ve transfüzyon derneği kongresi, Antalya 2006.

30. GULER T. Kardiyak Cerrahide Transfüzyon Kararı Kardi GKDA Derg 2012; 18(2): 27-45.

31. Society of Thoracic Surgeons Blood Conservation Guideline Task Force, Ferraris VA, Ferraris SP, et al. Perioperative blood transfusion and blood conservation in cardiac surgery. The Society of Thoracic Surgeons and The Society of Cardiovascular Anesthesiologists clinical practice guideline. Ann Thorac Surg 2007; 83 (5 Suppl): 27-86.

32. Kleinman S, Marshall D, AuBuchon J. Survival after transfusion as assessed in a large multistate US cohort. Transfusion 2004; 44: 386-90.

33. Vander L, Dehert S, Daper A, et al. A standardized multidisciplinary approach reduces the use of allogeneic blood products in patients undergoing cardiac surgery. Can J Anaesth 2001; 48: 894-901.

34. Braswell C, Campos J, Spence RK. Reducing operative blood loss during hepatic surgery: from the middle ages to the space age. Curr Surg 2001; 58: 472-7.

35. Goodnough LT, Brecher ME, Kanter MH. Transfusion Medicine Part II. Blood Conservation. N Engl J Med 1999; 340: 525-33.

36. Hofer CK, Worn M, Tavakoli R, et al. Influence of body core temperature on blood loss and transfusion requirements during offpump coronary artery bypass grafting: A comparison of 3 warming systems. Thorac Cardiovasc Surg. 2005; 129: 838-43.

37. Suttner S, Piper SN, Kumle B. The influence of allogeneic red blood cell transfusion compared with 100% oxygen ventilation on systemic oxygen transport and skeletal muscle oxygen tension after cardiac surgery. Anesth Analg 2004; 99: 2-11.

38. Gilliss BM, Looney MR, Gropper MA. Reducing noninfectious risks of blood transfusion. Anesthesiology 2011;115(3): 635-649.

39. Covin R, O'Brien M, Grunwald G. Factors affecting transfusion of fresh frozen plasma, platelets, and red blood cells during elective coronary artery bypass graft surgery. Arch Pathol Lab Med 2003; 127: 415-423.

40. Surgenor DM, Wallace EL, Churchill WH. Red cell transfusions in coronary artery bypass surgery (DRGs 106 and 107). *Transfusion* 1992; 32: 458-464.
41. Litmathe J, Boeken U, Feindt P. Predictors of homologous blood transfusion for patients undergoing open heart surgery. *Thorac Cardiovasc Surg* 2003; 51: 17-21.
42. Freedman J, Luke K, Monga N, et al. A provincial program of blood conservation: The Ontario Transfusion Coordinators (Ontrac). *Transfus Apher Sci* 2005; 33: 343-349.
43. Berger A: Science commentary. Why is it important to reduce the need for blood transfusion, and how can it be done?. *Br Med J* 2002; 324: 1302
44. Engoren MC, Habib RH, Zacharias A, et al: Effect of blood transfusion on long-term survival after cardiac operation. *Ann Thorac Surg* 2002; 74: 1180-1186.
45. Murphy PJ, Connery C, Hicks GL Jr. Homologous blood transfusion as a risk factor for postoperative infection after coronary artery bypass graft operations. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1992; 104: 1092-1099.
46. Taylor RW, Manganaro L, O'Brien J. Impact of allogenic packed red blood cell transfusion on nosocomial infection rates in the critically ill patient. *Crit Care Med* 2002; 30: 2249-225.
47. Koch C, Sessler D, Figueroa P, et al. Duration of red-cell storage and complications after cardiac surgery. *N Engl J Med* 2008; 358(12): 1229-39
48. Zaki Mel S, Fouda M, Sharaf eldeen OA. Extracellular accumulation of bioactive substances; interleukin-1beta (IL-1beta) and plasminogen activator inhibitor-1 (PAI-1) in stored blood units and relation to bacterial contamination. *Hematology* 2006; 11(4): 301-5.
49. McGill N, O'Shaughnessy D, Pickering R. Mechanical methods of reducing blood transfusion in cardiac surgery: randomized controlled trial. *Br Med J* 2002; 324: 1299-1301.
50. Dietrich W, Thuermel K, Heyde S: Autologous blood donation in cardiac surgery: reduction of allogeneic blood transfusion and cost-effectiveness. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2005; 19: 589-596.
51. Murphy GJ, Rogers CS, Landsdowne WB et al. Safety, efficacy, and cost of intraoperative cell salvage and autotransfusion after off-pump coronary

artery bypass surgery: a randomized trial. *J Thorac Cardiovasc Surg.* 2005, Jul; 130 (1): 20-8.

52. Shander A, Moskowitz D, Rihwani TS. The safety and efficacy of "bloodless" cardiac surgery. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth* 2005; 9: 53-63.

53. Karkouti K, Cohen MM, McCluskey SA. A multivariable model for predicting the need for blood transfusion in patients undergoing first-time elective coronary bypass graft surgery. *Transfusion* 2001; 41: 1193-1203.

54. David Orlov, Rachel O'Farrell, Stuart A, et al. The clinical utility of an index of global oxygenation for guiding red blood cell transfusion in cardiac surgery *Transfusion* 2009, April; Volume 49.

55. Vale B, Robin E, Lebuffe G. Venous oxygen saturation as a physiologic transfusion trigger. *Critical Care* 2010; 14: 213.

56. Glenn S, Murphy M, Eugene A. Optimal Perfusion During Cardiopulmonary Bypass. An Evidence-Based Approach International Anesthesia Research Society 2009, May; Vol. 108, No. 5.

57. Hebert PC, McDonald BJ, Tinmouth A. Clinical consequences of anemia and red cell transfusion in the critically ill. *Crit Care Clin* 2004; 20: 225-35.

58. Casutt M, Seifert B, Pasch T. Factors influencing the individual effects of blood transfusions on oxygen delivery and oxygen consumption. *Crit Care Med* 1999; 27: 2194-200.

59. Almac E, Ince C. The impact of storage on red cell function in blood transfusion. *Best Pract Res* 2007; 21: 195-208.

60. Gray D, Martin C, Ellis CG. Effect of prophylactic transfusion of stored RBCs on oxygen reserve in response to acute isovolemic hemorrhage in a rodent model. *Transfusion* 2001; 41: 950-6.

61. Raat NJ, Verhoeven AJ, Mik EG. The effect of storage time of human red cells on intestinal microcirculatory oxygenation in a rat isovolemic exchange model. *Crit Care Med* 2005; 33: 39-45; discussion 238-239.

62. Ranucci M, Castelvechio S, Ditta A. Transfusions during cardiopulmonary bypass: better when triggered by venous oxygen saturation and oxygen extraction rate. *Perfusion* 2011; 26: 327 originally published online 10 May 2011.

SİMGELER ve KISALTMALAR

O ₂	: Oksijen
CO ₂	: Karbondioksi
CO	: Kardiyak Output
KD	: Kalp debisi
VO ₂	: Doku oksijen tüketimi
DO ₂	: Doku oksijen sunumu
Hb	: Hemoglobin
Hct	: Hematokrit
SvO ₂	: Miks Venöz oksijen saturasyonu
SaO ₂	: Arteriyel oksijen saturasyonu
CaO ₂	: Arteriyel oksijen içeriği
CvO ₂	: Venöz oksijen içeriği
PaO ₂	: Arteriyel oksijen basıncı
ES	: Eritrosit süspansiyonu
PDA	: Patent ductus arteriozus
ASD	: Atrial septal defekt
VSD	: Ventriküler septal defekt
CABG	: Koroner arter bypass greftleme
ASA	: Amerikan anesteziistler derneği
KPB	: Kardiyopulmoner bypas
AR	: Aortik regürjitasyon
IV	: İntravenöz
SVR	: Sistemik vasküler rezistans
LV	: Sol ventrikül
EF	: Ejeksiyon fraksiyonu
ACT	: Aktive pıhtılaşma zamanı
TEE	: Transözefagial ekokardiyografi
CMV	: Sitomegalovirüs
AIDS	: Acquired Immuno Deficiency Syndrome
TDP	: Taze donmuş plazma
IVIG	: İntravenöz gamaglobulin

GVHD	: Greft-Versus Host Hastalığı
AKT	: Allojenik kan transfüzyonu
ANH	: Akut normovolemik hemodilüsyon
PAT	: Plazminogen Aktivatör İnhibitörü
DDAUP	: 1-deamino-8-D –arginin vazopressin
TRALI	: Transfüzyon ile ilgili akciğer hasarı
mg	: Miligram
kg	: Kilogram
mEq/L	: Miliekivalan bölü litre
mm ³	: Milimetreküp
m ²	: Metrekare
dk	: Dakika
h	: Saat
°C	: Santigrad derece
Ca ⁺⁺	: Kalsiyum
K ⁺	: Potasyum
Na ⁺	: Sodyum
Mg ⁺⁺	: Magnezyum

TABLULAR DİZİNİ

Tablolar	Sayfa No
Tablo I : Gruplar arası cinsiyet ve yaş dağılımı	33
Tablo II : (Kros-klemp süresi, pompa süresi, operasyon süresi)	33
Tablo III : (Preoperatif solunumsal parametreler ve kan değerleri)	34
Tablo IV : (ScvO ₂ kateteri sonrası solunumsal ve hemodinamik parametreler)	34
Tablo V : (Ekstrakorperal dolaşım öncesi Hb, CO, ScvO ₂ , SaO ₂ , O ₂ ER, VO ₂ , DO ₂ değerleri)	35
Tablo VI : (Ekstrakorporeal dolaşım sırasında Eritrosit Süspansiyonu verilmeden önce ve sonraki değerler)	35
Tablo VII : (Ekstrakorporeal dolaşım sırasında ikinci Eritrosit süspansiyonu verilmeden önce ve sonraki değerler)	36
Tablo VIII : (Ekstrakorporeal dolaşım sonrası protaminden 30 dakika sonraki değerler)	36
Tablo IX : (Ekstrakorporeal dolaşım sonrasında Eritrosit Süspansiyonu verilmeden önce ve sonraki değerler)	37

GRAFİKLER DİZİNİ

Şekiller

Sayfa No

Grafik 1: Operasyon türlerine göre grupların dağılımı

33