

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

DOĞUMSAL KALP HASTALIKLARINDA
PALYATİF PROSEDÜRLER

Buğra HARMANDAR
Hande İŞTAR

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI



DOĞUMSAL KALP HASTALIKLARINDA PALYATİF PROSEDÜRLER

YAZARLAR

Prof.Dr. Buğra HARMANDAR
Dr. Öğr. Üyesi Hande İŞTAR

MUĞLA
2021

“Bu eserin dil ve bilim bakımından sorumluluğu yazarlarına aittir.”

© 2021, **Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi**
Tüm Hakları Saklıdır.

Son kullanıcılar, telif hakkı yasaları çerçevesinde, bu çalışmayı çevrimiçi olarak okuyabilir, indirebilir, yazdırabilir ve atıf göstermek şartı ile bireysel olarak kopyalayabilir. Hiçbir şekilde ticari amaçla çoğaltılamaz, dağıtılamaz, kaynak göstermeden alıntı yapılamaz.

Yayın Kodu: 7007 K 21 005 141

Kapak Foto: Dr.Öğr.Üyesi Hande İŞTAR'ın arşivinden izin ile alınmıştır.

Şekiller: Prof.Dr.Buğra Harmandar'ın arşivinden izin ile alınmıştır.

Tasarım & Dizgi: Kürşad ERİŞTİ

CIP DATA

Harmandar, Buğra

Doğumsal kalp hastalıklarında palyatif prosedürler/Buğra Harmandar, Hande İştAr.-

Muğla: Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi, 2021.

V, 44 sayfa ; 30 cm.

ISBN 978-605-4397-82-2

1. Pediatrik kardiyoloji . 2. Kalp cerrahi prosedürleri. I. İştAr, Hande
RJ421 .H375 2021

Prof.Dr. Buğra HARMANDAR

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi Anabilim Dalı Başkanı

Muğla Eğitim ve Araştırma Hastanesi (MEAH)

MEAH Kalp ve Damar Cerrahisi Bölümü İdari ve Eğitim Sorumlusu

MEAH 3.Basamak Kardiyovasküler Cerrahi Yoğun Bakım Sorumlusu

MEAH Kalp Merkezi Sorumlusu

E-posta: bugraharmandar@mu.edu.tr

Web: <https://www.pediatrikkalpcerrahisi.com>

Dr.Öğr.Üyesi Hande İŞTAR

Muğla Sıtkı Koçman Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi ABD,

Pediyatrik & Erişkin Kalp Cerrahisi Uzmanı

E-posta: handeistar@mu.edu.tr

Anahtar Kelimeler:

doğumsal kalp hastalıkları, palyatif, siyanoz, konjenital kalp cerrahisi

ÖZ

Doğumsal kalp hastalıkları ile doğan hastaların bir kısmında düşük doğum ağırlığı, aktif enfeksiyon varlığı, metabolik bazı bozukluklar gibi çeşitli sebeplere bağlı olarak nihai tam düzeltme ameliyatı yerine hastanın mevcut durumunu kısmen iyileştirebilen ve bir açık kalp ameliyatının risklerinden kurtarabilecek palyatif operasyonlar yapma gereği doğabilmektedir. Kimi zaman da birden fazla aşamalı prosedürlerin bir komponenti olarak hipoplazik pulmoner arterlerin büyümesini sağlamak veya pulmoner hipertansiyondan korunmak gibi sebeplerle palyatif cerrahi girişimlerin uygulanması gerekebilmektedir. Palyatif cerrahi girişimler nihai tam düzeltme ameliyatlarına veya tek ventrikül aşamalı ameliyatlarına göre kısmen daha basit prosedürler gibi görülse de hastaların postoperatif dönemde bu palyasyona adapte olmaları sürecinde gelişebilecek kardiyak yetersizlik durumları veya hastaların kendinden kaynaklanan ek anomalileri nedeniyle bu palyatif prosedürler çok yüksek morbidite ve mortalitelere sebep olabilmektedir.

Bu prosedürlerin tamamı esasen, ince matematik hesaplarına dayanarak pulmoner ve sistemik kan akımının çok iyi ayarlanmasını gerektiren, iyi planlama ve cerrahi tecrübe gerektiren ameliyatlardır. Pulmoner kan akımının artırılması veya azaltılması gereken durumlarda yapılacak küçük hesap hatalarının dahi hastanın hayatına mal olabileceği akıldan çıkarılmamalıdır.

Bu sebeple doğumsal kalp hastalıklarında palyatif prosedürleri uygulamak isteyen kalp cerrahları için hem güncel gelişmeleri irdelemek hem de tecrübelerimizi paylaşmak için bu kitabı sizlere sunmaktayız...

15 Kasım 2021

Prof.Dr.Buğra HARMANDAR

Dr.Öğr.Üyesi Hande İŞTAR

Keywords:

congenital heart diseases, palliative, cyanosis, congenital heart surgery

ABSTRACT

For some patients having congenital heart disease, palliative operations might be needed instead of a total correction to heal the patient temporarily and to prevent complications of an early open heart surgery, due to concomitant problems such as low birth weight, the presence of an active infection and some metabolic problems. In some cases, these palliative procedures might be performed as a component of gradual procedures to ensure growing of hypoplastic pulmonary arteries or for preventing pulmonary hypertension before eventual operation. Although surgery of palliative procedures are easier than total correcting surgeries or gradual procedures -as done in patients with single ventricle- they may associate with high risk of mortality and morbidity due to patients' comorbid features or cardiac failure which occurs during postoperative adaptation period of the ventricle. In fact, all of palliative procedures are the operations in which the blood flow of the pulmonary and systemic circulation should be adjusted carefully, moreover requiring surgical experience and adequate planning. It should keep in mind that even simple faults in calculation of the increase or decrease of pulmonary blood flow, can result in the loss of patient's life.

In conclusion, we introduce this book to share our experiences and criticize the current developments in palliative cardiac procedures, for the heart surgeons who would like to perform such surgeries...

15 November 2021

Prof. Buğra HARMANDAR, MD

Asst. Prof. Hande İŞTAR, MD

İÇİNDEKİLER

ÖZ	III
ABSTRACT	IV
GİRİŞ	1
A. PULMONER KAN AKIMININ ARTTIRILMASI	2
I. SİSTEMİK-PULMONER ŞANTLAR	2
a. Giriş	2
b. Tarihçe	2
c. Endikasyonlar	3
d. Şant Tipleri	4
e. Şant Operasyonunda PDA'ya Yaklaşım	23
f. Şant Trombozu	24
II. SAĞ VENTRİKÜL ÇIKIM YOLU REKONSTRÜKSİYONU	24
a. Giriş	24
b. Cerrahi Teknik	24
c. Sonuçlar ve Anekdötler	25
B. PULMONER KAN AKIMININ AZALTILMASI	26
I. PULMONER ARTERİN BANTLANMASI	26
a. Giriş	26
b. Endikasyonlar	26
c. Cerrahi Teknik	28
d. Farklı Bant Tipleri	30
e. Pulmoner Arter Bandının Çıkarılması	32
f. Pulmoner Arterin Bantlanması İle İlgili Anekdötler	33
g. Sonuçlar	34
C. İNTERATRIYAL KARIŞIMIN SAĞLANMASI	36
I. ATRİYAL SEPTEKTOMİ	36
a. Giriş ve Tarihçe	36
b. Endikasyonlar	36
c. Cerrahi Teknikler	36
d. Sonuçlar	37
D. KAYNAKLAR	38
E. DİZİN	44

GİRİŞ

Doğumsal kalp hastalıklarında uygulanan palyatif operasyonlar, tüm düzeltmenin uygun olmadığı bazı hastalarda, semptomatik iyileşme amacıyla yaşamı tehdit eden durumlarda acil olarak ya da pulmoner arterleri hipoplazik hastalarda pulmoner yatağın geliştirilmesi amacıyla elektif olarak uygulanan öncül ameliyatlardır. Tarihsel açıdan bakıldığında, yenidoğan döneminde veya infantlarda, açık kalp cerrahisinin yaşamı tehdit eden risklerinden kaçınmak amacıyla, geçmişte oldukça sık uygulanmakta idi. Ancak gelişen teknoloji ve kalp cerrahisi ile ilgili bilgi birikiminin artmasıyla, günümüzde bu öncül ameliyatlar, yerini daha erken dönemde tüm düzeltme ameliyatlarına bırakmıştır.

Pulmoner yatağın hipoplazik olduğu dolayısıyla pulmoner kanlanmanın yetersiz olduğu doğumsal kalp patolojilerinde, pulmoner yatağın kanlanmasını artırmak amacıyla uygulanan sistemik-pulmoner şantlar veya sağ ventrikül çıkım yolu rekonstrüksiyonu ile pulmoner yatağın aşırı kanlandığı diğer doğumsal kalp patolojilerinde pulmoner kan akışının sınırlandırılması amacıyla uygulanan pulmoner arterin bantlanması, kitabımızın 2 ana temasını oluşturmaktadır. Ayrıca, muhtelif patolojilerde hayatın idamesi için interatriyal düzeyde oksijenize ve deoksijenize kanın karışımının sağlanması amacıyla uygulanan atriyal septektomi de, diğer bir alt başlık olarak ele alınmaktadır. Tek ventriküllü hastalarda nihai palyasyon

sağlayan kavapulmoner şantlar ise, diğer palyatif prosedürler gibi tüm düzeltme ameliyatları öncesinde geçici süreyle palyasyon sağlayan prosedürler olmadığı için konuya dahil edilmemiştir.

A. PULMONER KAN AKIMININ ARTTIRILMASI

I. Sistemik-Pulmoner Şantlar

a. Giriş

Günümüzde çoğu doğumsal kalp hastalığına neonatal dönemde tüm düzeltme yapılabildiği için sistemik-pulmoner şantların endikasyon alanları daralmıştır. Nitekim, neonatal dönemde nihai düzeltme yapılamayacak şekilde ileri derecede hipoplazik pulmoner arterleri bulunan, örneğin pulmoner atrezi ve Fallot tetralojili hastalar gibi pulmoner arterlerin gelişmesinin bekleneneği durumlarda veya çift çıkımlı sağ ventrikül (DORV) gibi kompleks anomalilerde erken dönemde palyasyon amacıyla sistemik-pulmoner şantlar halen uygulanmaktadır.

b. Tarihçe

Pulmoner kan akımının azalmış olduğu siyanotik hastalarda sistemik oksijen saturasyonunu artırmak için sistemik-pulmoner şant oluşturma işlemi ilk defa 1945'de Blalock ve Taussig tarafından gerçekleştirilmiştir ve bu tekniğe araştırmacıların adına ithafen **Blalock-Taussig şant (BT şant)** adı verilmiştir [1]. Bir yıl sonra desendan aorta ile sol pulmoner arter arasında direkt anastomoz ile bağlantı yapılması işlemi Potts ve ark. geliştirmiştir [2]. 1962'de **Waterston** ise, asendan aorta ile sağ pulmoner arter arasında direkt anastomoz yoluyla bir bağlantı işlemi tarif etmiştir [3]. Sistemik-pulmoner arter şantlarının oluşturulmasında prostetik materyal kullanımı ilk defa

1963'de **Redo ve Ecker** tarafından tarif edilmiştir [4]. Prostetik greft kullanımının ilk uygulamalarında görülen greft trombozu sorunu, özellikle politetrafluoroetilen (PTFE) greftlerin kullanılmaya başlanması ile büyük ölçüde aşılmıştır [5].

1980'li yılların başında **De Leval ve Mc Kay** tüm yaş gruplarında yeterli ve uzun süre palyasyon sağlayan **modifiye BT (mBT)** şant tekniğini geliştirdiler [6]. Bu teknikte klasik BT şanttan farklı olarak, subklavian arter ile sağ veya sol pulmoner arter arasında PTFE tüp greft kullanılarak bir bağlantı oluşturulmaktadır [6]. Asendan aorta ile ana pulmoner arter arasında santral bir şant oluşturma fikri ilk defa 1955 yılında **Davidson** tarafından ileri sürülmüş ve 1980'li yıllarda popülerlik kazanmıştır [7].

İleri derecede hipoplazik pulmoner arterlerin gelişimi için ana pulmoner arterin asendan aortaya uç-yan anastomozu ile santral bir şant oluşturma tekniği, ilk defa **Waterston** tarafından 1991'de tarif edilmiş olup bu prosedürün geliştirildiği yere ithafen **Melbourne şantı** [8] veya geliştiren cerrahın adına ithafen **Mee şantı** [9] olarak isimlendirilmiştir. **Mee şantı** sonrasında görülen sağ pulmoner arter başında daralma, şant akımının az ya da çok olması veya kink oluşumu gibi bazı komplikasyonlar üzerine bu şant **Harmandar ve ark.** tarafından 2014 yılında revize edilerek bu komplikasyonların gelişimi önlenmiştir [10]. **Modifiye Mee**

şantı (mMee) olarak isimlendirilen bu teknikte ana pulmoner arter sağ ventrikül çıkım yolundan total transekte edilerek bir PTFE grefte uç-uca anastomoz edilmekte ve greftin diğer ucu asendan aortaya uç-yan anastomoz edilerek ölçülü kan akımı sağlanabilmektedir.

Sano şantı olarak isimlendirilen diğer bir şant tekniğinde ise sağ ventrikül ile ana pulmoner arter arasına kardiyopulmoner bypass (KPB) altında PTFE tüp greft yerleştirilmektedir. Bu teknik ilk defa 2003 yılında **Sano ve ark.** tarafından tarif edilmiştir [11]. İlk olarak hipoplastik sol kalp sendromunda palyasyon sağlayacak olan **Norwood prosedürünün** bir parçası olarak uygulanmış olan bu teknik, günümüzde KPB gerektirecek ek patolojileri bulunan pek çok hastada da tercih edilebilmektedir. Çetin ve ark. tarafından 2005 yılında bildirilmiş olan ve kıdemli cerrahın adına ithafen **"Tireli şantı"** olarak isimlendirilen teknikte parsiyel sternotomi ile tr. brachiocephalicus ile ana pulmoner arter arasına PTFE tüp greft yerleştirilmekte ve erken dönemde palyasyon sağlanmaktadır [12]. Diğer bir santral şant tekniği ise ilk olarak 1998 yılında **Gates ve ark.** tarafından bildirilen yan-yan aorto-PTFE santral şanttır [13]. 2011 yılında yine Avustralya, Melbourne'den **Barozzi ve ark.** tarafından bu şantın uygulandığı geniş bir seri bildirilmiş ve bu tekniğin popüler olması sağlanmıştır [14]. Bu teknikte ana pulmoner artere uç-yan anastomoz edilen PTFE greft asendan aortaya yan-yan anastomoz edilmekte ve greftin açıkta kalan diğer ucu ise kliplenmektedir. Bu çalışmada bu teknik için **"Modifiye Laks tekniği"** terimi kullanılmıştır [14].

Hipoplazik pulmoner yatağın iyileştirilmesi için ilk kullanıma giren klasik BT şant için, subklavian arterin tamamen transeksiyonunu gerektirdiğinden, uygulandığı ilk dönemlerde fark edilmese de, uzun dönem takiplerde ortaya çıkan pek çok komplikasyonu, örneğin ipsilateral ekstremité kısılalığı, bu ekstemitede güç kaybı ya da atrofiyi beraberinde getirdiği için günümüzde nadi-

ren kullanılmaktadır. PTFE tüp greft kullanılarak yapılan mBT şant tekniği klasik BT şant tekniğine göre subklavian arter devamlılığının korunması, mediastinal diseksiyon ihtiyacının az olması, komplikasyon oranının düşüklüğü, kapatılmasındaki kolaylık, uygulama esnasında KPB kullanma ihtiyacının az olması gibi sebeplerle günümüzde sıklıkla tercih edilmektedir. Ancak mBT şant tekniğinde de uzun dönem takiplerde pulmoner arterlerde distorsiyon oluşumu, kontrateral taraftaki pulmoner arterde gelişim yetersizliği gibi komplikasyonlar ve ileri hipoplazik pulmoner arterlerde uygulanma güçlüğü gibi zorlukları da beraberinde getirmektedir. Bu sebeplerle ventriküler septal defektle (VSD) birlikte pulmoner atrezi (PA) gibi oldukça hipoplazik pulmoner arterlere sahip daha kompleks hasta gruplarında santral şant teknikleri (Davidson, PTFE tüp greftle santral şant, Mee şantı, mMee şantı, Tireli veya modifiye Laks şantı gibi) sıklıkla tercih edilmektedir.

Geçmiş dönemlerde uygulanan santral şantlardan Potts ve Waterston şantları, pulmoner kan akımının istenen ölçüde ayarlanmasındaki güçlük, pulmoner arterlerde distorsiyon gelişimi, tüm düzeltme ameliyatında kapatılmaları gerektiğinde total sirkülatuar arrest gereksinimi nedeniyle günümüzde tamamen terkedilmiştir.

c. Endikasyonlar

Sistemik-pulmoner şant ameliyatları, yenidoğan veya infant döneminde tüm düzeltme yapılamayan ciddi siyanotik doğumsal kalp hastalığında endikedir.

- Hipoplazik pulmoner arterleri olan ağır siyanozlu semptomatik Fallot tetralojisi hastalarında
- VSD-PA bulunan ve major aortopulmoner kolateralleri (MAPKA) olmasına rağmen siyanozu ağır olan hastalarda
- Yeterli MAPKA'sı bulunmayan patent duktus arteriosus (PDA) bağımlı kompleks doğumsal kalp patolojisi olan hastalarda

- Tek ventrikül fizyolojisi ile birlikte PA bulunan PDA bağımlı hastalarda
- Triküspid atrezisinin (TA) ileri formlarından anatomik veya fonksiyonel PA bulunan tiplerinde
- Ebstein anomalisinin ağır formlarında yenidoğan döneminde ileri siyanoz varlığında tek başına veya Starnes operasyonunun bir parçası olarak
- TA ile birlikte büyük arter transpozisyonu (BAT) bulunan hastalarda Damus-Kaye-Stansel prosedürünün bir parçası olarak
- Hipoplastik sol kalp sendromu hastalarında ilk aşama palyasyon sağlayacak olan Norwood prosedürünün bir parçası olarak
- Geç tanı alan BAT hastalarında sol ventrikülün regresyonunu engellemek amacıyla pulmoner arter bantlama işlemi ile birlikte veya tek başına sistemik pulmoner şant ameliyatları yapılmaktadır. Antegrad pulmoner akımın nispeten yeterli olduğu saturasyon düzeyi çok düşük olmayan, Fallot tetralojisinde, tek pulmoner arterin klemplenmesine izin verebilen ve yeterli düzeyde gelişmiş sağ veya sol pulmoner arterleri bulunan PA'li hastalarda, Damus-Kaye-Stansel veya Norwood operasyonunda KPB eşliğinde uygulanma kolaylığı sayesinde sıklıkla mBT şant tercih edilmektedir. MBT şantların pulmoner arter dallarını homojen olarak geliştirebildiğini ileri süren yayınlar mevcuttur [15]. Çoğu cerrah mBT şant tekniğini uygularken, daha az diseksiyon gerektirmesi ve daha fazla akım sağlaması nedeniyle proksimal kan kaynağı olarak subklavian arter yerine tr. brachiocephalicus tercih edebilmektedir. Nitekim, ileri derecede hipoplazik sağ veya sol pulmoner arterleri bulunan Fallot tetralojisi veya VSD-PA ± MAPKA'lı hastalarda sağ veya sol mBT şant yapma zorluğu nedeniyle santral şantlar (Davidson, prostetik greftle santral şant, Mee, mMee, Tireli veya modifiye Laks şantı gibi) daha sıklıkla tercih edilmektedir. Karşılaştırmalı çalışmaların yetersizliğine rağmen, pek çok ekip pulmoner arter bifurkasyona direkt ileri akım sağlayan santral şantların, tek bir pulmoner arter dalına yapılan

şantlara göre her iki pulmoner arter dalını daha dengeli olarak geliştirebileceğini düşünmektedir [14]. Santral şantların pulmoner arterlerde daha az distorsiyon oluşturması muhtemel gibi görünse de bu iddiayı kanıtlayacak yeterli çalışma bulunmamaktadır. Hipoplastik sol kalp sendromlu hastalarda ise bazı ekipler tarafından Norwood prosedürünün bir parçası olarak Sano şantı uygulanmaktadır.

d. Şant Tipleri

1. Waterston Şantı

Günümüzde tercih edilmeyen bir santral şant tipi olup tarihsel öneme sahiptir [3]. İlk olarak 1962 yılında David Waterston tarafından asendan aortanın posterior yüzü ile sağ pulmoner arterin anterior yüzü arasında oluşturulmuş bir şant tipidir. Orijinal teknikte anastomoz sağ torakotomi ile vena kava superiorun posteriorunda gerçekleştirilmekteydi. Tüm yaş gruplarında uygulanabilmesinin yanı sıra, aortadan direkt akım sağladığı için hipoplazik sağ pulmoner artere sahip hastalarda bile patent kalma oranı yüksek bir şanttır. Başlangıçta şantın yapılması kolay olduğu için, subklavian arteri koruduğu ve prostetik materyal gerektirmediği için yaygın olarak kullanılmaktaydı. Nitekim, anastomoz çapının ayarlanması çok zor olduğu için aşırı veya yetersiz kan akımına neden olması, uzun dönemde sağ pulmoner arterde belirgin distorsiyon yaratması ve şantın kapatılması gerektiğinde sağ pulmoner arterde majör rekonstrüksiyon gerektirmesi [16] gibi nedenlerle günümüzde tamamen terk edilmiştir [17]. Denton Cooley ise sağ torakotomi yoluyla uygulanan bu tekniğin farklı olarak intraperikardiyal yaklaşımla, anastomozun vena cava superior'un (VCS) önünde olacağı şekilde benzer bir şant bildirmiştir [18].

Waterston Şantının Oluşturulma Tekniği

Sağ 3. İnterkostal aralıktan (İKA) torakotomi sonrasında sağ pulmoner arter mobilize edilir. Hasta 100 ü/kg dozundan heparinize edildikten sonra sağ pulmoner arter proksimali ve distalleri klemlenir. Asendan aorta hafifçe öne doğru döndürülerek side-klemp ile klemlenir. Asendan aortanın arka yüzüne ve sağ pulmoner arterin ön yüzüne 3-4 mm uzunluğunda insizyon yapılır. İki insizyon birbirine polipropilen sütürlerle anastomoz edilir [17].

Waterston Şantının Kapatılma Tekniği

Tüm düzeltme operasyonu sırasında, artık gereksinim kalmadığı için, şantın kapatılması KPB ve kardiyak arrest altında gerçekleştirilir. KPB'ya girildikten sonra her iki pulmoner arter de diseke edilerek hazırlanır. Aortik kross kleme sonrasında kardiyoplejik solüsyon verilirken her iki pulmoner arter klemlenerek kardiyoplejik solüsyonun akciğerlere kaçıışı önlenir. Eski anastomoz hattı üzerine yapılan bir insizyon ile asendan aorta sağ pulmoner arterden ayrılır. Bu hastalarda tipik olarak asendan aorta geniş olduğundan, aortadaki açıklık primer sütürlerle kapatılabilir. Sağ pulmoner arterdeki insizyon ve oluşan distorsiyon nedeniyle meydana gelmiş olan muhtemel stenoz perikard veya PTFE yama ile onarılır. Waterston tarafından tarif edilen orijinal kapatma tekniğinde ise aorta önden açılır ve açıklık aortanın kendisi kullanılarak kapatılır. Sağ pulmoner arterin ekspoju için aortanın transekte edilmesi de gerekebilir [19].

2. Potts Şantı

Waterston şantı gibi günümüzde tercih edilmeyen bir santral şant tipi olup tarihsel öneme sahiptir. İlk kez Willis J Potts tarafından 1946 yılında desendan aortanın anterior yüzü ile sol pulmoner arterin posterior yüzü arasında bağlantı oluşturularak gerçekleştirilmiştir [2]. Sol 3. İKA'tan torakotomi ile uygulanmaktadır. 1946-1967 yılları arasında yaygın olarak kullanılmıştır. Desendan aorta ile sol pulmoner arter arasındaki

anastomozun küçük veya büyük olması nedeniyle hastalarda yetersiz veya aşırı pulmoner kanlanma nedeniyle siyanoz veya konjestif kalp yetersizliği görülmesine yol açabilir. Potts şantı yapılan birçok çocukta sol pulmoner arterde onarımı oldukça zor olan geniş anevrizma geliştiği bildirilmiştir [20]. Potts şantı, sağ bronşun, pulmoner arter ile aorta arasında seyretmesi sebebiyle, sağ arkus aortası olanlarda uygulanamamaktadır. Nihai onarım zamanında bu şantın kapatılması oldukça güçtür [21]. İlk dönemlerde şantın ligatüre edilerek kapatılması sonrası intraoperatif ya da erken postoperatif dönemde kontrol edilemeyen kanamalara yol açmıştır. Bu şantı kapatmak için KPB yanı sıra derin hipotermi (18°C) ve sirkülatuar arrest gerekebileceği; hatta bu işlem esnasında torakal aorta açıldığında serebral dolaşıma hava embolisi olabileceği için Potts şant tekniği günümüzde tamamen terk edilmiştir.

Potts Şantının Oluşturulma Tekniği

Sol 3.İKA'tan yapılan torakotomi sonrasında sol pulmoner arter mobilize edilir. Hasta 100 ü/kg dozundan heparinize edildikten sonra sol pulmoner arter proksimali ve distalleri klemlenir. Desendan aorta side klemp ile klemlenir. Desendan aortanın ön yüzüne ve sol pulmoner arterin arka yüzüne 3-4 mm uzunluğunda insizyon yapılır. İki insizyon birbirine polipropilen sütürlerle anastomoz edilir [22].

Potts Şantının Kapatılma Tekniği

Bu şantın kapatılması KPB, kardiyak arrest, derin hipotermi ve total sirkülatuar arrest altında gerçekleştirilir. KPB'ya girildikten sonra her iki pulmoner arter de diseke edilerek hazırlanır. Derin hipotermide aorta kross klemlenir ve kardiyoplejik solüsyon verilerek kalp durdurulur. Arcus aortadan çıkan dallar dönülerek sıkılır ve total sirkülatuar arreste girilir. Sol pulmoner arter ön yüzüne insizyon yapılarak sol pulmoner arter açılır. Sol pulmoner arter ile desendan aorta arasındaki bağlantı görülür. Bu açıklık PTFE yama ile kapatılır [17].

3. Klasik Blalock-Taussig Şantı

Klasik BT şant tarihsel öneme sahip olmakla beraber günümüzde bazı komplikasyonlara sebep olabilmesi gerekçesiyle nadiren kullanılabilir. tedir.

Klasik BT Şantının Oluşturulma Tekniği

Tipik olarak aortik arkın aksi tarafından yapılan torakotomi ile gerçekleştirilir: Örneğin sol arkus aortalı hastalar için 4. İKA'tan yapılacak sağ lateral torakotomi sonrasında sağ akciğer posterior ve inferiora doğru retrakte edilir, sağ pulmoner arter diseke edilir. Ciddi siyanotik hastalarda pek çok küçük kollateral damarın koterize edilmesi gerekebilir. Fakat bu esnada frenik sinirin zarar görmemesine dikkat etmek gerekmektedir. Sağ pulmoner arterin üst lob dalı yerine ana gövdesini ortaya çıkarmak özellikle önemlidir. Sıklıkla sağ üst lob arteri, sağ ana pulmoner arter sanılabilir ve bu dala yapılacak anastomozda şant dar olabilir [23]. Ardından diseksiyon VCS altına ve periferde proksimal dallara doğru ilerletilerek yeterli uzunlukta bir sağ pulmoner arterin serbestleştirilmesine çalışılır. Tüm distal pulmoner arter dalları dönülür fakat anastomoz başlayınca kadar sıkılmaz. Pulmoner arterden yukarı doğru mediastinal plevra insize edilerek subklavian artere ulaşılır. Azigos ven ve subklavian arteri çaprazlayan venöz dallar (genellikle superior interkostal ven) ligatüre ve divize edilir.

Özellikli bir durum olan v.cava inferior (VCI)'un v.azigos ile devamlılığı varyasyonunda -bu durumlarda azigos ven oldukça büyüktür-v. azygos divize edilemez. Künt diseksiyonla trakea ve VCS arasında bir oluk oluşturulur. Bu işlem esnasında küçük kan ve lenfatik damarları koterize edilir. N. vagus ve onun r. recurrent dalı, dikkatli bir şekilde ortaya çıkarıldıktan sonra subklavian arter diseke edilir. Subklavian arterin etrafında genellikle mevcut olan küçük sempatik sinir fibrilleri yanlışlıkla kesilebilir ve bu durum **Horner sendromu** 'na yol açabilir. Subklavian arter dönülerek dallarının görülebilmesi amacıyla traksiyona alınır.

Dallar ayrı ayrı çift ligatüre edilerek divize edilir. Vertebral arter, internal mammarian arter, tr. thyrocervicalis, tr. costocervicalis ve dorsal skapuler arter birbirine yakın olarak bu bölgeden çıkarlar. Subklavian artere mobilite sağlanması için karotid ve innominat arterler de serbestlenir. Subklavian arter distalden bağlanır ve divize edilir. 100 IU/kg heparin intravenöz olarak verilir. Takiben subklavian arterin proksimal ve distaline n. vagus ve r.recurrent'e azami dikkat edilerek, klemler yerleştirilerek arterin lümeni heparinize salin ile yıkanır. Ardından subklavian arter aşağıya döndürülür ve distal ucu düzeltilerek temizlenir. İnfantlarda subklavian arter distalde, ilk dal seviyesinde divize edilerek anastomoz için daha geniş bir ağız oluşturulmaya çalışılır. Dokuların daha fazla mobilize edilmesi gerekirse inferior pulmoner ligament divize edilebilir. Ana pulmoner arter dalı olabildiğince medialden klemlenerek distal damarlar sıkılır. Alternatif olarak pulmoner arterin üst kısmına bir lateral klemp yerleştirilebilir. Ardından pulmoner arterin üst kısmına longitudinal bir insizyon yapılır. Anastomoz 6-0 veya 7-0 polipropilen kullanılarak devamlı sütür tekniği ile insizyonun medial ucundan başlanarak ve öncelikle posterior hat sütüre edilerek yapılır. Sütür hattı tamamlandığında distal pulmoner arter gevşetilir. Proksimal pulmoner arterdeki klemp açılır. Son olarak da subklavian arterdeki klemp açılır. Şant tamamlandığında pulmoner arterde devamlı bir thrill akımı hissedilmelidir. Heparinize olan hasta protamin ile nötralize edilmez. Erken şant trombozu riskini azaltmak için 8-12 saat boyunca sistemik heparinizasyona devam edilir.

Klasik Blalock-Taussig Şantının Kapatılma Tekniği

Şantlar genellikle tüm düzeltme esnasında veya ileri bir palyasyon gerektiğinde kapatılır. Median sternotomi sonrası, sistemik heparinizasyon öncesi şantın diseksiyonunu yapılır. Sağ taraflı bir BT şant varlığında thrill akımı VCS ile asendan aorta arasında hissedilebilir. Anastomoz etrafını

çevreleyen yoğun skar dokusundan uzak durmak için sağ pulmoner arterin 1 cm üzerinden posterior perikard vertikal olarak açılır. Sağ subklavian arter mediastinal dokulardan temizlenir ve altından dik açılı bir forseps ile ipek sütür geçirilir. KPB başlamadan hemen önce ipek sütür bağlanır. Alternatif olarak şant klip ile oklüde edilebilir veya transekte edilen uçları dikilerek kapatılabilir.

Sol klasik BT şant kapatılmasında ise diseksiyon daha zordur ve diseksiyonu şant kontrol edilinceye kadar normotermi veya orta dereceli hipotermi ile KPB altında yapmak daha güvenlidir. Kapatma için 3 farklı şekilde yaklaşılabilir:

- 1) Sol pulmoner arterin süperior kısmından yaklaşılabilir.
- 2) Sol pulmoner arterin 1-2 cm üzerinde subklavian arter diseke edilir. Bu yaklaşımda subklavian arter ekstraperikardiyal ve sıklıkla transplevral olarak diseke edilmektedir. Sol frenik sinir oldukça yakın olduğu için diseksiyon sırasında kolayca yaralanabilir. Ayrıca pek çok küçük kollateral damardan kanamalar olabilir.
- 3) Sol subklavian arterin tr. brachiocephalicus veya aortadan hemen ayrıldığı yerin distalinde diseke ederek dönülebilir. İnnominat venin arkasında arkus aorta diseke edilerek görülür ve anterior ve superiora retrakte edilir. Diseksiyon laterale doğru ilerletilerek subklavian arter net olarak ortaya çıkarılıp karotid arterden ayrımı yapıldığında kalın bir sütür ile dönülür ve KPB'a girilirken bağlanır veya liga kliplerle oklüde edilir.

4. Modifiye Blalock-Taussig Şantı

1963'den beri [4, 24] teknolojinin de gelişmesiyle, dokuma Teflon veya Dacron protezler kullanılarak aorta ile ana veya periferel pulmoner arterler arasına yerleştirilen pek çok şant tipi tarif edilmiştir. Geçmişte bu şantların ana dezavantajı özellikle küçük greftler kullanıldığında karşılaşılan yüksek tromboz insidansiydı. Uzun dönem patens oranları bulunan arteriyel protezlerin üretimindeki gelişmeler neticesinde prostetik

şantlara olan ilgi artmıştır [5]. İnfant bir hastaya aorto-pulmoner şant gerektiğinde pulmoner ödem oluşmasını önlemek için küçük çaplı bir greft kullanılması gerekmektedir. MBT şantı tüm yaş gruplarında yeterli palyasyon sağlayabileceği düşüncesiyle geliştirilmiştir [6,25]. Bu teknikte ince PTFE materyalinden yapılmış bir tüp greft, subklavian arterin divize edilmesine gerek olmadan, subklavian arter ve pulmoner artere uç-yan anastomoz edilir. Bu yaklaşıma akımın subklavian arterin çapı ile kısıtlanacağı ve hastanın büyümesi ile daha da artacağı düşüncesi ilham vermiştir. Nitekim bu görüş hiçbir zaman ispatlanamamıştır. Günümüzde yenidoğanlarda 3 - 3.5 - 4 mm çaplarındaki greftler sıklıkla kullanılmaktadır.

Prostetik bir greft sayesinde, klasik BT şanttaki gibi subklavian arterin belli açıda yerleşimine gerek olmadan, her iki subklavian arter de mBT şant için kullanılabilir. Nitekim aortik arkus yönünün zıt tarafından vasküler yapılara ulaşmak daha kolay olduğu için genellikle tr. brachiocephalicus'un bulunduğu taraftan bu şantın yapılması tercih edilmektedir. İlave bir avantajı da sağ taraflı bir mBT şantın, takiben yapılacak tüm düzeltme operasyonu sırasında sternotomi yaklaşımı ile iptal edilmesinin daha kolay olması ve sol taraflı bir mBT şanta göre frenik sinir hasarı riskinin daha az olmasıdır. Dezavantajı ise küçük yaşta yapılan torakotomiye bağlı göğüs deformitesi ve skolyozdur.

Sol Lateral Torakotomi ile Modifiye Blalock-Taussig Şantının Oluşturulma Tekniği

Dördüncü İKA'tan sol torakotomi yapılır. Sol akciğer inferior ve posteriora retrakte edilir. Hilusun üst sınırında pulmoner arter tespit edilir. Pulmoner arter hipoplazik ise, bu bölgedeki pek çok kollateral damar diseksiyonu zorlaştırır. Yakın komşuluğu nedeniyle sol üst pulmoner vene dikkat edilmelidir. Eğer damarların ayırt edilmesinde bir şüphe varsa damar intraperikardiyal olarak takip edilebilir. Pulmoner arterin perikardiyal reflesi takip edilerek mediale ve lateralde bifurkasyona doğru serbestlenir. Alt ve üst dallar klasik BT

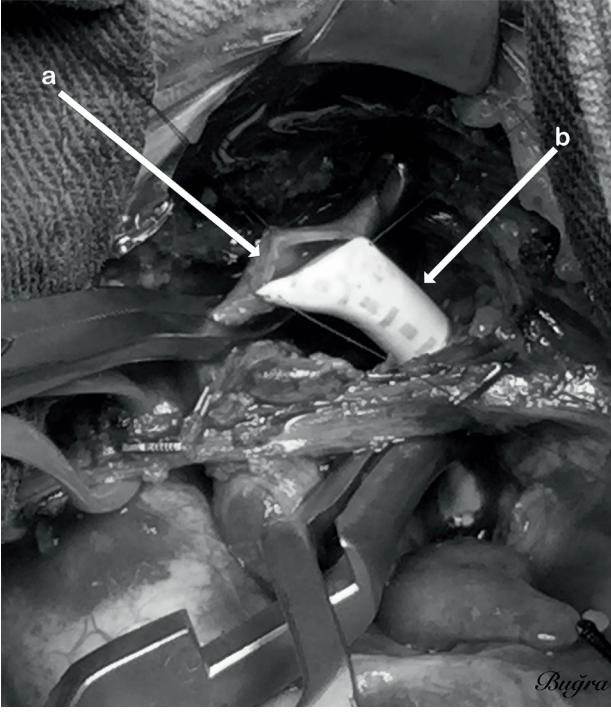
şanttaki gibi damar askıları ile dönülür. Süperior interkostal ven divize edilir ve mediastinal plevra subklavian arterin aorttan çıktığı noktaya yakın bölgesinde insize edilir. Bir damar askısı subklavian arterin etrafından geçirilir ve anteriora doğru çekilerek bir lateral vasküler klemp ile klemlenebilecek bir segment ortaya çıkarılır. Sol subklavian arterin lateral yüzüne, 100 IU/kg dozunda sistemik heparinizasyonu takiben side klemp yerleştirilir ve longitudinal bir insizyon yapılır. Oblik olarak kesilmiş bir PTFE tüp greft subklavian artere 6-0 veya 7-0 prolen sütür ile devamlı dikiş tekniğiyle uç-yan anastomoz edilir. Küçük infantlarda 3.5 - 4 mm, daha büyük çocuklarda 5-6 mm çaplı, ince-duvarlı bir PTFE tüp greft kullanılır. Greftin boyu pulmoner arterde gerginlik oluşturmadan mediastende düz olarak uzanacak şekilde ayarlanır. Anastomoz tamamlandığında greftin ucu pensetle tutularak subklavian arterdeki vasküler klemp geçici olarak açılır ve anastomozun patensi ile kanama noktaları kontrol edilir. Klemp tekrar subklavian artere yerleştirilir. Greftin doğrudan klemlenmemesine özen gösterilir çünkü bu işlem erken greft trombozuna yol açabilir. Greftin distal ucu kesilerek hazırlanır ve içeriği heparinli salin ile yıkanır. Sol pulmoner arter bir vasküler klemp ile santralden klemlenir ve periferik dallardaki damar askıları sıkılır. Alternatif olarak, pulmoner arterin üst kenarı boyunca bir lateral klemp yerleştirilebilir. Pulmoner arterin üst sınırı boyunca bir longitudinal insizyon yapılır. Anastomoz 6-0 veya 7-0 devamlı prolen sütür ile yapılabilir. Şant tamamlandıktan sonra damar askıları ve pulmoner arter klempini açılır ve hava çıkarma işlemi yapılır. Ardından subklavian arter klempini de açılır. Arteriyel oksijen saturasyonunda ani bir yükseliş, diyastolik kan basıncında düşme, şant üzerinde thrill akımı şant fonksiyonunun yeterli olduğunun işaretleridir.

Median Sternotomi ile Modifiye Blalock-Taussig Şantının Oluşturulma Tekniği

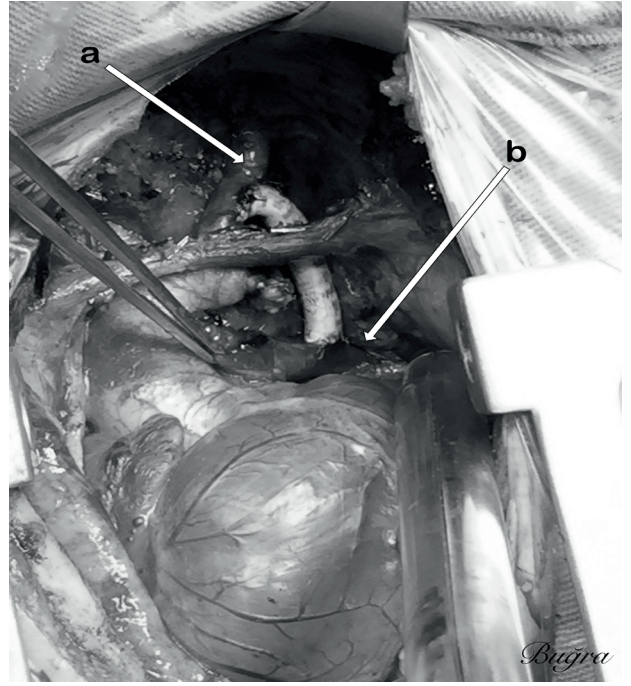
Günümüzde çoğu cerrah kardiyak anatomisinin daha iyi değerlendirilebilmesi, ihtiyaç olduğunda KPB'a girilebilme olanağının olması, gibi sebeplerle şant ameliyatlarını median sternotomi ile yapmayı tercih etmektedir. Bu yaklaşım, geçirilmiş torakotomiler sonrasında göğüs duvarında yapışıklıkların ileride yapılacak bir Fontan operasyonunda sorun çıkarabileceği ortaya konulduktan sonra geliştirilmiştir [26]. Yanısıra periferik pulmoner arterlerde daha az distorsiyon oluşturma, göğüs deformitesine yol açmama ve hipoksik hastalarda akciğerlerin etkilenmemesi avantajları bulunmaktadır. Bu yaklaşımla şant oluşturulduktan sonra PDA ligatüre edilebilir ve stabil olmayan hastalarda hızlıca KPB'a geçilebilir. Bu yaklaşımdaki tek çekince gelecekteki işlemler esnasında redo sternotominin gerekliliğidir.

Sağ taraflı bir mBT şant şu şekilde oluşturulur:

Median sternotomi sonrası perikardın üst yarısı açılır. Sağ pulmoner arter, aorta ve VCS diseke edilir. İnnominate arter ve subklavian arter dönülür. Hasta 100 IU/kg dozundan heparinize edilir. Arter mediastene doğru retrakte edilir ve alt yüzü açıkta kalacak şekilde innominate artere bir lateral klemp yerleştirilir. Vertikal bir insizyon yapılır ve oblik olarak kesilmiş bir PTFE tüp greft (genellikle 2.5-3.5 kg ağırlığındaki infantlar için 3.5 mm, daha büyük infantlar için 4 mm çaplı) 7-0 devamlı prolen sütür kullanılarak uç-yan olarak innominate artere anastomoz edilir (Şekil 1).

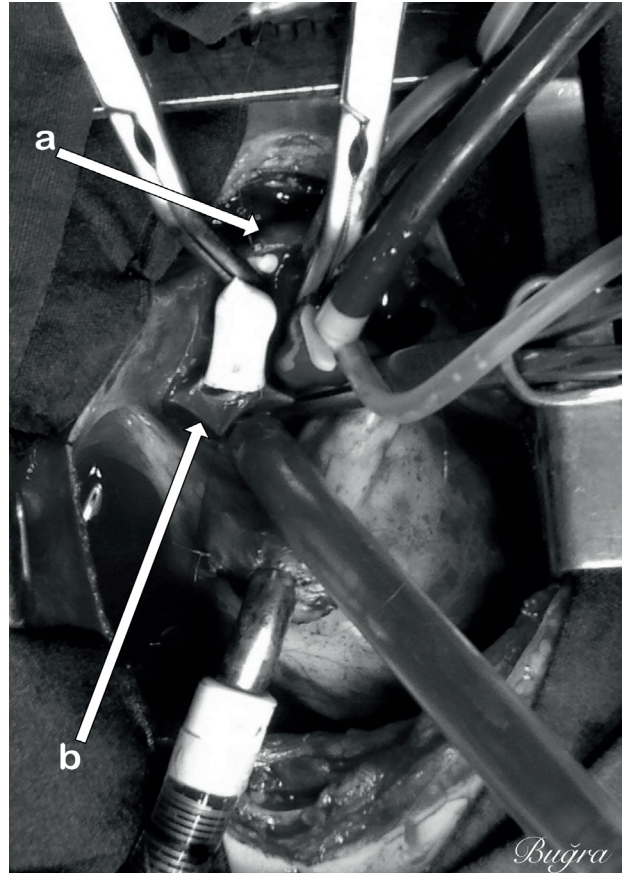


Şekil 1. Sağ arkus aortalı bir hastada uyguladığımız sol mBT şant. a: Sol subklavian arter, b: Sol subklavian artere yapılan insizyona PTFE greft anastomoz ediliyor. (B.Harmandar arşivi)



Şekil 2. Sağ arkus aortalı bir hastada sol mBT şant tamamlanmış hali. a: Sol subklavian arter, b: Sol pulmoner arter. (B.Harmandar arşivi)

Klemp geçici olarak açılarak şant akımı kontrol edilir. Şant içerisi heparinize salin ile yıkanır. Ardından asendan aorta ile VCS arasında sağ pulmoner arterin üst sınırına bir vasküler klemp yerleştirilir. Klempin ucu hafifçe aşağı doğru döndürülerek cerrahi alanın daha iyi görülmesi sağlanır. Bu esnada oldukça yakın olan ve klemp tarafından distorsiyone olabilecek olan sağ koronere oldukça dikkat etmek gereklidir. Pulmoner arterin üst sınırına longitudinal bir insizyon yapılır ve greftin distal ucu uç-yan şeklinde buraya anastomoz edilir (Şekil 2-3).



Şekil 3. Norwood 1.aşama prosedür dahilinde uyguladığımız sağ mBT Şant. a: Tr. brachiocephalicus (innominat arter), b: Sağ pulmoner arter. (B.Harmandar arşivi)

Modifiye Blalock-Taussig Şantının Kapatılma Tekniği

Diğer şantlarda olduğu gibi, tüm düzeltme operasyonu sırasında, median sternotomi yaklaşımıyla KPB'ya girilmeden önce aorta ve VCS arasında şant posterior perikard içerisinden güvenle diseke edilebilir. KPB başlar başlamaz şant oklüde edilir. Şant oklüzyonu, ipekle ligasyon veya metal kliplerle yapılabilir. Gelecekte oluşabilecek pulmoner arter distorsiyonu riskini azaltmak için şantın kapatılma sonrası divizyon da uygulanabilir. Eğer aşamalı palyatif operasyonlardan bir kavapulmoner anastomoz gerçekleştirilecekse, şant sağ pulmoner arterden ayrılır ve distal ucu üzerine dikilerek kapatılır.

Sol taraftaki mBT şant genellikle KPB'ya girilmeden ciddi kanama riski nedeniyle diseke edilmez. Normotermik KPB başladıktan sonra sol pulmoner arter distale doğru diseke edilir ve pulmoner anastomozun hemen üzerinden oklüde edilir.

Sonuçlar

Pulmoner arter distorsiyonu, pulmoner vasküler hastalık gelişimi gibi uzun dönem komplikasyonlar sebebiyle direkt aortopulmoner şantlar (Waterston ve Potts) günümüzde kullanılmamaktadır. MBT şantının mortalite oranı düşüktür ve klasik BT şantından farklı değildir. Nitekim, mortalite alta yatan hastalığın ciddiyeti ile ilişkilidir [27].

MBT şantının patensi, 6 ay için % 97,1 ± 2 ve 2 yıl için % 88,9 ± 5 olarak bildirilmiştir [25]. Şant büyüklüğüne göre şant patensi belirgin değişiklik göstermektedir. Patensi oranı 4 mm şantlara göre 5 mm şantlarda belirgin olarak daha yüksektir ($p < 0,05$). Şant patensinin devamı için aspirin kullanımının faydalı etkisi tartışmalıdır.

MBT şantlarının hastane mortalitesi % 3,3 ve erken şant revizyonu oranı da % 3,3 olarak bildirilmektedir [28]. Ağırlığın 2,5 kg'ın altında olması akut şant ile ilişkili morbidite ve geç ölüm ile ilişkili olarak gösterilmektedir.

MBT şantlarından sonra iyatrojenik pulmoner arter komplikasyonları oldukça yaygındır. Bir çalışmada şant ile ilişkili belirgin pulmoner stenoz oranı % 21 olarak bildirilmektedir. Erken yaşlarda palyasyon yapılan hastaların %33'ünde anjiyografik olarak pulmoner arter distorsiyonu ve şant stenozu varlığı gösterilmiştir. PTFE greftten seröz sızıntı sebebiyle uzamış toraks drenajı ve lokal seroma oluşumu [29] yanında rüptür riski taşıyan yalancı anevrizma oluşumu [30] bilinen komplikasyonlardır.

5. Davidson Şanti

1955 yılında Davidson tarafından tarif edilen orijinal teknik herhangi bir prostetik greft kullanılmaksızın direkt olarak yapılan bir aortopulmoner şanti tarif etmektedir [7]. Tarihsel öneme sahiptir.

Davidson Şanti Oluşturulma Tekniği

Orijinal teknikte sol anterior torakotomi ile yaklaşılan hastada sol 3. interkostal kartilaj ve sol 3. kostanın bir kısmı çıkarılarak sternum üçüncü kartilaj seviyesinde transvers olarak açılır. Her iki plevral kavite açılır. Perikard anteriordan açılarak ana pulmoner arter ve asendan aorta diseke edilir. Asendan aorta, etrafına dönülen teyp ile anterior ve sağa doğru retrakte edilir. Asendan aorta, ana pulmoner arter ve ilk sağ dalından ayrıldıktan sonra sağ yanına bir Potts-Smith klemp yerleştirilir. Ligamentum arteriozum divize edilir ve pulmoner ucu anteriora doğru retrakte edilir. Ana pulmoner arterin bu retrakte edilen üst yüzüne bir Potts duktus klemp yerleştirilir. Klemp yerleştirildikten sonra her iki damara 4 mm uzunluğunda insizyon yapılır. Her iki insizyon birbirine anastomoz edilir. Anastomoz sonrası klempler açıldığında bu seviyede gelirin thrill duyulmalıdır.

Davidson Şanti Kapatılma Tekniği

Hastaya yapılacak tüm düzeltme ameliyatında şantın kapatılabilmesi için şantın asendan aortadan kan aldığı seviyeye bağlı olarak KPB, aortik kross-klempleme ve kardiyak arrest altında asendan aortanın açılarak sütüre edilmesi yanı-

sıra daha distale yerleştirilmiş şantlarda total sirkülatuar arrest veya antegrad serebral perfüzyon altında tüm vücut dolaşımının durdurularak aortanın açılıp şantın sütüre edilmesi gerektirecek kadar kompleks yaklaşımlar gerekebilmektedir.

6. Prostetik Greft ile Santral Şant

Sağ ve sol pulmoner arterin ileri derecede hipoplazik olduğu durumlarda sağ veya sol pulmoner artere bir mBT şantı yapmak teknik olarak mümkün olmayabilir veya yapıldığında distorsiyon ve pulmoner arterlerde periferik stenozlara yol açabilir. Bu durumda nispeten daha geniş çapta olabilen ana pulmoner arter veya pulmoner bifurkasyon ile asendan aorta veya aortanın ana dalları arasında santral bir şant oluşturmak daha iyi bir şant akımı sağlayabilmektedir. Davidson tarafından tarafından ilk olarak tarif edilen teknikte asendan aorta ile ana pulmoner arter arasında herhangi bir greft kullanılmadığından bu teknikle şant akımının miktarı ayarlanamamakta, akım az veya fazla olabilmektedir [7]. Az akım durumunda siyanoz devam edebilmekte, fazla akım durumunda ise pulmoner hipertansiyon gelişebilmektedir. Aynı zamanda bu şekilde prostetik greft kullanılmaksızın yapılacak bir santral şantın nihai tüm düzeltme ameliyatında da kapatılması oldukça güçtür. Bu sebeple sağ veya sol pulmoner dalları ileri derecede hipoplazik hastalarda asendan aorta ile ana pulmoner arter veya pulmoner bifurkasyon arasına greft interpoze edilerek yapılan santral şantlar ön plana çıkmıştır. Bu tekniğin bazı avantajları ve dezavantajları bulunmaktadır. Avantajları arasında uygulamasının kolay olması, iyi bir palyasyon sağlayarak yüksek oksijen saturasyonları oluşturması, nihai düzeltim operasyonu esnasında kapatılmasının kolay olması bulunmaktadır. Dezavantajları arasında ise uygulanması için sıklıkla KPB gerektirmesi, şant akımının mBT şantına göre daha fazla olması nedeniyle aşırı pulmoner akıma neden olabilmesi (şant grefti çapının ayarlanmasındaki güçlük), asendan aortanın nispeten daha proksimal

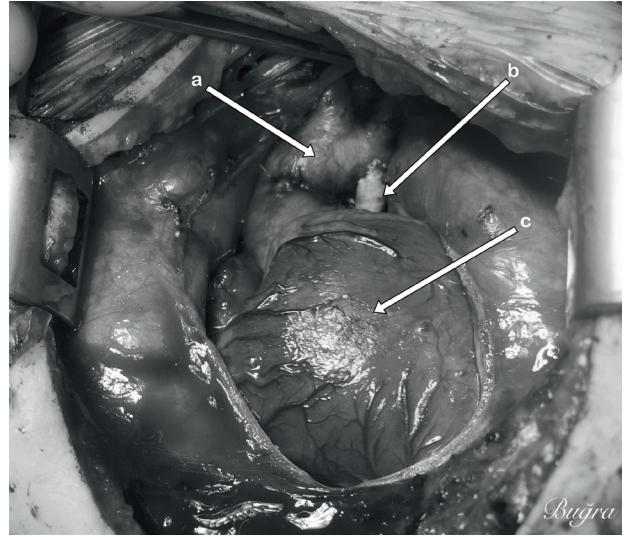
kısımlarına yapılan şantlarda diyastolik kan basıncının çok düşmesine bağlı olarak koroner kan akımının azalması ve buna bağlı sık hemodinamik bozukluklar bulunmaktadır.

Prostetik Greftle Santral Şantın Oluşturulma Tekniği

Prostetik greft ile santral şant işlemi sıklıkla median sternotomi ile gerçekleştirilir. Doku diseksiyonunu takiben, perikard anteriordan longitudinal olarak açılır. Ana pulmoner arterde antegrad akım olup PDA veya MAPKA bulunmayan, sağ veya sol pulmoner arterleri ileri derecede hipoplazik olan hastalarda, ana pulmoner arter veya pulmoner bifurkasyona bir santral şant uygulanmaktadır. Ciddi siyanoz nedeniyle santral şant operasyonu sıklıkla KPB altında gerçekleştirilmektedir. PDA veya MAPKA bulunan hastaların bir kısmında eğer ana pulmoner arter yeterli uzunluktaysa ve ana pulmoner arter klempe edildiğinde yeterli saturasyon sağlanabiliyorsa prosedür KPB olmaksızın da tamamlanabilir. Nitekim, bu hastaların çok büyük kısmında ana pulmoner arter de oldukça hipoplazik ve çok kısa olduğu için sıklıkla KPB kullanımı gerekmektedir.

KPB altında yapılacak bir santral şant işlemi için kardiyak arrest ve hipotermi gerekmektedir. KPB, operasyon sırasında klemlenen pulmoner arterler yüzünden derin siyanoz ve buna bağlı gelişebilecek kardiyak arrestin önlenmesi amacıyla saturasyonu yüksek tutmak ve dolaşım desteği sağlamak amacıyla gerekmektedir. Asendan aorta kanülasyonu ve sağ atriuma yerleştirilecek tek venöz kanül ile KPB'ya geçilir. Antegrad pulmoner kan akımı olmayan hastalarda sağ ve sol pulmoner arter klemlenir. Antegrad pulmoner kan akımı olanlarda ana pulmoner arter de klemlenir. Alternatif olarak bir lateral klemp ile sağ, sol ve ana pulmoner arter bifurkasyonunu içine alacak şekilde klempleme yapılabilir. Ana pulmoner arter üzerine veya ana pulmoner arteri kısa olan hastalarda ana pulmoner arterden pulmoner bifurkasyona uzanan insizyon yapılır. Yerleştirile-

cek PTFE tüp greftin ucu düz olarak kesilir. Ana pulmoner arterdeki insizyona greft 7-0 prolent devamlı suture ile anastomoz edilir. Klempler açılarak retrograd kan akışı görülerek greftin patensi kontrol edilir. Klempler tekrar yerleştirilerek greftin içerisi heparinize salin ile yıkanır. Asendan aortanın anteromedial duvarında yüksek bir seviyede şantın aortik anastomozunun yapılacağı uygun nokta belirlenir. Bu noktanın asendan aortanın proksimalinde koroner arter çıkışlarına çok yakın olmamasına dikkat edilir. Aksi takdirde koroner perfüzyon bozulabilir ve şant sonrası aritmi, hemodinamik problemler meydana gelebilir. PTFE tüp greftin boyu bu noktaya göre ayarlanarak ucu hafif oblik olacak şekilde kesilir. Asendan aortada belirlenen nokta lateral klemp ile parsiyel klemlenir. Klemlenen bölgeye yapılacak insizyon koroner punch ile açılarak greftin proksimali buraya 7-0 prolent devamlı suture ile anastomoz edilir. Anastomozlar tamamlandıktan sonra önce pulmoner arter tarafındaki klempler açılarak greftin retrograd doldurulması ve greft içerisindeki hava tahliyesi sağlanır. Santral şantlar, mBT şantlara göre daha fazla pulmoner kan akımı sağladıkları için şant çapı eğer fazlaysa kolaylıkla pulmoner konjesyon ve ödem oluşturabilirler. Bu sebeple santral şant oluşturduğumuz yenidoğan hastalarda mBT şanta göre şant çapını 0,5 mm daha küçük tercih etmekteyiz. Örneğin, 3-4 kg arasında ağırlığa sahip bir yenidoğana 3,5 mm çapında bir genişletilmiş PTFE greft ile mBT şant yaparken aynı hastaya santral şant yapılacağı zaman 3 mm çapında bir greft tercih edilmelidir. 3 kg altındaki yenidoğanlarda hem mBT şantta hem de santral şantlarda obstrüksiyon riski nedeniyle yalnızca 3 mm çapında greft kullanılmalıdır. 4 kg ve üzerindeki yenidoğanlarda ise mBT şanti için 4 mm PTFE greft, santral şant için 3,5 mm PTFE greft tercih edilmektedir (Şekil 4).



Şekil 4. Arkus aorta ile pulmoner bifurkasyon arasına PTFE greft yerleştirilerek yaptığımız santral şant. a: Arkus aorta, b: PTFE şant grefti, c: Sağ ventrikül. (B.Harmandar arşivi)

Pulmoner kan akımının PDA ya da MAPKA aracılığı ile sağlandığı sınırlı sayıdaki hastada KPB kullanılmadan santral şant yapılabilir. Yukarıda tarif edilen tüm cerrahi teknik ve greft seçiminde dikkat edilecek hususlar göz önüne alınarak PDA ya da MAPKA'lara kan akımı bozulmayacak şekilde klempler yerleştirilerek yeterli bir saturasyon sağlanabilirse santral şant KPB kullanılmadan gerçekleştirilebilir.

7. Mee Şantı (Melbourne)

İlk olarak 1991 yılında Watterson ve ark. tarafından [8] Avustralya, Melbourne'den bildirilen bu şant tipi, VSD-PA ile birlikte MAPKA'ları bulunan hastalarda ana pulmoner arterin direkt uç-yan şekilde asendan aortaya anastomozu ile oluşturulan bir santral şant tipidir. İlk bildirildiği yıllarda bu şantı uygulayan ekipteki senyör cerrahın adına (Roger B. B. Mee) ithafen pek çok merkez tarafından "Mee şantı" olarak isimlendirilen bu şant tipi bazı yayınlarda ise bu şantın ilk uygulandığı merkezin adına ithafen "Melbourne şantı" olarak isimlendirilmiştir [9, 31]. Bu teknik ilk uygulandığı yıllarda yenidoğanlar haricindeki 4 ay ve üstündeki infantlar, çocuklar ve yetişkinlerde uygulanmaktaysa da [8] daha sonraları uygulanma yaşı 1 aya kadar düşmüştür [31]. Yenidoğan döneminde bu hastaların MAPKA bağımlı pulmoner dolaşimleri nedeniyle saturasyon düzeyleri yeterli olduğu

sürece bu hastalara cerrahi müdahale ihtiyacı olmamaktadır. İlk bildirilen yayında Mee şantı uygulanan 28 hastadan yalnızca 2'sinde KPB desteği gerektiği belirtilmiş [8], kalan diğer hastalarda ana pulmoner arterin divizyonu ile sağ ve sol pulmoner arterlerin klempenmesi esnasında mevcut MAPKA'lar ile sağlanan yeterli saturasyon nedeniyle KPB desteği gerekmediği bildirilmiştir. Bu hasta grubundaki hastalarda pulmoner kan akımı PDA bağımlı değildir. Sağ ve sol pulmoner arterlere MAPKA'lar aracılığıyla yenidoğan ve erken infant dönemlerinde yeterli saturasyon oluşturacak kan akımı sağlanabilmektedir. Bu sebeple bu hastalara yenidoğan döneminde prostaglandin infüzyonu da gerekmemektedir. Bu tekniğin periferik bir şant ile meydana gelebilecek iyatrojenik stenoza yol açmadığı ve pulmoner arter dallarının simetrik gelişmesini sağladığı için tercih edildiği bildirilmiştir [8, 31]. Bu şantın uygulanabileceği endikasyon alanı olarak VSD-PA ile birlikte ileri derecede hipoplazik konfluen pulmoner arterleri olan (1-3 mm çapında), pulmoner dolaşımı tamamen MAPKA'lar ile sağlanan ve PDA'ya bağımlı olmayan hastalar olarak belirlenmiştir [8, 31].

Cerrahi Teknik

Bu prosedür yaygın olarak median sternotomi ile gerçekleştirilmektedir. İlave olarak MAPKA unifokalizasyonu, transplantasyonu veya ligasyonu gereken hastalarda sağ veya sol torakotomi de tercih edilebilir. Asendan aorta, hipoplastik ana pulmoner arter ile sağ ve sol pulmoner arter dalları mobilize edilerek silastik tape ile dönülür. 1 mg/kg heparin intravenöz olarak verildikten sonra sağ ve sol pulmoner arterler proksimallerinden klempenir. Bu esnada saturasyon gözlenir ve yeterli düzeyde saturasyon sağlanabiliyor, hemodinamik sorun, bradikardi veya aritmi gözlenmiyor ise MAPKA'lar aracılığıyla distal pulmoner yatağa yeterli kan desteği sağlandığı düşünülerek operasyona KPB desteği olmaksızın devam edilir. Aksi halde hastaya 2 mg/kg ilave heparin yapılarak ACT 400 ve üzeri olacak şekilde KPB desteği

sağlanarak prosedüre devam edilir. Ana pulmoner arter sağ ventrikül çıkım yolundan transekte edilerek ayrılır. Asendan aortanın sol yanı olabildiğince posteriordan lateral klemp ile klempenir. Aortik duvardan buton şeklinde bir parça eksize edilerek mobilize edilmiş olan ana pulmoner arter (balık ağzı şekli verilmiş) asendan aortaya 7-0 devamlı prolene suture ile uç-yan şekilde anastomoz edilir. Anastomoz sonrası klempler açılır ve heparin protamin ile nötralize edilmez.

Sonuçlar ve Anekdotalar

Bu tekniğin VSD-PA ve MAPKA'ları olan tüm hastalara uygulanması mümkün değildir. Ana pulmoner arterin kısa olması bu prosedürün uygulanmasını güçleştirmektedir. Bu durumda ana pulmoner arterin asendan aortaya anastomozu esnasında anastomozda ciddi gerginlik olabilmektedir. Bu prosedürün büyük oranda sağ pulmoner arter (%72 oranında) stenozuna yol açtığı bildirilmiştir [8]. Sağ pulmoner arter stenozunun önlenmesi için ana pulmoner arter-asendan aorta anastomozunun olabildiğince asendan aortanın posterioruna yapılması gerektiği belirtilmiştir [8, 31, 32]. Nitekim bu tedbire rağmen hastaların bir kısmında sağ pulmoner arteri tamamen oklüde edebilecek düzeyde sağ pulmoner arter stenozu görüldüğü bildirilmiştir [8]. Ayrıca bu tekniğin MAPKA desteği oldukça iyi olup, saturasyonları yüksek fakat ana pulmoner arter ile sağ ve sol pulmoner arter dalları halen hipoplazik olan hastalara uygulandığında sıklıkla aşırı pulmoner kan akımı, pulmoner ödem ve konjestif kalp yetersizliğine neden olduğu bildirilmiştir [8]. Erken postoperatif dönemde bu hastaların %40'ında konjestif kalp yetersizliği geliştiği ve medikal tedavi uygulanması gerektiği belirtilmektedir [8]. Aynı zamanda ana pulmoner arteri iyi gelişmiş olup sağ ve sol pulmoner arter dalları hipoplazik olan fakat MAPKA desteği iyi olan hastalarda da şant akımı fazla olabilmekte ve benzer şekilde konjestif kalp yetersizliği ve pulmoner ödem oluşabilmektedir. Yine de konjestif kalp yetersizliği

gelişen hastaların büyük çoğunluğunda konjestif kalp yetersizliğinin medikal tedavi ile veya erken unifokalizasyon prosedürleri ile önlenemediği, nitekim hastaların yine büyük çoğunluğunun nihai tüm düzeltme operasyonuna ulaşabildiği belirtilmektedir [8, 31]. Bu komplikasyonlar göz önünde tutularak ve gerekli tedbirler alınarak bu şantın uygulanması daha uygun olacaktır. Mee şantının çok küçük pulmoner arterlere başarıyla şant yapılmasını sağladığı fakat daha büyük çaptaki pulmoner damarlara kan akımını kontrol etmekte başarısız olduğu düşünülmektedir [14]. VSD-PA'li ve MAPKA bağımlı dolaşımı olan hastalarda her zaman mevcut olan geniş aorta sebebiyle anastomozda gerilme ve daralma olduğu da bildirilmiştir [33].

VSD-PA ile birlikte MAPKA'ları bulunan fakat geniş bir PDA'nın mevcut olduğu ve pulmoner dolaşımın büyük oranda PDA'ya bağımlı olduğu hasta grubunda KPB desteği olmadan bu prosedürü uygulamak oldukça güç ve risklidir. Bu hasta grubunda pulmoner dolaşım PDA'ya bağımlı olduğu için işlem esnasında anastomoz yapabilmek için PDA akımı kesildiğinde meydana gelecek saturasyon düşüklüğü ameliyatın KPB olmadan devamını güçleştirmektedir.

Bu tekniğin uygulandığı hastalarda yapılan ilk değerlendirmede pulmoner arter dallarının median çapının 2 mm'den (0.5 – 5.5 mm arası) cerrahi sonrasında median 6.35 ay (1.3 - 60 ay arası) sonra median 5.5 mm (1 - 11 mm arası) çapa ulaştığı gösterilmiştir [31]. Yapılan ikinci değerlendirmede ise pulmoner arter dallarının median çapının median 19.7 ay (8 - 59 ay arası) sonra 7 mm (4 – 14 mm arası) çapa ulaştığı bildirilmiştir [31]. Mee şantı uygulandığında ortalama 26,6 mm²/m² olan modifiye Nakata indeksinin cerrahi sonrasında median 6.35 ayda 138.2 mm²/m²'ye ve median 19.7 ayda 175.9 mm²/m²'ye çıktığı gösterilmiştir [31]. Pulmoner arter çapındaki median artışın ilk değerlendirmede 3 mm (0 – 9.5 mm) olduğu, ikinci değerlendirmede 4.5

mm (1 - 10 mm) olduğu bildirilmiştir [31].

Bu teknikle ilgili olarak erken mortalitenin %5, geç mortalitenin %5 ve toplam mortalitenin %10 olduğu, %5 hastada ise şantın iptal edilmesinin gerektiği bildirilmektedir [31]. Mee şantı uygulanan hastaların %61'ine nihai tüm düzeltme uygulanabildiği, %30'una ise çeşitli nedenlerle uygulanamadığı veya bu hastaların beklemede olduğu belirtilmiştir [31]. Ayrıca Mee şantı uygulandıktan sonra hastaların % 52.5'ine perkütan balon dilatasyon veya MAPKA kapatılması gibi işlemlerin uygulandığı ve tüm hastalara nihai tüm düzeltme operasyonu esnasında taze otolog perikard ile pulmoner dalların rekonstrüksiyonunun uygulandığı bildirilmektedir [31].

8. Modifiye Mee Şantı

VSD-PA ile birlikte pulmoner dolaşımı PDA'ya bağımlı olup ilaveten MAPKA'ları pulmoner dolaşım için yeterli destek sağlamayan veya hiç bulunmayan hastalar, VSD-PA ile birlikte yeterli MAPKA desteği bulunan hastalardan farklılık göstermektedir. Yeterli MAPKA desteği bulunan ve yeterli saturasyona (%85 ve üzeri) sahip hastalara (pulmoner arter dalları hipoplazik olsun ya da olmasın) yenidoğan döneminde sıklıkla acil müdahale gerekmemektedir. Bu hastalarda hipoplazik pulmoner yatağın unifokalizasyon ve aortopulmoner şant prosedürleri ile rehabilitasyonu sıklıkla 1 yaş altında fakat tercihen erken infant döneminde yapılmaktadır. Nitekim, MAPKprostaglandinA desteği olmayan veya yetersiz olup pulmoner dolaşımı büyük oranda PDA'ya bağlı olan VSD-PA hastalarında yenidoğan döneminde PDA'nın kapanarak hastanın kaybedilmesi tehlikesi söz konusudur. Bu hastalara yenidoğan döneminde PDA'nın kapanmasını önlemek amacıyla intravenöz prostaglandin tedavisi başlanmaktadır ve bir palyasyon prosedürü sonrasında kesilebilmektedir. Böyle bir durumda uygulanacak palyasyon prosedürleri sıklıkla santral şantlar ve RVOT rekonstrüksiyonlarıdır. Pulmoner arter dalları bu hastalarda genelde ileri derecede hipoplazik oldu-

ğu için klasik BT ve mBT şant prosedürleri uygulanamamakta veya uygulandığında ciddi komplikasyonlarla sonuçlanmaktadır. PDA'ya bağımlı olmayan VSD-PA-MAPKA'lı hastalarda pulmoner arter dallarının proksimalleri veya pulmoner bifurkasyonun klempenmesi (MAPKA'lar aracılığıyla sağlanan yeterli pulmoner dolaşım desteği sayesinde) saturasyonun düşmesine yol açmaktadır. Nitekim PDA'ya bağımlı olan VSD-PA±MAPKA hastalarında PDA sıklıkla pulmoner bifurkasyona veya bifurkasyona yakın bir noktaya açıldığı için bu hasta grubunda santral bir şant yapmak amacıyla pulmoner bifurkasyonun veya pulmoner arter dallarının proksimallerini klemplemek ciddi saturasyon düşüşüne yol açmakta ve KPB ihtiyacı doğurmaktadır. Nitekim, yenidoğan hastalarda KPB'in zararlı etkileri iyi bilinmektedir [34, 35]. Bu sebeple bu hasta grubunda KPB kullanılmadan santral bir şant yapabilmek için PDA akımının devam etmesini sağlamak gerekmektedir.

Davidson şantı veya prostetik greftle santral bir şant yapılabilmesi için ya pulmoner bifurkasyonun klempenmesi gerekmektedir ya da pulmoner bifurkasyonun altına bir düz klemp yerleştirilmesi gerekmektedir. Pulmoner bifurkasyonun klempenmesi PDA akımının kesilmesine yol açar. PDA akımı kesildiğinde ise KPB kullanma zorunluluğu vardır. Pulmoner bifurkasyonun altında ana pulmoner artere düz bir klemp yerleştirildiğinde ise klemp altındaki ana pulmoner arter ile sağ ventrikül çıkım yolu arasında kalan alan çok dar olduğu için buraya bir greft anastomoz etmek teknik olarak çok zordur. Bu alana lateral klemp yerleştirilmesi ise sıklıkla PDA akımını bozduğu için saturasyonun düşmesine yol açar. Bu nedene KPB desteği gerekir. Dolayısıyla VSD-PA'lı MAPKA veya PDA bağımlı bu hasta gruplarında RVOT rekonstrüksiyonunun KPB desteği olmaksızın uygulanması oldukça güçtür.

VSD-PA'lı hastalarda ana pulmoner arter ile sağ ve sol pulmoner arter dalları sıklıkla hipoplazik-

tir. Hipoplazik olan bu pulmoner yatağın santral bir şant ile güçlü akım alması hastanın nihai bir tüm düzeltme operasyonuna daha hızlı hazırlanmasını sağlamakta ve şantın oklüzyon riskini azaltmaktadır. VSD-PA-MAPKA'lı hastalar için geliştirilmiş olan Mee şantı, pulmoner arter dallarının bilateral simetrik gelişmesini sağlayabilen santral bir şant olduğu için iyi bir seçenektir. Nitekim VSD-PA±MAPKA'lı ve PDA bağımlı hastalarda klasik Mee şantının uygulanabilmesi için PDA akımının devam etmesi gerekmektedir. PDA akımının bozulmaması amacıyla pulmoner arterin bifurkasyonun hemen altından klempenerek transekte edilmesi gerekmektedir. Nitekim pulmoner bifurkasyonun altına konan klemp nedeniyle transekte edilen ana pulmoner arter ucu oldukça kısa kalmaktadır. Transekte edilen ucun asendan aortaya olan uzak mesafesi nedeniyle anastomozu yapılamamakta veya oldukça gergin olarak yapılabilmektedir.

Klasik Mee şantı sonrasında sağ pulmoner arterin stenozu veya oklüzyonu literatürde bildirilmiştir [8, 31]. Bu komplikasyonun transekte edilen ana pulmoner arterin ve asendan aortanın yeterince posterioruna anastomoz edilememesi sonucunda oluşan gerginlik nedeniyle meydana geldiği bilinmektedir. KPB kullanmaksızın asendan aortanın posteriorunu bir lateral klemp ile yakalamak teknik olarak oldukça güçtür. Bu girişim sıklıkla hemodinaminin bozulması yanısıra sağ pulmoner arterin de baskılanmasına yol açmaktadır. Bu sebeple VSD-PA±MAPKA'lı ve PDA bağımlı yenidoğan hastalarda pulmoner arterleri bilateral simetrik geliştirebilecek aortopulmoner santral bir şantın hem KPB kullanılmadan yapılabilmesi hem de klasik Mee şantında görülen sağ pulmoner arter stenozunun önlenmesi amacıyla **Harmandar ve ark.** tarafından 2014 yılında "**mMee şantı**" tekniği geliştirilmiştir[10]. Ana pulmoner arteri kısa olduğu için Mee şantı yapılamayan hastalara mMee şantı yapılabilir. mMee şantı tekniğinde interpoze edilen greft nedeniyle ana pulmoner ar-

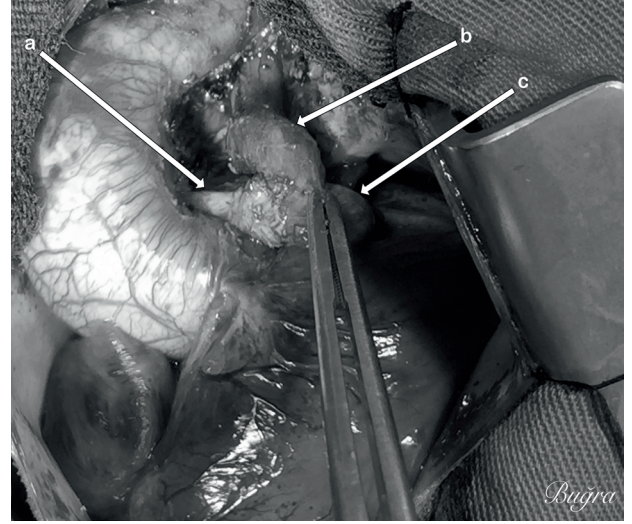
ter daha uzun hale geldiği için anastomoz gerginliği daha az olmakta ve sağ pulmoner arter darlığı görülmemektedir. Ayrıca interpoze edilen greft sayesinde şant akımı ölçülüdür ve her iki pulmoner arter dalına eşit miktarda dengeli kan akımı verilmektedir. Asendan aortadaki anastomozun klasik Mee şantında olduğu gibi asendan aortanın posterioruna yapılma ihtiyacı olmadığı için mMee şantı teknik olarak daha kolaydır. Prosedür esnasında hemodinamik bozukluk olmamakta ve KPB gereksinimi klasik Mee şantına göre daha az olmaktadır.

Bu teknikte transekte edilen ana pulmoner artere bir PTFE greft uç-uca anastomoz edilerek ana pulmoner arterin uzunluğu artırılmaktadır. Anastomozun klasik Mee şantı tekniğindeki gibi asendan aortanın olabildiğince posterioruna yapılması gerekmediği için hemodinamik bozukluk olmamakta ve asendan aortaya yapılacak anastomozun gerilmesi önlendiği için sağ pulmoner arter başı daralmamaktadır.

MAPKA desteği az olan veya hiç olmayan hasta gruplarında mMee şantı sonrasında (PDA kapatıldığı için) pulmoner ödem ve konjestif kalp yetersizliği görülme ihtimali düşüktür. Bu sebeple bu hastaların mekanik ventilatörden ayrılmaları daha kolaydır. Nitekim MAPKA bağımlı PDA'sı çok küçük olan veya hiç bulunmayan hastalarda yapılacak bir mMee şantında aynen klasik Mee şantında olduğu gibi erken postoperatif dönemde konjestif kalp yetersizliği ve pulmoner ödem gelişme riski bulunmaktadır [8, 31]. Bu hastalara erken dönemde yoğun medikal tedavi verilmesi büyük oranda konjestif yetersizliğini önlemektedir [8, 31]. Medikal tedaviye dirençli konjestif kalp yetersizliğinde akımı yüksek olan MAPKA'ların unifokalize edilmesi veya dual kan akımı varsa ligatüre edilmesi gerekmektedir.

Modifiye Mee Şantının Oluşturulma Tekniği

mMee şantı median sternotomi ile yapılmaktadır. Perikardın ½ üst kısmı açılır. Asendan aorta, ve ana pulmoner arter diseke edilir, sağ ve sol pulmoner arter dalları ile PDA görünür hale getirilir (Şekil 5).

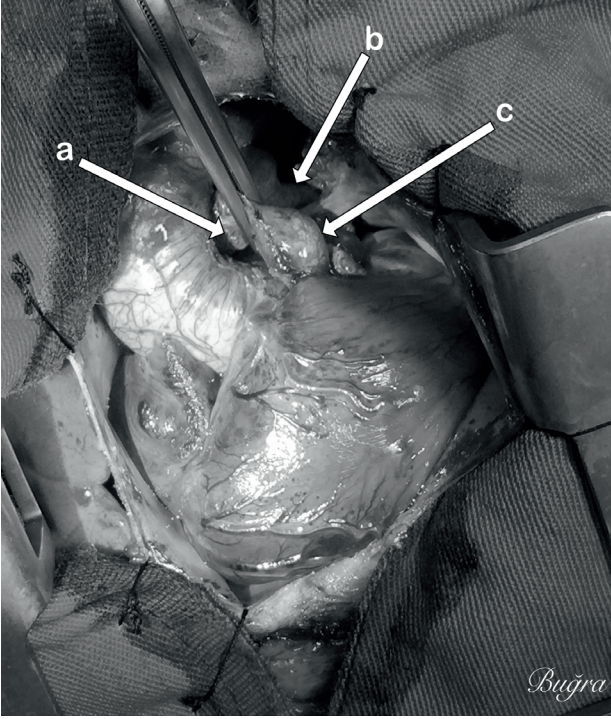


Şekil 5. VSD-PA'li hastada median sternotomi sonrasında pulmoner bifurkasyon, pulmoner arter dalları ve PDA'nın görünümü. a: Sağ pulmoner arter, b: Geniş PDA, c: Sol pulmoner arter. (B.Harmandar arşivi)

Pulmoner bifurkasyona dökülen PDA'ya dokunulmamasına gayret edilmelidir. Nitekim oldukça spazmotik olan PDA diseke edilmeye çalışıldığında ani desatürasyon gelişebilmektedir. Ani desatürasyon durumunda PDA bırakılır ve hastaya sistemik tansiyonu yükseltecek inotropik ajanlar verilerek prostaglandin dozu yükseltilir. Bu tedbirlerle bir süre beklenmesi genellikle saturasyonun düzelmesi için yeterli olmaktadır. PDA'nın daha fazla konstrükte olduğu durumlarda desatürasyon düzelmeyebilir ve devamında hemodinamik bozukluk ile aritmi gelişirse KPB desteği sağlanması gerekir. mMee şantı tekniğinin orjinalinde bu tedbirlere dikkat edildiği sürece KPB desteği gerekmediği belirtilmiştir[10]. KPB desteği gerekmediği durumlarda hasta 1 mg/kg dozundan heparinize edilir. KPB desteği halinde hasta 3 mg/kg dozundan heparinize edilir. Asendan aorta kanülasyonu ve sağ atriuma yerleştirilen tek ve-

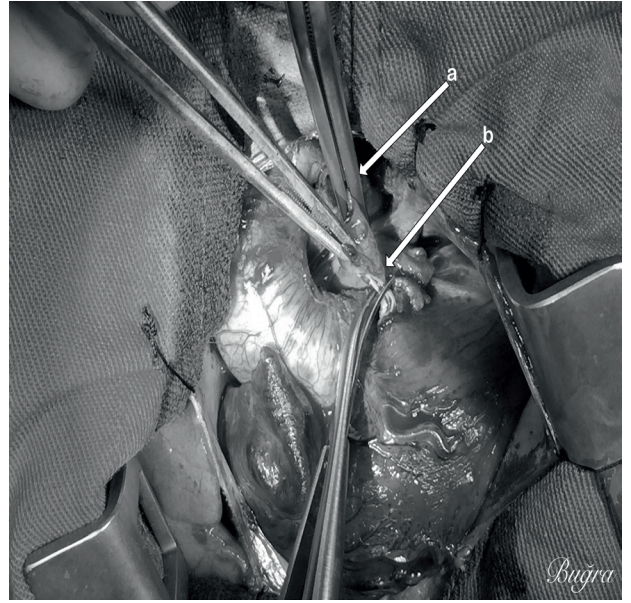
nöz kanül ile KPB'a girilerek normotermide ve çalışan kalpte prosedürün kalan kısmı tamamlanır.

Ana pulmoner arter PDA'nın hemen altından 90o açılı düz vasküler ince klemp ile klemplenir. Klem-pin bifurkasyonu sıkıştırmamasına ve PDA akımını azaltmamasına azami gayret gösterilir (Şekil 6).



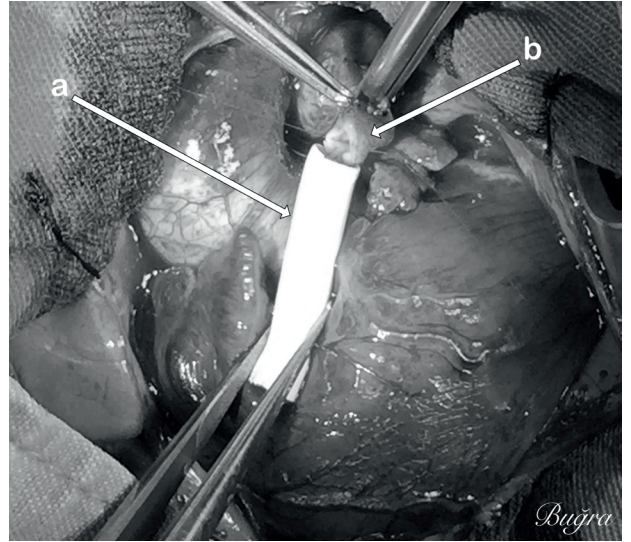
Şekil 6. PDA akımı bozulmayacak şekilde ana pulmoner arter pulmoner bifurkasyonun hemen altından klemplenir. a: Pulmoner bifurkasyon, b: Sol pulmoner arter, c: Ana pulmoner arter. (B.Harmandar arşivi)

Anastomoz sırasında sağ ve sol pulmoner arter dallarına baskı yapmaması için klempin pozisyonu sabitlenir. Hastada saturasyonun düşmediğinden emin olduğunda ana pulmoner arter RVOT'a olabildiğince yakın mesafeden transekte edilir (Şekil 7).



Şekil 7. Ana pulmoner arter RVOT'a yakın mesafeden transekte ediliyor. a: Pulmoner bifurkasyonun altındaki düz klemp, b: Ana pulmoner arter. (B.Harmandar arşivi)

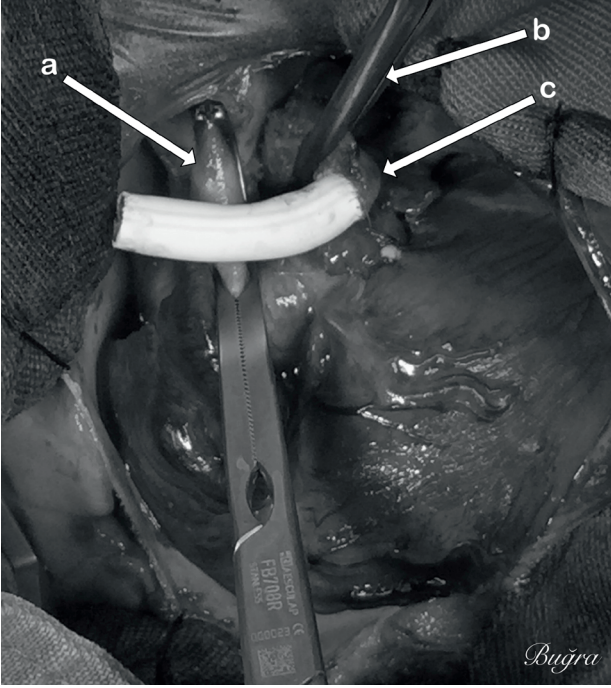
3 kg ve altındaki hastalar için 3 mm, 3 kg ve üstündeki hastalar için 3,5 mm ePTFE ince duvarlı tüp greft transekte edilen ana pulmoner artere 7/0 polipropilen devamlı sütür ile uç-uca anastomoz edilir (Şekil 8).



Şekil 8. Transekte edilen ana pulmoner artere PTFE greftin uç-uca anastomozu. a: PTFE greft, b: Transekte edilen ana pulmoner arterin açık ucu. (B.Harmandar arşivi)

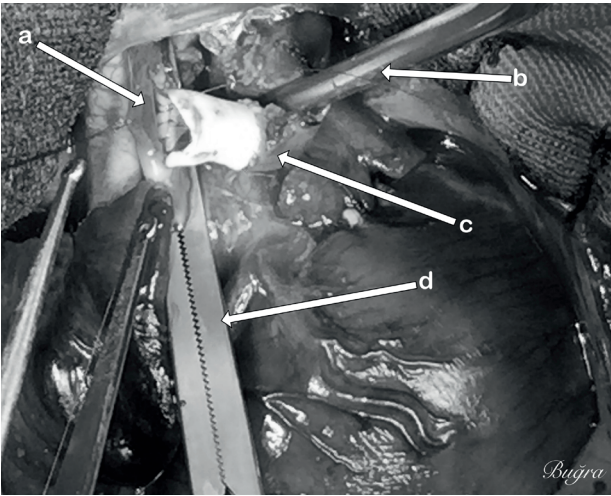
Ana pulmoner arterdeki klemp hafifçe gevşetilecek greftten yeterli geri akım olup olmadığı kontrol edilir. Yeterli geri akım mevcut ise klemp tekrar kapatılır ve greftin içerisi heparinli salin ile iyice yıkanarak içerisinde trombüs oluşması engellenir.

Asendan aortanın anteromedial yüzü (ön ve hafif sol yan) lateral klemp ile klemlenir (Şekil 9).



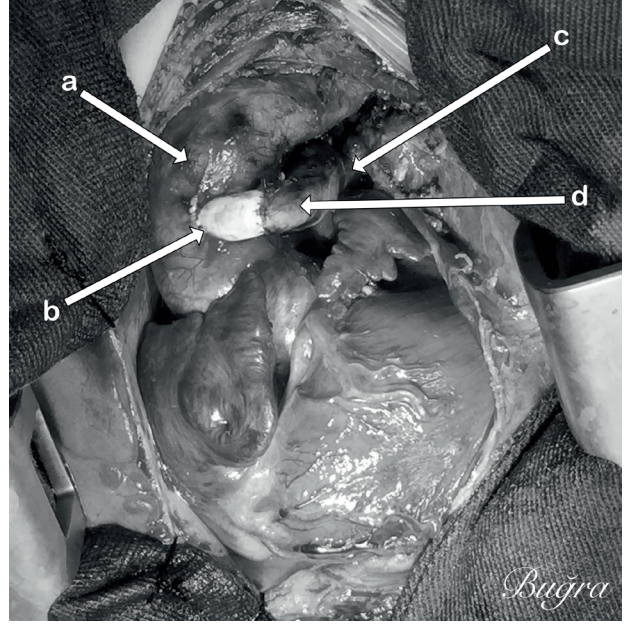
Şekil 9. Ana pulmoner arter ile PTFE greftin uç-uca anastomozu tamamlandıktan sonra asendan aortanın anteromedial yüzünün lateral klemp ile yakalanması. a: Asendan aort klempin 2 ucu arasında sıkıştırılmış, b: Pulmoner bifurkasyon altında ana pulmoner arterdeki düz klemp, c: Ana pulmoner arter PTFE grefte uç-uca anastomoz edilmiş durumda. (B.Harmandar arşivi)

Bu alana yapılan insizyondan bir punch yardımıyla buton şeklinde parça çıkarılır. PTFE greftin diğer ucu uygun uzunlukta kesilir ve bu insizyona 7/0 polipropilen devamlı suture ile uç-yan anastomoz edilir (Şekil 10).



Şekil 10. Klemlenen asendan aortada punch ile açılan açıklığa PTFE greftin anastomozu görülüyor. a: Asendan aortada punch ile açılan açıklık, b: Pulmoner bifurkasyon altında ana pulmoner arterdeki düz klemp, c: PTFE grefte uç-uca anastomoz edilmiş ana pulmoner arter, d: Asendan aortayı yakalayan lateral klemp. (B.Harmandar arşivi)

Tüm işlemler esnasında greft erken trombozunu engellemek amacıyla PTFE greftin klemlenmesine dikkat edilir. Anastomoz sonrasında önce ana pulmoner arterdeki klemp açılır ve greftten hava çıkarılması sağlanır. Ardından asendan aortadaki lateral klemp açılır (Şekil 11).



Şekil 11. Tamamlanmış mMee Şantı. a: Asendan aorta, b: PTFE greftin asendan aortaya anastomozu, c: Sol pulmoner arter, d: Ana pulmoner arter. (B.Harmandar arşivi)

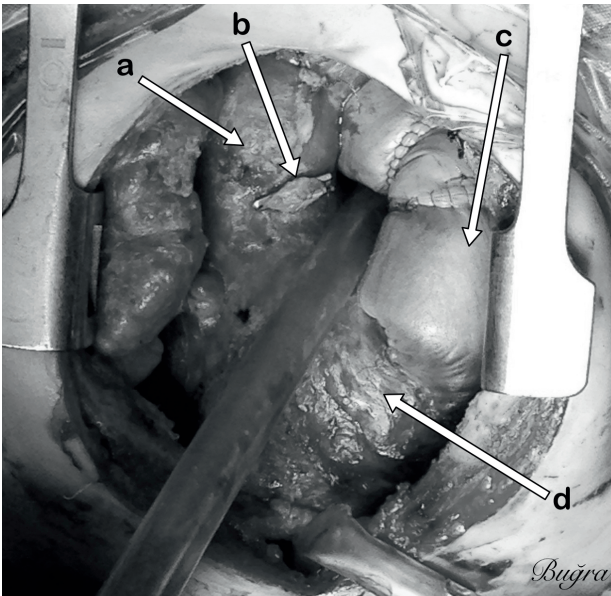
Greft üzerinde şant akımına bağlı thrill duyulmalı ve satürasyonda belirgin yükselme ile birlikte diastolik tansiyonda yaklaşık 5 – 7 mmHg düşme olmalıdır. Şantın çalıştığından emin olduğunda PDA diseke edilerek ortaya çıkarılır. Pulmoner bifurkasyon bölgesinin hemen üzerinden ve desendan aortaya bağlandığı yere yakın bölgeden kalın ipek suture materyali ile çift bağlanır. Her iki ligatürün arasından PDA divize edilerek ameliyat sonlandırılır. Heparin protamin ile nötralize edilmez.

mMee şantı santral bir şant olduğu için şant akımı güçlüdür. Her iki pulmoner arter dalına dengeli ve laminer kan akımı sağlar. Kullanılan şant grefti kısadır ve şant oklüzyonu görülme ihtimali düşüktür. PDA divize edilmeden önce şant akımının güçlü olduğundan emin olunmalı, şant akımında sorun olduğu düşünülen hastalarda öncelikle teknik sorunlar akla getirilmelidir. Bu du-

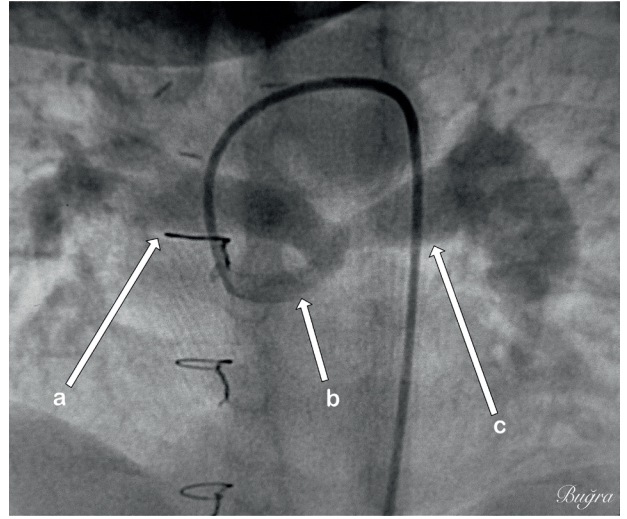
rumda şantın sökülerek revize edilmesi en uygun çözümdür. Risk olduğu düşünülen hastalar 8-12 saat süreyle heparinize edilebilir. Kanama eğilimi veya drenajı olmayan hastalara postoperatif 12.saat'ten itibaren 5 mg/kg/gün dozuyla asetil salisilik asit başlanır.

Sonuçlar ve Anekdotalar

mMee şantı ile ilgili ilk bildiride 7 hastaya başarıyla uygulandığı ve hiçbir hastada KPB gerekmediği belirtilmiştir. Hiçbir hastada mortalite veya morbidite olmadığı, şantın iptal edilmesini veya revize edilmesini gerektiren herhangi bir durum meydana gelmediği bildirilmiştir. Tüm hastaların ortalama 4.5±4.0 günlük yoğun bakım ve 12.0±6.5 günlük servis takibi sonrası sorunsuz olarak taburcu edildiği, arteriyel oksijen saturasyonlarının preoperatif ortalama %75±4 düzeyinden, postoperatif ortalama %85±8 düzeyine ulaştığı bildirilmektedir [10]. Hastaların yalnızca 1 tanesine postoperatif 1.yılında başarıyla Rastelli operasyonu ile nihai tüm düzeltme uygulandığı (Şekil 12-13), diğer hastaların ise takipte olduğu ifade edilmiştir [10].



Şekil 12. mMee şantı sonrasında 1.yılında Rastelli operasyonu ile tüm düzeltme yapılan hastanın intraoperatif görüntüsü. a: Asendan aorta, b: Transekte edilen mMee şantının proksimal güdüğü, c: Sağ ventrikül ile pulmoner bifurkasyon arasına yerleştirilen biyolojik kapaklı kondüt, d: Sağ ventrikül. (B.Harmandar arşivi)



Şekil 13. mMee şantı uygulanan bir hastamızın postoperatif 12.aydaki kontrol anjiyografisinde pulmoner dalların yeterli gelişimi görülüyor. a: Sağ pulmoner arter, b: mMee şantında kullanılan PTFE greft, c: Sol pulmoner arter. (B.Harmandar arşivi)

Günümüzde ekibimiz tarafından mMee şantı uygulanan hasta sayısı 23'e ve bu hastalardan tüm düzeltme uygulananların sayısı ise 11'e ulaşmış bulunmaktadır (Ocak 2017). mMee şantı uygulanan hastalarımız arasında erken mortalite 1 hastayla % 4.3'tür. Orta dönemde kaybedilen hastamız bulunmamaktadır (*Yayınlanmamış veri*).

9. Yan-yan aorto-PTFE santral şant (Modifiye Laks tekniği)

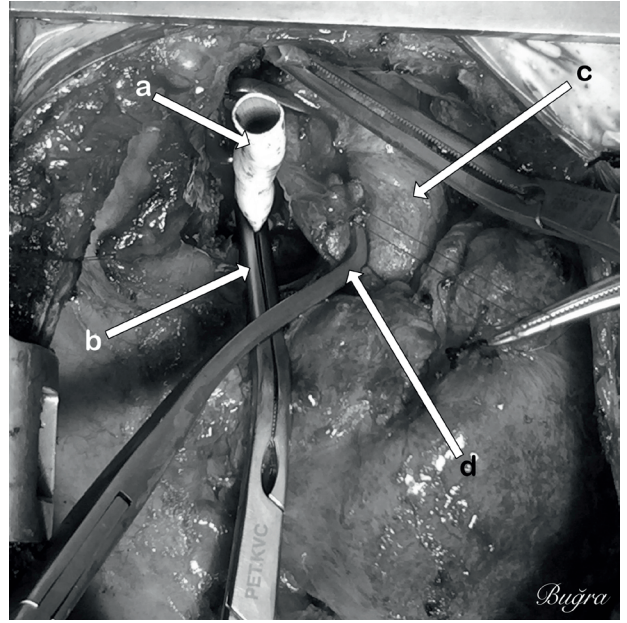
VSD-PA veya bazı çevrelerce PA'li Fallot tetralojisi olarak değerlendirilen hasta gruplarında pulmoner arterlerin bilateral simetrik büyümesi amacıyla daha önceden uygulanan Mee şantlarında (Melbourne) % 40 oranında sağ pulmoner stenozu görülmektedir [14]. PA hastalarında asendan aortanın genellikle dilate olması ve Mee şantı sonrasında sağ pulmoner arterin gerilerek aortanın arkasında daralması bu duruma sebep olmaktadır. Bu sorunu aşabilmek için farklı şant tipleri uygulanmıştır. Uygulanan bu şant tiplerinden birisi *mMee Şantı* [10], diğeri ise ilk olarak 1998 yılında *Gates ve ark.* tarafından bildirilen "*yan-yan aorto-PTFE santral şant*"tır [13]. Bu teknikte ana pulmoner artere uç-yan anastomoz edilen bir PTFE tüp greft asendan asendan aortanın iç yan yüzüne yan-yan anastomoz edilmekte ve açıkta kalan uç suture edilerek kapatılmaktadır. Bu tek-

nikte PTFE tüp greftin açık kalan ucunun aortaya anastomoz edilmek yerine kapatılması ve tüp greftin yanına ayrı bir delik açılarak aortaya anastomoz edilmesindeki amaç geçmiş dönemlerde greftin aortaya direkt uç-yan anastomoz edilmesi ile gerçekleştirilen santral şantlardaki tromboz riskinin yüksek oluşudur[14].

İlk bildirilen orjinal teknikte yalnızca VSD-PA hastaları değil, BAT + VSD, intakt ventriküler septumlu (İVS)+PA ve kompleks tek ventriküllü hastalar gibi farklı endikasyonlarda da uygulanmıştır [13].

Modifiye Laks Tekniği ile Şant Oluşturulması

Median sternotomi sonrasında ana pulmoner arter ve dalları tamamen diseke edilir. Bu damarlar dönülür ve sıkılır. Bu aşamada yeterli saturasyon sağlayan hastalarda KPB kullanılmaksızın operasyona devam edilir aksi takdirde dolaşım desteği gerekir. (Orjinal bildiride %35 hastada KPB kullanılmadığı bildirilmiştir [14]). Hasta 1,5 mg/kg dozundan heparinize edilir. Ana pulmoner arterin proksimalinin etrafına atretik bile olsa daha iyi stabilite sağlaması için bir traksiyon süturu konulur. Ana pulmoner artere longitudinal bir insizyon yapılır ve PTFE tüp greft ana pulmoner artere 8-0 polipropilen devamlı sütür ile uç-yan anastomoz edilir. Vakaların çoğunda greftin distal ucu transvers olarak kesilir. Asendan aortanın anterior yüzü bir lateral klemp ile parsiyel klemp lenir (Şekil 14).



Şekil 14. Kompleks kardiyak anomalili bir hastada modifiye Laks tekniği. Kompleks anatomi nedeniyle pulmoner bifurkasyona uç-yan anastomoz edilen PTFE grefti asendan aortanın dış yan kenarına anastomoz edilmiştir. a: PTFE greft, b: Pulmoner bifurkasyon üzerinde PTFE grefti kapatan düz klemp, c: Asendan aorta, d: Asendan aortanın dış yan kenarı lateral klemp ile yakalanmış durumda. (B.Harmandar arşivi)

Punch ile aortaya delik açılır. Greft üzerinde dar bir dikdörtgen şekilli açıklık oluşturularak anastomoz asendan aortaya 7-0 veya 8-0 polipropilen devamlı sütür ile yapılır. Greftte oluşturulan bu şekil anastomoz sonrasında greftin yassılaştırmasını önler. Klempler açılır. Şanttan hava çıkarılır ve patensi değerlendirilir. Şant greftinin proksimal ucu orijinal teknikte sütüre edilerek kapatılırken, **Barozzi ve ark.** tarafından bu açıklığın iki hemoklip ile kapatılabileceği belirtilmektedir [14]. Bu teknikte kullanılacak şant çapı olarak 3 kg ve altı için 3 mm, 3-6 kg arası 3.5 mm, 6-10.5 kg arası 4 mm ve 10.5 kg ve üstü için 5 ve 6 mm greftlerin kullanıldığı belirtilmiştir [14]. Takiplerinde göğüs tüplerinden drenaj duruncaya kadar saatte 10 U/kg dozundan hasta heparinize edilir. Takiben asetil salisilik asit 5 mg/kg/gün dozundan başlanır ve heparin kesilir [14]. Cerrahın tercihine bağlı olarak 3 mm çapında greft kullanılan hastalara aspirine ilaveten 0.2 mg/kg/gün dozundan klopidogrel de verilebileceği belirtilmektedir [14].

Sonuçlar

Gates ve ark. tarafından ilk bildirilen yayında erken mortalitenin % 16 olduğu görülmüştür. Bu çalışmada hastaların çoğunluğunda KPB kullanımının gerekmediği ve 10 aylık takip süresince hiçbir hastada şant trombozunun gelişmediği ifade edilmiştir [13]. 2011 yılında bu teknik ile ilgili olarak geniş bir seri yayınlayan **Barozzi ve ark.** bu teknikte farklı olarak yalnızca PTFE tüp greftin açıkta kalan ucunun sütüre edilmek yerine 2 adet hemoklip ile kliplenerek kapatılması modifikasyonunu yapmışlardır [14]. Her iki bildiri de bu teknik yenidoğan ve sıklıkla 1 yaş altı infantlara uygulanmıştır. Barozzi ve ark. tarafından bildirilen yayında farklı olarak hastaların % 63'ünde KPB desteğinin gerektiği bildirilmiştir [14]. Erken mortalitenin % 9 olduğu, geç mortalitenin ise % 10 olduğu, hastaların % 61.8'ine nihai tüm düzeltme yapılabildiği ve % 17.6 hastanın ise halen tüm düzeltme için beklediği bildirilmiştir [14].

10. Tireli Şanti

2005 yılında Çetin ve ark. tarafından bildirilen bu teknik, bu tekniği geliştiren senyor cerrahın adına ithafen "**Tireli şanti**" olarak isimlendirilmiştir [12]. Bu teknik, ağırlıklı olarak TA + pulmoner stenoz ve İVS-PA tanılı yenidoğan hastalar üzerinde uygulanmıştır. Temel olarak parsiyel sternotomi ile tr. brachiocephalicus– pulmoner bifurkasyon veya ana pulmoner arası yapılan santral bir şant işlemidir.

Tireli Şantının Oluşturulma Tekniği

Suprasternal çentikten üçüncü İKA seviyesine kadar uzanan parsiyel sternotomi yapılır. Timusun sağ glandı tamamen çıkarılır. Plevral kaviteler açılmaz ve perikardın 1/3 üst bölümü açılır. Tr.brachiocephalicus, brakiosefalik ven, aorta ve pulmoner trunkus diseke edilerek mobilize edilir. İntravenöz 100 Ü/kg heparin verilir. Pulmoner trunkus veya bifurkasyon parsiyel olarak klempe edilir. Buraya yapılan longitudinal insizyona PTFE tüp greft uçyan anastomoz edilir. 2.5 – 3.5 kg arasındaki hastalara 3.5 mm, 3.5-4 kg arasındaki hastalara ise 4

mm çapında greft yerleştirildiği belirtilmiştir [12]. Greftin diğer ucu aortanın önünden geçirilerek tr. brachiocephalicus yine parsiyel oklüzyon klempisi yardımıyla anastomoz edilir. Tüm anastomozlar 7-0 devamlı prolipropilen sütün ile gerçekleştirilir.

Sonuçlar ve Anekdotalar

Erken mortalitenin %10 olduğu (1 vaka, pnömoni, septik şok) ve %10 oranında (1 vaka) erken şant trombozu nedeniyle revizyon uygulandığı ifade edilmektedir. Hiçbir hastada aşırı pulmoner perfüzyon görülmeyişi, hastaların % 55.6'sına postoperatif 18 ay içerisinde bidireksiyonel kavopulmoner anastomoz yapılarak tek ventrikül palyasyonuna gidilebildiği belirtilmektedir. Bu tekniğin bir avantajı olarak redo operasyonlarda sağ pulmoner arter ve VCS adezyonlarla karşılaşılmadığı ifade edilmiştir [12]. Bu durumun da tek ventrikül palyasyonuna gidecek hastalar için bir avantaj olduğu vurgulanmaktadır [12].

Bu tekniğin diğer santral şantlarda elde edilen sonuçlara [36] benzer şekilde pulmoner arter dallarını iyi ve eşit olarak geliştirebileceği (pulmoner arter dallarına yapılan diğer periferik şantlara göre) ifade edilmiştir [12]. Ayrıca, asendan aortadan kan alan diğer santral şantlarda görülebilen pulmoner arterin aşırı perfüzyonu komplikasyonunun tr. brachiocephalicus kan alan bu şantta görülmeyişi ifade edilmektedir [12]. Bu teknikte pulmoner trunkusun parsiyel olarak klempe edilmesinin PDA bağımlı hastalarda hemodinamiyi etkilemediği ve bu sebeple hiçbir hastada KPB desteği gerekmediği belirtilmiştir [12]. Nitekim, bu şantın uygulandığı hasta gruplarında (TA + pulmoner stenoz ve PA-İVS) ana pulmoner arter ve pulmoner bifurkasyon hemen hemen normal genişlikte veya hafif hipoplazik olup parsiyel klempelemeye izin verecek çap ve uzunluktadır. VSD-PA±MAPKA'lı hastalarda ve bu grupta olup özellikle PDA bağımlı olan hastalarda ana pulmoner arter ve pulmoner bifurkasyon ileri derecede hipoplaziktir, ana pulmoner arter de oldukça kısadır. Bu hasta gruplarında ana pulmoner arter veya

pulmoner bifurkasyonun parsiyel olarak klempe edilmesi mümkün değildir. Bu sebeple bu şantın uygulanabilmesi için bahsedilen hasta gruplarında KPB desteği zorunludur. Ayrıca tr. brachiocephalicus ana pulmoner artere uzanacak bir şant grefti aortayı çaprazlamaktadır. Bu sebeple yerleştirilecek şant grefti diğer santral şant greftlerine göre daha uzun olmaktadır ve uzun şant greftlerinde tromboz oluşma ihtimalinin daha yüksek olduğu akılda tutulmalıdır. Ayrıca, dilate aortanın bulunduğu hastalarda (VSD-PA, Fallot vb) veya sistemik tansiyonun yükseldiği durumlarda aorta üzerini çaprazlayan greftin aorta tarafından yukarı itilerek ezilmesi veya anastomoz hatlarının gerilmesi söz konusu olabilir. Bu durumda greftte tromboz oluşma riski artmaktadır. Bu durum orijinal bildiride de bildirilmiş ve tromboze olan greftin (1 vaka, %10) değiştirilerek daha uzun bir greft yerleştirildiği ifade edilmiştir [12].

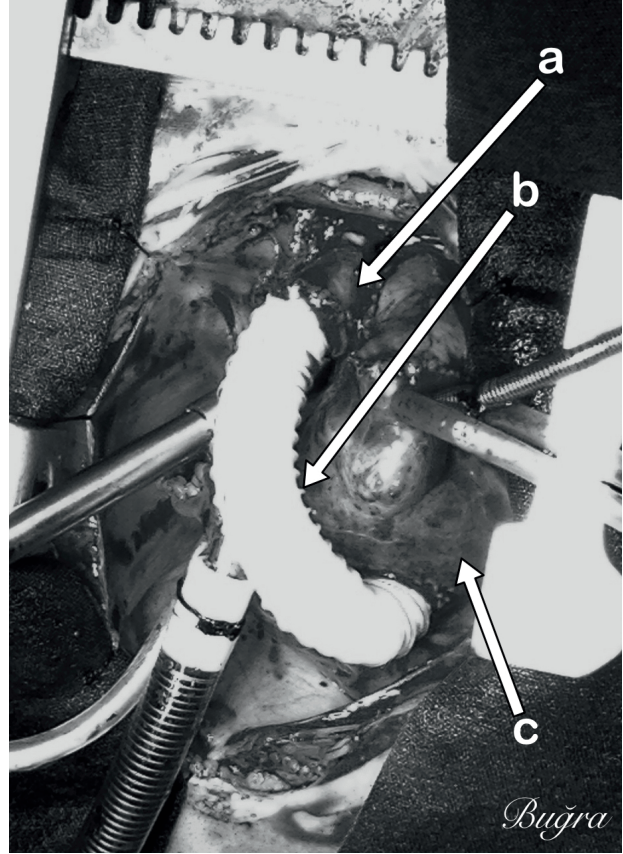
11. Sano Şantı

İlk olarak *Sano ve ark.* tarafından 2003 yılında, hipoplastik sol kalp sendromunun ilk operasyonu olan Norwood operasyonunun bir parçası olarak bildirilmiştir. Amaç sistemik-pulmoner şantlar nedeniyle sıklıkla meydana gelebilen aşırı pulmoner perfüzyonu önlemek için şant akımının sınırlı olmasını sağlamaktır [11]. Temel olarak KPB desteği altında sağ ventrikül ile ana pulmoner arter arasına kapaksız bir PTFE tüp greft yerleştirilmesi ile oluşturulur. Norwood operasyonu veya izole PA eşlik ettiği kompleks doğumsal kalp patolojilerinde pulmoner artere sağ ventrikülden pulsatil kan akımı sağlanması amacıyla uygulanabilir.

Sano Şantının Oluşturulma Tekniği

Norwood operasyonunda veya diğer patolojilerde Sano şantının uygulanabilmesi için KPB desteğiyle sağlanır. Standart sternotomi yaklaşımı ile doku diseksiyonu tamamlanarak kullanılacak PTFE yamanın ortası 5 mm çapında punch ile delinir ve tüp greft bu açıklığa 8-0 PTFE suture ile anastomoz edilir. Ana pulmoner arter, bifurkasyonun hemen proksimalinden transekte edilir

ve PTFE yama pulmoner bifurkasyona 8-0 PTFE suture ile uç-uç anastomoz edilir. Pulmoner kapığın 1.5-2 cm altında RVOT'ta uygun bir bölge ventrikülotomi için işaretlenir. Ardından kardiyak arrest sağlanır. Sağ atrium açılır ve daha önceden belirlenen bölgeye küçük bir sağ ventrikülotomi yapılır. Şant anastomozunun geç dönemde obstrükte olmasını önlemek için ventrikülotomi altındaki kas bantları rezeke edilir. Şant, aortanın solunda konumlandırılarak, şantın proksimali sağ ventrikülotomiye anastomoz edilir. 2.5 kg altındaki hastalarda 4 mm, üstündeki hastalarda 5 mm greft kullanılması önerilmektedir [11]. Sağ atrium kapatılarak operasyon usulüne uygun tamamlanır (Şekil 15).



Şekil 15. Norwood 1.aşama palyasyon prosedürü dahilinde uyguladığımız Sano şantı. a: Pulmoner bifurkasyon, b: Sağ ventrikül ile pulmoner bifurkasyon arasına yerleştirilen PTFE greft, c: Sağ ventrikül. (B.Harmandar arşivi)

Sonuçlar ve Anekdotalar

İlk bildiride Norwood operasyonu içerisinde Sano şantı uygulanan tüm hastaların KPB'tan sorunsuz ayrıldığı ifade edilmektedir [11]. Sano şantı bulunan bu "*Modifiye Norwood*" operasyonunun postoperatif bakımının diğer kardiyak operasyonları geçiren yenidoğanlardan farklı olmadığı bildirilmiştir [11]. Postoperatif ventilatör ayarları da diğer hastalarla aynı tutulmuş ve arteriyel oksijen saturasyonları %75'in üzerinde olacak şekilde inspire edilen oksijen fraksiyonu ayarlanmıştır. Modifiye Norwood uygulanan hasta grubunda erken mortalite % 10.5 olmuş ve mortalitelerin hiçbiri Sano şantı ile ilgili olmamıştır. Geç mortalite ise yine % 10.5 olmuş ve kaybedilen hastaların her ikisinde de Sano şantında obstrüksiyon geliştiği görülmüştür [11]. Norwood operasyonunda Sano şantı uygulanan ve takiben Fontan prosedürü uygulanan hastaların ekokardiyografik olarak sağ ventrikül fonksiyonları değerlendirildiğinde fraksiyonel kısalmanın %30'un üzerinde olduğu ve bunun kabul edilebilir olduğu görülmüştür [11]. İlaveten hiçbir hastada ventriküler aritmi görülmediği bildirilmektedir [11]. Sano şantındaki geri akım derecesi doppler ekokardiyografi ile değerlendirildiğinde en yüksek geri akım oranının ilk 1 ay içerisinde meydana geldiği fakat bunun hastalar tarafından çok iyi tolere edildiği ve kabul edilebilir oksijen saturasyon düzeyleri sağladığı bildirilmektedir [11].

PTFE tüp greft ile oluşturulan Sano şantının cerrahiden 3 ay sonra daralma gösterdiği bilinmektedir [11]. Bu durumun oksijen saturasyonunda düşme ve şant üzerindeki basınç gradientinin artması ile fark edilebileceği ifade edilmektedir. Sano şantı greftinin daralmasını önlemek için kullanılacak 4 ve 5 mm'den daha büyük, örneğin 6 mm veya 8 mm gibi greftler için daha büyük bir ventrikülotomi gerekmekte ve bunun ventrikül fonksiyonlarına etkisinin nasıl olacağı bilinmemektedir. Hipoplastik sol kalp sendromunun 1. aşama palyasyonunda pulmoner kanlanmanın

sağlanması için sağ ventrikül-pulmoner arter arası şant uygulaması ilk defa 1981'de *Norwood ve ark.* tarafından yapılmıştır [37]. Nitekim, kullandıkları şant materyalleri yenidoğanlara göre nispeten daha büyüktü; 8-mm kapaksız PTFE tüp grefti 2 hastada ve 12-mm kapaklı kondüiti 2 hastada kullanmışlardı. Bu hastaların hepsi ilk 11 saat içerisinde aşırı pulmoner kan akımından veya sağ ventrikül yetersizliğinden kaybedilmiştir [38]. Ayrıca, Sano şantı yapılan hastalarda pulmoner arterlerin gelişimi sistemik-pulmoner şant yapılan hastalar kadar iyi değildir [11]. Bu durum Sano şantının bir sistemik-pulmoner şanta göre daha az pulmoner kan akımı sağladığını göstermektedir. Nitekim, sonuç olarak daha düşük bir pulmoner vasküler rezistans sayesinde Nakata indeksleri 200 veya daha az olan hastalarda dahi bidireksiyonel kavopulmoner anastomoz ve Fontan prosedürlerini uygulamak mümkün olmuştur [11].

e. Şant Operasyonunda PDA'ya Yaklaşım

PDA bağımlı pulmoner dolaşımı olan PA± VSD hastalarında uyguladığımız tüm santral veya mBT şant operasyonlarından sonra PDA ligatüre veya divize ederek kapatılır. Yapılan şantın postoperatif erken dönemde tıkanma olasılığına karşı daha önceleri bir emniyet sübabı olarak düşünülen PDA açık bırakma uygulaması günümüzde hemen hemen terk edilmiştir. Çünkü PDA akımı ile yarışmaya giren şantta kan akımı azalabilir, tromboz gelişebilir [39]. Böyle bir durumda şant oklüde olduğunda PDA'nın açık bırakılmasının hayat kurtarıcı olduğu düşünülmemeli, bizzat bu uygulamanın şantın tıkanmasına yol açan sebep olduğu bilinmelidir. PDA'nın açık bırakıldığı bazı hastalarda ise hem şant hem de PDA'dan kaynaklanan dual kan akımı nedeniyle aşırı pulmoner akım ve konjesyon oluşarak [39] hastaların postoperatif dönemde mekanik ventilatörden ayrılamamasına ve kaybedilmesine de neden olabilir. Günümüzde PDA kapatılarak santral veya mBT şantı yapılan hastalarda erken dönemde şant trombozu insi-

dansı oldukça düşmüştür [15]. Başka gerekçelerle tromboz riski görülen hastaların erken dönemde 8-12 saat kadar heparinize edilmesi ve ardından asetil salisilik asit tedavisi şant trombozunu çok büyük oranda önlemektedir. Tüm tedbirlere rağmen şant trombozu gelişen hastalarda teknik hatalar düşünülmeli, hasta derhal heparinize edilerek sistemik tansiyon yükseltilecek şekilde inotropik destek verilmeli ve KPB desteği sağlanarak şant acilen revize edilmelidir.

f. Şant Trombozu

Sistemik-pulmoner şantlardan sonra şant trombozu ile ilişkili mortalite insidansını kesin olarak tahmin etmek güçtür. Günümüzde bile mortalitenin % 15'e kadar ulaşabileceği görünmektedir. Mortalite büyük oranda şant trombozu ile ilişkilidir [40-44]. Santral şantlardan sonra elde edilen sonuçlar ile ilgili spesifik bilgiler bulunmamaktadır fakat olumsuz durumların pulmoner arterleri daha küçük olan hastalarda daha sık meydana geldiği düşünülmektedir [14]. Akut tromboz ve erken dönemde akım azalması durumlarını da içeren şant disfonksiyonun şant operasyonu geçiren yenidoğanların % 42'sinde görüldüğü bildirilmektedir [44].

II. Sağ Ventrikül Çıkım Yolu Rekonstrüksiyonu

a. Giriş

Fallot tetralojisi, DORV + PA veya trunkus arteriozus tüm düzeltme ameliyatlarında uygulanan RVOT rekonstrüksiyon prosedürleri; kapaksız kondüit veya transannüler yama ile RVOT rekonstrüksiyonu yapılmış ve pulmoner yetersizliğin bulunduğu hastalarda uygulanan pulmoner kapak replasmanları, nihai tüm düzeltme ameliyatlarının birer parçası olduğu için palyasyon olarak kabul edilmemektedir. Bu bölümde yalnızca primer palyasyon olarak RVOT rekonstrüksiyonu uygulanan PA hastalarına yaklaşım ele alınacaktır.

VSD-PA±MAPKA'lar ile birlikte pulmoner arterle-

rin ileri hipoplazisi (ortalama Nakata indeksi 20.6 mm²/m²) bulunan fakat konfluen pulmoner arterler ve çok ince bir ana pulmoner artere sahip hastalarda pulmoner arterlerin rehabilitasyonu için sağ ventrikül-pulmoner arter arası bağlantı yapılabileceği belirtilmiştir [45]. Bu prosedür 3 aşamalı yaklaşımı içermektedir:

- 1) Sağ ventrikül-pulmoner arter arası bağlantının sağlanması
- 2) Girişimsel kataterizasyonlar
- 3) Unifokalizasyon yapılsın ya da yapılmaması cerrahi tüm düzeltme.

b. Cerrahi Teknik

Prosedür median sternotomi ile sıklıkla normotermik KPB desteği ile ve atan kalpte tamamlanır. Nitekim, RVOT genişletilirken cerrahi görüntünün daha iyi olması ve kansız bir alan sağlanması için kısa süreli aortik kross klemleme ve kardiyoplejik arrest uygulanabilir. Bu prosedürün yapılabilmesi için sağ ventrikül infundibulumu çaprazlayan major bir koroner arter bulunmamalıdır. Ana pulmoner arter ve dalları oldukça hipoplazik olan bu hastalarda sağ ve sol pulmoner arterler silastik teypler ile sıkılarak oklüde edilir. Ana pulmoner arter longitudinal olarak insize edilerek açılır. Genişletme için gluteraldehit ile hazırlanmış oval şekilli otolog perikard, arteriotominin kenarlarına sütüre edilmeye başlanır. Ardından insizyon sağ ventrikül epikardiumuna doğru uzatılır. Yama bu insizyonun kenarlarına doğru sütüre edilmeye devam edilir ve nihayetinde sağ ventrikül infundibulumu açılır. RVOT hipertrofik kaslar rezeke edilir. Oluşturulan açıklık genişletilerek yeterli bir açıklık oluşturulur. Bu aşamada eğer prosedür atan kalpte tamamlanacak ise hava embolizmini önlemek için bu açıklığa yalnızca yüzeysel aspirasyon yapılır ve parsiyel aortik kross klemleme ile bir hava tuzağı oluşturulur. Asendan aortaya yerleştirilen bir vent ile muhtemel hava kabarcıklarının tahliyesi sağlanır. Ardından yama RVOT'a sütüre edilerek prosedür tamamlanır. Oluşturu-

lan bu yama tekniğine alternatif olarak RVOT'a kapaklı bir kondüit veya homogreft de yerleştirilebilir [45].

c. Sonuçlar ve Anekdotalar

VSD-PA±MAPKA'lar ile birlikte pulmoner arterlerin ileri hipoplazisi bulunan hasta grubunda uygulanan palyatif RVOT rekonstrüksiyonlarında erken mortalitenin % 10 olduğu bildirilmektedir [45]. Takiben uygulanan girişimsel kataterizasyonlarla periferik stenozlar giderilip, komünikan MAPKA'lar coil embolizasyon ile kapatıldıktan sonra hastaların hemen hepsinde unifokalizasyon ile birlikte veya olmaksızın tüm düzeltme uygulanabildiği bildirilmektedir [45].

Yama veya kondüit yerleştirilerek sağ ventrikül – pulmoner arter arası bağlantının sağlanması ile oldukça iyi sonuçlar bildirilmektedir [46]. Nitekim, yenidoğan bir hastada sağ ventrikül ile çok küçük bir ana pulmoner arter arasına kondüit yerleştirmek teknik olarak çok zordur. Yerleştirilen kondüitlerin de kıvrılma ve pulmoner arterde distorsiyon ihtimali yüksektir [14].

B. PULMONER KAN AKIMININ AZALTILMASI

I. Pulmoner Arterin Bantlanması

a. Giriş

Pulmoner arterin bantlanması (PAB) ilk olarak 1952'de Muller and Dammann tarafından geniş sol-sağ şanlı hastalar için palyatif bir prosedür olarak ileri sürülmüştür [47]. Geniş sol-sağ şant bulunan konjenital kalp hastalarının cerrahi girişim yapılmadığında prognozları, pulmoner konjesyon sebebiyle oldukça kötüdür [48, 49]. Pulmoner kan akımının aşırı olduğu doğumsal kalp hastalıklarının tedavisinde günümüzde primer onarım tekniklerinin gelişmesi ve yaygınlaşması ile PAB endikasyonları oldukça azalmıştır [50, 51]. Nitekim, düşük doğum ağırlıklı yenidoğan ve küçük infantlarda KPB organ ödemi ve disfonksiyonunu artırarak yüksek morbidite ve mortaliteye sebep olduğu için, ayrıca ileri kaşeksi, sepsis veya intrakraniyal kanama bulunan hastalarda KPB'nin kontrendike olması sebebiyle PAB inisyel bir palyasyon olarak tercih edilebilir [52]. PAB, sol-sağ şanlı hastalarda kalp yetersizliği ve solunum sıkıntısı semptomlarının gerilemesini sağlar. Gelecekte pulmoner vasküler obstrüktif hastalığın gelişimini önleyerek bu infantlar büyüünceye kadar intrakardiyak onarımın ertelenmesine olanak sağlar. PAB palyatif bir prosedürdür ve kendine ait risk veya komplikasyonlara sahiptir [53, 54]. Yetersiz bir PAB, pulmoner vasküler yatağın yeterince korunamamasına yol açabilir. Ayrıca myokardiyal yan etkileri nedeniyle daha sonra

yapılacak Fontan prosedürünün cerrahi riskini de artırabilir [55, 56]. Günümüzde PAB endikasyonları açıkça belirlenmiştir [53, 57, 58].

b. Endikasyonlar

1. Sol-Sağ Şanlı Defektlerin Bulunduğu Hastalar
Günümüzde, müsküler olmayan VSD, trunkus arteriozus ve komplet atriyoventriküler septal defektler için tercih edilen ilk tedavi yöntemi primer onarımdır [59, 60]. Nitekim genel kondüsyonu çok kötü, düşük doğum ağırlıklı prematür hastalar, omfalosel, özefagus atrezisi, diyafram hernisi, sendromal anomali gibi kardiyak olmayan ek anomalileri bulunan sol-sağ şanlı hastalar için ilk aşama palyasyon olarak PAB tercih edilebilir. Trunkus arteriozusu yenidoğanlarda, kesintili aortik arkus gibi kompleks anomaliler eşlik ediyorsa veya hasta çok düşük doğum ağırlıklı ya da septik ise bilateral PAB işlemi uygulanabilir [61]. PAB trunkus arteriozusunda trunkal kapak yetersizliğinin artması [62], komplet atriyoventriküler septal defektli hastalarda ise sol atriyoventriküler kapak yetersizliğinin artmasına yol açabilir [63]. Geniş VSD'li hastalarda dahi pulmoner vasküler obstrüktif hastalığın 2 yaş öncesinde nadiren geliştiği bilinmektedir [64]. Pediatrik kalp cerrahisindeki tüm güncel gelişmelere rağmen, gerçek Swiss-cheese VSD ve kalp yetersizliğindeki bebeklerin tedavisi oldukça zordur. Bu hasta grupları için PAB halen bir seçenek olarak durmaktadır. Aynı zamanda, apikal muskuler veya multipl VSD

ve uygunsuz anatomiye sahip DORV hastalarında PAB yapılabilir. [53, 65].

Günümüzde aort koarktasyonu veya kesintili aortik arkusa VSD'nin eşlik ettiği hastalar için eş zamanlı primer onarım önerilmektedir [66, 67]. Bu grupta yalnızca çok düşük ağırlıklı veya kötü kondisyonlu hastalar için koarktasyon veya kesintili aortik arkusun (uygun olan hastalarda) sol torakotomi ile palyasyon olarak PAB düşünülebilir [68, 69].

VSD ile birlikte BAT veya Taussig-Bing tipi DORV gibi daha kompleks anomalilere primer onarım tercih edilmektedir [70, 71]. Nitekim, operasyon zamanlamasını kaçırmış geç dönemdeki hastalar için inisyel palyasyon olarak PAB tercih edilebilir. Pulmoner vasküler obstrüktif hastalığın çok erken geliştiği bilinen VSD ile birlikte BAT hastalarında dahi yalnızca %25'inde bu durum (3-12 ay içerisinde) gelişmektedir [72, 73]. Nitekim bu hasta gruplarında PAB siyanozu belirgin artırabilir. Bu nedenle arteriyel PO₂ ve saturasyon gözlenerek PaO₂'nin 30 mmHg'nin altına düşmesine izin vermeyecek düzeyde PAB yapılmalıdır. Benzer şekilde konjenital olarak düzeltilmiş BAT ile birlikte VSD bulunan hastalara da PAB primer palyasyon olarak uygulanabilir.

2. Tek Ventrikül Tipi Kalp Anomalileri

Çift girimli sol ventrikül, TA'nin artmış pulmoner kan akımı ile birlikte seyreden tipleri, dengeli olmayan atrioventriküler septal defekt, kompleks DORV (uzak VSD) gibi pulmoner kan akımı sınırlı olmayan tüm fonksiyonel tek ventriküllü hastalarda, nihai Fontan tipi bir onarım öncesinde pulmoner arter basıncı ve pulmoner vasküler rezistansı kabul edilebilir seviyelerde tutmak için PAB gerekli olmaktadır [74]. Tek ventriküllü hastalarda inisyel palyasyon olarak PAB uygulaması için en uygun zaman doğum sonrası 2-4. haftalardır [75]. Çünkü bu zamanda neonatal pulmoner vasküler rezistans düşerek daha sıkı bir bant yapılmasına müsaade eder. Nitekim tek

ventrikül fizyolojisine sahip hastalarda hayatın ilk 2 haftasında yapılan PAB girişimleri ile de oldukça iyi sonuçların alındığı bildirilmektedir [76]. Tek ventrikül fizyolojisine sahip hastalarda yapılacak PAB eğer yeterli düzeyde olmazsa pulmoner vasküler rezistansta gelişecek hafif bir yükseklik bile bu hastaların başarıyla Fontan prosedürüne tamamlanmalarına engel olabilir.

Artmış pulmoner kan akımı olan tek ventrikül fizyolojisine sahip hastaların bir kısmında subaortik seviyede sistemik çıkım yolu darlığı bulunabilir. Bu durumda uygulanan PAB prosedürü subaortik stenozun artmasına yol açabilir.

3. Sol Ventrikülün Geliştirilmesi Gereken Hastalar

Hayatın ilk birkaç haftasında arteriyel yer değiştirme (switch) ameliyatı yapılmamış olan basit BAT hastalarında [77] veya daha önceden atriyal yer değiştirme (switch) ameliyatı yapılmış fakat ilerleyen dönemlerde sağ ventrikül yetersizliği gelişmiş hastalarda arteriyel yer değiştirme (switch) prosedürü öncesinde [78] sol ventrikülü hazırlamak için PAB uygulanabilir. Sol ventrikülün PAB ile basınç yüküne maruz kalarak gelişmesinin yanısıra PAB uygulamasına bir sistemik-pulmoner şantın da ilave edilmesi neticesinde sol ventrikülün ilave volüm yükü ile daha hızlı geliştirilebileceği belirtilmiştir [77]. Bu şekildeki bir uygulama ile 7-10 günlük bir yoğun bakım süreci sonrasında arteriyel yer değiştirme (switch) ameliyatının yapılabileceği öngörülmüştür [77].

Benzer şekilde büyük arterlerin düzeltilmiş transpozisyonunda da, morfolojik sol ventrikülün geliştirilerek çift-yer değiştirme (double-switch) ameliyatını tolere edebilecek güçte bir sistemik ventrikül haline getirilmesi amacıyla da PAB prosedürü uygulanabilmektedir [79, 80, 81].

4. Hipoplastik Sol Kalp Sendromu Hastaları

Hipoplastik sol kalp sendromu hastalarında hibrid Norwood prosedürünün (Giessen prosedürü) bir parçası olarak PDA'nın stentlenmesi ile birlikte bilateral PAB işlemi yapılabilir [82]. Bu hastalarda restriktif olmayan bir interatriyal geçişin bulunması şarttır. Bu sebeple bilateral PAB işlemi öncesinde perkütan balon atriyal septostomi (BAS) veya aynı prosedüre ilave olarak atriyal septektomi yapılması gerekmektedir. Hibrid Norwood yaklaşımı genel durumu kötü, düşük doğum ağırlıklı prematür hastalara [83] uygulanabileceği gibi 1.aşama Norwood operasyonuna alternatif olarak uygulanabilir.

5. Adiopatik Dilate Kardiyomyopati Hastalar

İdiopatik dilate kardiyomyopati hastaların tedavisinde de PAB uygulanabilmektedir [84]. Bu endikasyonda amaç interventriküler septumun yerdeğiştirmesini önleyerek sol ventrikülün resenkronizasyonunu sağlamak ve böylece mitral yetersizliği azaltmaktır. Sol ventrikül yetersizliği olup sağ ventrikül fonksiyonları iyi olan hastalarda alternatif bir yaklaşım sağ ventrikülün PAB ile güçlendirilerek hastaya gelecekte bir Damus–Kaye–Stansel operasyonu şansı tanımaktır.

6. İleri Pulmoner Hipertansiyonlu Hastalar

Uzun süreli sol-sağ şantlı hastalarda ileri fakat reaktif pulmoner hipertansiyon varlığında da PAB endike olabilmektedir. PAB'na pulmoner vazodilatatörlerin eklenmesi sonucunda pulmoner vasküler rezistansta belirgin bir düşme sağlanabilir ve bu şekilde hasta gelecekte tüm düzeltme operasyonu için aday olabilir [85]. Opere edilmiş konjenital kalp hastalığı bulunan Eisenmenger Sendromlu ve ileri pulmoner vasküler oklüziv hastalık gelişmiş hastalarda PAB uygulaması kontrendikedir [86].

7. Diğer Prosedürlere Ek Olarak Uygulanan Pulmoner Arter Bantlama

PAB diğer prosedürlere ilave olarak da uygulanabilir. Örneğin, bidireksiyonel Glenn şant yapılacak

bir hastada pulmoner arter basıncını istenilen düzeyde tutmak için antegrad pulmoner kan akımını sınırlamak amacıyla uygulanabilir. Ayrıca, palyatif arteriyel yerdeğiştirme (switch) ameliyatlarına ilave olarak da uygulanmaktadır [86].

c. Cerrahi Teknik

PAB'nın cerrahi tekniği temel olarak ana pulmoner arter veya dallarının etrafına geçirilen bir bant ile bu yapıların sıkılması esasına dayanır. PAB işlemindeki zorluk pulmoner arter etrafına bir bandın yerleştirilmesinde değil, optimal sıkılık derecesini ayarlamaktır. Çünkü pulmoner çaptaki minimal değişiklikler Poiseuille kanununa göre rezistans ve akımda major etkilere sahiptir. PAB'nın pulmoner basınçlar üzerindeki etkisi, sistemik ve pulmoner rezistanslar, konjenital kalp hastalığının tipi, kalp hızı, kalp kontraktilesi ve mekanik ventilasyon gibi pek çok hemodinamik ve respiratuar değişkenden etkilenmektedir.

Trusler ve ark.'nın 1972'de yaptığı çalışmadan önce PAB farklı konjenital kalp hastalıkları göz önünde bulundurulmaksızın ve pulmoner akımın prensipleri tam olarak bilinmeden cerrahın subjektif görüşüne dayanılarak yapılmaktaydı [87]. Trusler ve Mustard, PAB yapılacak hastalarda altta yatan konjenital kalp hastalığının tipi ve hastanın kilosuna göre bir formül geliştirmişlerdir. Bu formüle göre PAB'nın yeterli olabilmesi için, büyük arter ilişkileri normal olan sol-sağ şantlı hastalarda (4 mm genişliğindeki teyp ile) kullanılacak bandın uzunluğunun 20 mm + infantın vücut ağırlığının her 1 kg 'ı için 1 mm olması gerektiği belirtilmiştir [87]. Nitekim, büyük arter ilişkileri ters olan ve intrakardiyak karışım bulunan hastalarda ise bu formül 24 mm + infantın vücut ağırlığının her 1 kg 'ı için 1 mm olarak belirlenmiştir. Eklenen ekstra 4 mm bu patolojilerde mevcut hipoksinin daha fazla ağırlağın önlemek amacıyla taşımaktadır [87]. Bu Trusler formülü uzun bir periyot boyunca pediatrik kalp cerrahisi alanında PAB uygulanacak hastalarda standart olarak uygulanmıştır. Nitekim, bu formül bazı araştırmacılar tarafından

sol-sağ şanlı ve normal büyük arter ilişkisine sahip düşük doğum ağırlıklı hastalar için modifiye edilmiştir. 3 mm genişliğinde bir teyp ile uzunluk olarak 19 mm + infantın vücut ağırlığının her 1 kg 'ı için 1 mm formülü önerilmiş ve bu formülle oldukça iyi sonuçlar alındığı da belirtilmiştir [88, 89].

Her ne kadar, Trusler formülü bandın nihai sıklığını nadiren belirlese de bize sıklığın başlama noktası açısından bir fikir vermektedir [90]. PAB işlemi esnasında sistemik basınç, kalp hızı ve oksijen saturasyonu gözlenir. Pulmoner arter, bant ile sıkıldıkça distal pulmoner arter basıncı düşerken sistemik basınç yükselmeye başlar. Çift ventriküllü hastalarda pulmoner bant sıkıldıkça sistemik tansiyon yükselerek bir plato oluşturur ve ortalama 10-20 mmHg yükselme sağlandığında saturasyon düzeyi %90'ın altına düşmüyor ve bradikardi oluşmuyor ise yeterli band sıklığına ulaşıldığı düşünülebilir. Tek ventriküllü hastalar için ise aynı kurallar geçerli olmakla birlikte ortalama %80 civarı saturasyon elde edilmesi yeterli band sıklığına ulaşıldığını göstermektedir [91]. Bandın daha fazla sıkılması, ventriküllere ilave yük getirerek subendokardiyal iskemiye yol açabileceği için tehlikelidir. Trusler formülü pulmoner bandın inisyal uzunluğunun belirlenmesinde Dünya çapında kullanılan bir metod olsa da pek çok yazar tarafından gerçek Qp/Qs oranı ölçülerek ve hastanın özellikleri dikkate alınarak bandın sıklığının ayarlanması önerilmektedir [92].

PAB uygulaması için 3 farklı cerrahi yaklaşım bulunmakta olup her yaklaşımın kendine ait avantaj ve dezavantajları bulunmaktadır.

PAB Cerrahi Teknikleri:

i. Posterolateral Torakotomi: Bu yaklaşımda, perikardiyal insizyon ve postoperatif perikardiyal yapışıklıklar minimaldir. Bu yaklaşım ile bandın yerleştirilmesi ve sıklığının ayarlanması nispeten daha zordur. Lokalize aort koarktasyonu olan hastalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Genellikle

3. İKA'tan posterolateral torakotomi ile uygulanmaktadır. Bu yaklaşımda eğer aort koarktasyonu varsa onun da düzeltilmesi mümkündür. Akciğer posteriora doğru retrakte edilir. Perikard frenik sinirin önünden açılır. Aorta ve pulmoner artere ulaşabilmek için timusun kısmen perikarddan ayrılması gerekebilmektedir. Cerrahi görüntünün daha iyi olması için sol atriyal apendiks ince ipek bir sütür ile bağlanarak cerrahi sahadan çekilebilir. Aorta ve pulmoner arter arasındaki alan diseke edilir. İki büyük arter arasındaki küçük venler koagüle edilir. Dik açılı bir disektör ile 3 veya 4 mm genişliğindeki band materyali (PTFE şerit, teflon veya pamuk teyp) pulmoner arter etrafından geçirilebilir veya PAB için "çıkarma" (subtraction) tekniği kullanılabilir. Çıkarma tekniği daha güvenli bir yöntemdir. Bu teknikte bant materyali transvers sinüsten her iki büyük arterin altından geçirilerek çekilir. Ardından geçirilen uç aortanın altından ters yönde tekrar geçirilerek her iki büyük damarın arasından çıkarılır. Bandın ana pulmoner arter etrafını döndüğünden ve sadece sol pulmoner arteri içine almadığından emin olunmalıdır. Ardından akciğerler serbest bırakılır ve ekspansiyon edilir. Hasta birkaç dakika hiperventile edilerek atelektazilerin açılması sağlanır. Akciğer hafifçe retrakte edilir. Ana pulmoner arter distaline veya sol pulmoner artere bir basınç katateri yerleştirilir. Bant materyalinin iki ucu ligaklip ile birleştirilerek pulmoner arter sıkıştırılır. Bu esnada distal pulmoner arterdeki basınç ve puls oksimetredeki saturasyon gözlenir. PAB işlemi süresince hasta %50 oksijen ile ventile edilir. Distal pulmoner arter basıncı sistemik basıncın %50'sinden daha düşük olacak şekilde pulmoner arter bandı ilave ligaklipler konularak sıkıştırılmaya devam edilir. Bantlama sonrasında inspire edilen oksijen fraksiyonu %50 iken arteriyel oksijen saturasyonu tek ventriküllü hastalar için %75-85 [91], çift ventriküllü hastalar için %85-95 [93] arasında olmalıdır. Bant, pulmoner arter bifurkasyonunun hemen proksimaline yerleştirilir. Bant migrasyonunu önlemek için arteriyel duvara 2 ayrı noktadan 6-0 prolon sütür ile sabitleme yapılır.

ii. Median Sternotomi:

Bu yaklaşım günümüzde yaygın olarak kullanılmakta olup özellikle tek ventriküllü hastalarda, kompleks büyük arter anomalilerinde ve aynı seansta ilave cerrahi düzeltmeler yapılacak arkus aorta hipoplazisi gibi kompleks hastalıklarda tercih edilmektedir. Bu teknikte tüm prosedür boyunca her iki akciğer de minimum ventilatör ayarlarıyla ventile edilebildiği için bandın sıklığının ayarlanması daha kolaydır. Ayrıca pulmoner trunkusun tamamına ulaşımı kolaylaştırdığı için pulmoner arter dallarının distorsiyon olma ihtimali daha azdır. Nitekim, bu teknik sonrasında perikardiyal bütünlük büyük oranda bozulduğu için perikardiyal yapışıklıklar daha fazla olmaktadır. Bu teknikte median sternotomiye takiben anterior perikardın 2/3'lik üst kısmı açılır. Bandın yerleştirimi posterolateral torakotomi tekniğinde tarif edildiği üzere yapılır.

Hipoplastik sol kalp sendromlu hastalarda, Giesse prosedürü sırasında, bir parça PTFE tüp (3.5 mm veya 4.0 mm) sağ ve sol pulmoner dallar etrafına yerleştirilir ve optimal sıklık cerrahın kişisel görüşüne göre ayarlanır. Bazı yazarlar bilateral PAB'da bir kural oluşturmayı düşünmüşlerdir. Bu kurala göre optimal bant uzunluğu olarak sol pulmoner arter için 7 mm + kg olarak vücut ağırlığı, sağ pulmoner arter için 7.5 mm + kg olarak vücut ağırlığı önerilmiştir. Ardından bandın uzunluğu ekokardiyografi ile 3 m/saniye'nin üzerinde bir hızlanma gradienti oluşuncaya kadar kısılır [94].

ii. Anterior Mini Torakotomi:

Sıklıkla prematür infantlarda ve çok düşük ağırlıklı infantlarda tercih edilen bir yöntemdir. Hasta sırtüstü yatarken sol klavikulanın hemen altına küçük bir insizyon yapılır ve 3. İKA açılır. Kotlar açılır ve plevra laterale doğru itilir. Bazen timusun sol lobunu rezeke etmek gerekebilir. Ardından perikard açılır ve ana pulmoner artere ulaşılır. PAB posterolateral torakotomi tekniğinde tarif edildiği şekilde yapılır. Bu insizyon içerisinde varsa PDA ligasyonu yapmak da mümkündür.

d. Farklı Bant Tipleri

Günümüze kadar pek çok farklı tipte bant materyali kullanılmıştır. Bunlar arasında umblikal teyp, Dakron, PTFE, PDS, silastik, teflon şeritler ve ipek sütürler bulunmaktadır. Bant materyali, hasta için öngörülen cerrahi stratejiye göre seçilmektedir. Kardiyak defektin tüm düzeltilmesi amacıyla ikinci bir cerrahi prosedür gereken hastalarda absorbe olmayan bir bant kullanılarak absorbe olmayan dikişlerle sıkılaştırılmaktadır.

1. Absorbe Edilebilen Bantlar

Kardiyak defektin spontan rezolüsyonu beklenen hastalarda (örneğin multipl veya müsküler VSD'ler), absorbe edilebilir bir bant tercih edilebilir. Bu sayede pulmoner arterlerin ikinci bir operasyonla genişletilmesi gerekliliği ortadan kaldırılabılır. Absorbe edilebilen bant materyalleri arasında polidioksanondan vicryl dikişlere kadar değişen farklı seçenekler bulunmaktadır [95, 96, 97]. Nitekim, bandın beklenilenden erken absorbe olarak konstrüksiyon yapma özelliğini kaybetmesi neticesinde pulmoner hipertansiyon gelişme olasılığı her zaman vardır.

2. Dilate Edilebilen Bantlar

Ligaklip veya 6-0 prolene ile tespit edilen pamuk umblikal teyp veya benzeri diğer bir materyalle yapılan PAB ileride balon anjioplasti ile dilate edilebilir. PAB dilate edilirken eğer uygun ise aynı seansta müsküler VSD de cihaz ile kapatılabilir.

3. Ayarlanabilir Bantlar

Konvansiyonel PAB her zaman yüksek morbidite, mortalite ve re-operasyon oranları ile birlikte [98, 99]. Bu durum ayarlanabilir bant fikrinin gelişmesine yol açmıştır. Ayarlanabilir bantlar, ventrikül ard-yükünde ani yükselmeyi tolere edemeyen hastalarda hemodinamik stabiliteyi sağlamak için pulmoner kan akımının kontrol edilebilmesini amaçlar. Pulmoner bandın optimal sıklığının tam ayarlanamaması neticesinde operasyondan sonraki erken dönemde hemodinamik stabilitenin bozulması şeklinde görülen komplikasyonların

üstesinden gelebilmek amacıyla ayarlanabilir bir PAB cihazı oluşturma prensipleri ilk olarak 1972'de Nahas tarafından bildirilmiştir [100].

i. Perkütan Ayarlanabilir Pulmoner Arter Bantları

Perkütan ayarlanabilir PAB olarak uygulanan ilk tekniğe ana pulmoner arter 2.0 Ethibond sütün ile çift dönülür. Sütünün her iki ucu 0.5 x 0.5 cm çapındaki PTFE pledget'den geçirilir. PTFE pledget, ana pulmoner arterin adventisiyasına tek tek 5-0 polipropilen sütürlerle tespit edilir. Sütünün her iki ucu pledget'in hemen üzerinden ligaklip ile kliplenir. Sütürler perikarddan geçirilir ve sternumun lateral sınırından cilt altı ve ciltten geçirilerek dışarı çıkarılır. Sternum kapatıldıktan sonra ciltten çıkarılan sütün uçları 1-2 cm çapındaki diğer bir PTFE pledget'dan geçirilerek daha büyük bir ligaklip ile kliplenir. Ardından sütün uçları bağlanarak bir loop oluşturulur. Bantta ilave daraltma gerektiğinde eksternal yerleştirilmiş olan PTFE pledget ile büyük ligaklip arasına ilave klipler konularak istenilen oranda daraltma sağlanır [101].

Bu teknikle ilgili olarak erken mortalitenin 1 hastayla % 1.4 olduğu, % 61.7 hastaya nihai tüm düzeltmenin uygulandığı, PAB ile tüm düzeltme arasındaki takip sürecinde % 19 hastanın kaybedildiği bildirilmektedir [101]. Tüm düzeltme esnasında bu bandın uygulandığı hastalarda major pulmoner arter rekonstrüksiyonu gerekmediği ve bant migrasyonu olmadığı bildirilmiştir [101].

Perkütan ayarlanabilir PAB olarak kullanılan diğer bir teknikte ise 8F Feeding tüpü ana pulmoner arter etrafına dolandıktan sonra kendi ucundaki ilk delikten geçirilerek pulmoner arter etrafına yerleştirilen bir halka oluşturulmaktadır. Ardından 14F Coloplast düz uçlu erkek idrar katateri uygun uzunlukta kesilerek bir turnike olarak görev yapacak şekilde feeding tüpünün arkasından geçirilmektedir [102]. Turnikenin distal ucu feeding tüpünün dış bölgesine sütünle edilerek turnike içerisinde feeding tüpünün ileri geri hareket etmesi sağlanır. Bu sayede bant gevşetilebilir veya sıkı-

labilir. Turnike olarak kullanılan kataterin arka ucu göğüs ön duvarında sağ veya sol 2. İKA'tan açılan küçük bir insizyondan dışarı çıkarılır. Doppler ekokardiyografi eşliğinde bant sıklığı ayarlanır ve turnike içerisindeki feeding tüpe titanyum klipler yerleştirilerek yeri sabitlenir. Bu kliplenen uç subkutan doku içerisinde bırakılarak, ileride açılmak üzere cilt kapatılır.

Ortalama 5.5 yaş grubundaki hastalara uygulanmış olan bu teknikte erken dönemde mortalite olmadığı bildirilmiştir [102].

ii. Telemetrik Ayarlanabilen Bant

Ayarlanabilir bir PAB implantı olan FloWatch (*FloWatch-PAB, EndoArt SA, Lausanne, Switzerland*) 27 MHz pasif telemetri sistemi ile dış kontrol ünitesine bağlı olarak çalışan bir cihazdır [103]. Cihazın pulmoner arteri saran bir halkası ve halkanın karşı tarafında küçük bir kutu içerisinde elektronik ekipmanları vardır. Kutunun pulmoner artere bakan tarafındaki silikon membran içerisinde bir piston bulunmaktadır. Bir motor aracılığıyla hareket ettirilen piston silikon membranı pulmoner artere doğru 3 mm'ye kadar iterek pulmoner arteri sıkıştırmaktadır. Çok düşük doğum ağırlıklı yenidoğanlardan büyük hastalara kadar PAB gereken tüm endikasyonlarda (bilateral PAB hariç) uygulanabilen cihaz vücut dışından kablosuz olarak bir kontrol ünitesi tarafından kontrol edilebilmektedir [103, 104].

Bu cihaz ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda oldukça iyi sonuçlar alınmıştır [103, 104]. İlk yapılan çalışmada erken veya geç mortalite ve reoperasyon gerekmediği bildirilmiştir [103]. Bir sonraki çalışmada konvansiyonel ve FloWatch ile yapılan PAB kıyaslanmıştır. Konvansiyonel PAB grubunda erken mortalite %15, geç mortalite %10 iken, FloWatch grubunda erken mortalite olmadığı geç mortalitenin ise %10 olduğu (PAB dışı sebeplerle) bildirilmektedir [104]. Komplet atriyoventriküler septal defektli hastalar üzerinde yapılan diğer bir çalışmada da benzer sonuçlar alınmıştır [63].

Bu cihazın yerleştirildiği hastalardan nihai tüm düzeltme esnasında hiçbirinde cihazın migrasyonu veya rotasyonuna rastlanmamıştır. İlaveten cihaz üzerinde oluşan fibrotik kapsülün ince düz olduğu, cihazın çıkarılması sonrasında pulmoner arterin yeniden genişleyerek darlık oluşmadığı bildirilmiştir [103].

4. Intraluminal Bantlama

Ekstraluminal PAB pulmoner arterin etrafına genişleyemeyen bir bant veya teyp yerleştirilmesi ile gerçekleştirilmektedir. Bu uygulamanın kendine has bazı komplikasyonları vardır. Bu komplikasyonlar arasında bant migrasyonu [105], pulmoner arter dallarında distorsiyon, pulmoner kapak hasarı ve koroner arter sorunları [106] bulunmaktadır. PAB sonrasında somatik büyümenin hızlı olması nedeniyle konvansiyonel PAB çok sıkı hale gelebilir ve bandın açılması gerekebilir. Bu sebeple altta yatan defektin erken cerrahi tedavisi gerekli olmaktadır. Bu komplikasyonları azaltmak için intraluminal PAB tekniği geliştirilmiştir [107]. Intraluminal PAB tekniğinde KPB kullanılması gerekliliği bir dezavantajdır. Nitekim, sınırları kesin bir lümen açıklığı sağlamanın yanısıra bu teknikte migrasyon ihtimali yoktur. Avantajlarından birisi de perkütan balon anjioplasti ile bandın bir miktar dilate edilebilmesidir [107].

Cerrahi Teknik

KPB desteği altında aortik kross klemeleme yapılmadan ana pulmoner arterin anterior duvarı pulmoner kapak komissürleri seviyesinin üzerinden, pulmoner arter bifurkasyonunun altından insize edilir. Gluteraldehit ile fikse edilmiş bir domuz veya at perikardı ana pulmoner arter çapında kesilerek hazırlanır. Sirküler tek kullanımlık bir punch ile yama ortasına santral bir fenestrasyon yapılır. Fenestre edilen yama ana pulmoner arterin posterior duvarının intraluminal yüzeyine 7-0 devamlı prolén sütür ile dikilir. Yamanın anterior kısmı transvers pulmoner arteriotominin kenarları arasında sandwich tekniğiyle birleştirilerek dikilir ve bu sayede pulmoner arterin anterior duvarı da aynı dikişle kapatılmış olur [107].

Bu teknikle ilgili erken ilk verilerde erken dönemde mortalite olmadığı, tüm düzeltmeyi bekleyen hastalardan 2'sinin (%6.25) kaybedildiği, 17 hastaya (%53,1) nihai tüm düzeltme uygulandığı ve tüm düzeltme esnasında pulmoner bant çıkarılırken değerlendirildiğinde hiçbir hastada bant ile ilişkili trombüs, distorsiyon veya pulmoner kapak lifletlerinde bozulma olmadığı belirtilmektedir [107].

e. Pulmoner Arter Bandının Çıkarılması

PAB sonrasında nihai tüm düzeltme operasyonu esnasında pulmoner arterin sıklıkla rekonstrükte edilerek genişletilmesi gerekmektedir. Bu genişletme eğer PAB sonrasında 1-2 aydan daha kısa bir süre geçmişse (bant cerrahi olarak çıkarıldıktan sonra) veya dilate edilebilir bir bant yerleştirilmişse ya da bilateral PAB uygulamasındaki gibi oldukça küçük pulmoner arterlere sahip hastalarda (intraoperatif veya postoperatif) balon anjioplasti ile yapılabilir. PAB ile nihai tüm düzeltme ameliyatı arasında 1-2 aydan daha uzun bir süre varsa ana pulmoner arterin yama ile rekonstrükte edilmesi veya stenotik segmentin çıkarılarak uç-uca anastomozu ile mevcut stenoz giderilebilir.

Cerrahi Teknik

Tüm düzeltme ameliyatı sırasında, KPB desteği altında pulmoner arter diseke edilerek banda ulaşılır. Bant açılarak tamamen çıkarılır ve bandın bulunduğu bölgede pulmoner artere vertikal bir insizyon yapılır. Bazı hastalarda bu bölgedeki darlık çok fazla değilse yapılan vertikal insizyon horizontal olarak primer kapatılabilir. Nitekim, çoğu hastada bu bölgede darlık daha ciddidir ve major rekonstrüksiyon ihtiyacı gösterir. Yapılan vertikal insizyona oval şekilli gluteraldehit ile fikse edilmiş perikard veya PTFE yama 7-0 prolén devamlı sütür ile dikilerek darlık tamamen düzeltilebilir. Çoğu hastada ana pulmoner arter kısa ve darlık olan segment geniş bir alanda olduğu için (PTFE, teflon veya diğer materyallerden şerit yapıldığı için) yama ile rekonstrükte etmek hem

teknik olarak en kolay hem de darlığın tamamen ortadan kaldırılması için en etkili yöntemdir. PAB prosedürünün ipek sütün gibi ince bir materyalle yapıldığı vakalarda ise darlık daha lokalize ve sirküferensiyal olarak tüm pulmoner arter etrafında daha ciddi bir erozyona neden olduğu için bu stenotik bölgenin tamamen çıkarılarak ana pulmoner arterin 6-0 veya 7-0 prolen devamlı sütün ile uç-uca anastomoz edilmesi daha uygun bir seçenek olarak görünmektedir.

f. Pulmoner Arterin Bantlanması İle İlgili Anekdotlar

Yeterli PAB için intraoperatif kriterler merkezler arasında farklılık göstermektedir. Çift ventriküllü hastalarda distal pulmoner arter basıncının sistematik basıncın %30-50'si ve distal sistolik pulmoner arter basıncının 30 mmHg'nin altında olması uygun hemodinamik parametreler olarak kabul edilmektedir [58, 108-110]. Tek ventrikül fiziolojisine sahip hastalarda ise distal pulmoner arter basıncının Fontan basıncına (ortalama 15 mmHg) yakın olabilecek en düşük düzeyde olması tercih edilir [111]. Pulmoner bant sıklığına karar vermede intraoperatif olarak ekokardiyografi ile ölçülen mitral kapak akım hızının % 50-70 arasında azalması da önemli bir kriter olarak kabul edilmektedir [112]. Sol-sağ şantlı hastalarda PAB ile mevcut defektin kapatılması arasında hemodinamik olarak 2 fark bulunmaktadır:

- 1) Defekt kapatıldığında sağ ventrikül basıncı düşerken, PAB yapıldıktan sonra hala yüksek kalır.
- 2) PAB hiçbir zaman Qp/Qs 1:1 olacak kadar sıkı yapılamaz. Bu sebeple PAB sonrasında bazı hastalarda sağ ventrikül disfonksiyonu görülebilmektedir [86].

PAB sonrasında pek çok problem erken ve geç dönemde meydana gelebilir. Cerrahiden hemen sonra, ventriküler disfonksiyon, düşük sistemik oksijen saturasyonu ve idrar miktarında azalma geliştiğinde bandın revize edilerek genişletilmesi gerekebilirken, gevşek bir bant neticesinde de

konjestif kalp yetersizliği devam edebilir ve pulmoner dolaşım yeterince korunmayabilir. Bant sıklığını değerlendirebilmek için postoperatif ekokardiyografi yapılması zorunludur.

PAB sebebiyle RVOT veya pulmoner arter ile ilişkili pek çok komplikasyon meydana gelebilmektedir. Bu komplikasyonlar arasında infundibuler stenoz gelişimi, pulmoner arterin displazisi veya stenozu, ana pulmoner arterin striktür veya erozyonu [113], pulmoner arterleri oklüde edecek şekilde pulmoner arter bant migrasyonu, enfeksiyon ile birlikte veya birlikte olmaksızın psödoanevrizma oluşumu [53, 55, 114], pulmoner kapak displazileri [113] ve nihai onarımda debanding prosedürünün güçlüğü bulunmaktadır. Bu komplikasyonlar bandın fiksasyonu ve pozisyonunun ayarlanmasındaki güçlükler, kullanılan materyalin tipi, bantlama işleminin süresi ve bant sıklığının derecesi ile yakından ilişkilidir [53, 108, 115]. Bant lokalizasyonunda kayma (örn. silastik teyp kullanımı nedeniyle) veya erozyon oluşumu (örn. ipek kullanımı nedeniyle) uygun bant materyallerinin kullanılması ile azaltılabilir fakat tamamen ortadan kaldırılamaz [53, 108, 115]. Bandın migrasyonunu önlemek için bandın adventisyaya sıkıca sabitlenmesi gerekmektedir. Uygun pozisyonda (pulmoner kapağın yaklaşık 15 mm distali) uygun materyalin (PTFE tüp gibi) kullanımının komplikasyon riskini oldukça azalttığı gösterilmiştir [109]. Aşırı sıkı bir bant, pulmoner bifurkasyonun ve pulmoner kapağın distorsiyonuna sebep olabilir [113]. Nitekim, PAB sonrasında nihai tüm düzeltme ameliyatı esnasında RVOT veya pulmoner arterin rekonstrükte edilmesi ihtiyacının mortaliteyi artırmadığı gösterilmiştir [58].

PAB sonrasında sol ventrikül çıkım yolu obstrüksiyonu geliştiği de bildirilmiştir [116]. PAB sonrasında VSD'nin spontan kapanması [117, 118] yanısıra pulmoner arterde yaygın harabiyet ile tromboz gelişimi de [119] bildirilmiştir.

g. Sonuçlar

Bu palyatif prosedürün mortalite ve morbiditesi hala yüksek olmasına rağmen bazı konjenital kalp defektlerinin tedavisinde önemli rol oynamaktadır. 1980'li yıllarda PAB mortalitesi belirgin olarak düşerek % 30 seviyelerinden % 10 seviyelerine kadar düşmüştür [57, 109, 110, 120, 121].

Giderek daha kompleks defektlerin ve daha kötü fiziksel kondüsyondaki hastaların artmasına rağmen, günümüzde PAB ile ilgili olarak erken mortalitenin % 8.1 olduğu bildirilmektedir [53, 57, 58]. Fonksiyonel tek ventriküllü infantlar için ise erken mortalite %15.6 olarak bildirilmektedir [62]. PAB ile nihai tüm düzeltme arasındaki sürede mortalitenin %21 kadar yüksek olduğu da bildirilmiştir [121].

Daha önceki çalışmalarda genç yaş, intrakardiyak oksijenize ve deoksijenize kan karışımının olduğu kompleks bozukluklar, PDA ve aort koarktasyonu varlığı [89] operatif mortalite için risk faktörleri olarak değerlendirilmektedir. Nitekim, *Le Blanc ve ark.* [58] 8 haftanın altındaki çocuklarda veya aort koarktasyonunun eşlik ettiği durumlarda mortalite artışı gözlemlenemediklerini, *Kron ve ark.* [115] ise tek ventrikül fizyolojili hastalarda daha iyi sonuçlar aldıklarını bildirmişlerdir. PAB ile ilgili RVOT veya pulmoner arter komplikasyonlarının insidansı %13,3 olarak bildirilmiştir [108, 109, 122, 123].

Modifiye Trusler formülünün uygulandığı bir çalışmada ise (bant uzunluğu 19 mm + infantın vücut ağırlığının her 1 kg 'ı için 1 mm) düşük vücut ağırlıklı yenidoğan ve küçük infantlarda mortalitenin % 5,3 olduğu PAB sonrası bu hastaların büyük çoğunluğunun yeterli kilo alarak 1-1.5 yılda en az 7-8 kg'a ulaştığı ve başarıyla tüm düzeltme yapılabildiği belirtilmiştir [88].

PAB işlemi sonrasında hastaların %28.9'unda bantın yetersiz olduğu belirtilmiş ve yetersiz bantlama için risk faktörleri olarak hastanın 3 aydan küçük olması, altta yatan hastalığın komp-

leksliği, solunum yolu enfeksiyonunun varlığı ve intraoperatif pulmoner bantlama sonrası sistolik pulmoner arter basıncının yüksek olması gösterilmiştir [109]. Bazı yayınlarda da perinatal yaş, intrakardiyak karışım anomalileri veya solunum yolu enfeksiyonları nedeniyle mevcut olan kardiyovasküler veya solunumsal yetersizliğin PAB yetersiz kalmasına neden olabileceği bildirilmektedir [124, 125]. Pulmoner arter bantının nihai hemodinamik yeterliliği ile intraoperatif PAB sonrası sistolik pulmoner arteriyel basınç arasındaki ilişki doğru orantılı değildir [126]. PAB'da kullanılan teknikler ve bantlamanın yeterliliğinin belirlenmesinde kullanılan kriterler çok değişkenlik gösterdiği için, yetersiz PAB insidansı %4-44 arasında değişmektedir [89, 122, 123]. İntraoperatif kriterler PAB işleminin yeterliliğini garanti edemez. Yetersiz bir bant neticesinde konjestif kalp yetersizliği gelişimi ileride başarılı sonuçların alınmasını önlemektedir. Postoperatif bantlamanın yeterliliğini değerlendirmek için klinik ve ekokardiyografik değerlendirmenin yanısıra invazif çalışma yapılması da gerekli olabilmektedir. Eğer bir hastada bantlamanın yetersiz olduğu tespit edilirse iki seçenek bulunmaktadır. Aşamalı yaklaşım gerektiren sebepler ortadan kalkmış ise kardiyak bozukluğun nihai tüm düzeltmesi yapılabilir veya PAB revize edilebilir. Yeniden bant yapılanların sonuçları ilk seferde yeterli bant yapılan hastaların sonuçlarından farklı değildir. Erken yaşta genel durumu stabil olmayan veya değişken hemodinamiye sahip hastalarda ayarlanabilen bant uygulaması yapılabilir. Ayarlanabilir bantlar konusunda pek çok yaratıcı mekanizmalar tarif edilmiştir. Nitekim, yayınlanmış klinik tecrübeler sınırlıdır [124, 125].

Pek çok çalışmaya göre çift ventriküllü hastalar için PAB ile nihai tüm düzeltme arasındaki ortalama süre 12.4 ile 34.8 ay arasında değişmektedir [58, 92, 108, 120, 127]. Nitekim, hiçbir yayın PAB ile nihai tüm düzeltme arasındaki optimal süreyi tam olarak ortaya koyamamıştır.

Bazı çalışmalarda PAB sonrasında özellikle sağ pulmonerde pulmoner stenoz gelişimi olduğu bildirilmiş-

tir [128, 129]. **Robertson ve ark.** sağ pulmoner stenozu gelişimine sağ pulmoner arterin ana pulmoner arterden daha erken ve daha dik bir açıyla ayrılmasının neden olabileceğini belirtmişlerdir [128]. Bu komplikasyonun gelişiminde diğer bir sebep de sol torakotomi ile yaklaşılan hastalarda, pulmoner arterin sağ tarafı fiksasyon için sütüre edilememiş olabilir.

Sonuçta, aşırı pulmoner kan akımı bulunan konjenital kalp hastalıklı hastaların tedavisinde PAB yeri bulunmaktadır. Prosedürün major komplikasyonu, bantlama esnasında intraoperatif dikkatli değerlendirmeye rağmen takiplerde bandın hemodinamik olarak yetersiz olmasıdır. Yetersiz bir bant bu hastaların nihai sonuçlarını etkileyeceği için bu hastaların cerrahi tedavilerinin iyi değerlendirilmesi ve iyi yönetilmesi gerekmektedir.

C. İNTERATRIYAL KARIŞIMIN SAĞLANMASI

I. Atriyal Septektomi

a. Giriş ve Tarihçe

İlk başarılı atriyal septektominin 1950 yılında Blalock ve Hanlon tarafından BAT'lı bir hastada yapıldığı bildirilmiştir [130]. 1966 yılında Rashkind ve Miller tarafından geliştirilen geliştirilen BAS [131] günümüzde yenidoğan hastalarda cerrahi septektominin yerini almış bulunmaktadır. Günümüzde KPB tekniklerinin gelişmesi ve yenidoğan hastalar için minyatürize KPB devrelerinin üretilmesi ile yenidoğan hastalarda KPB'in olumsuz etkileri büyük oranda azaltılmıştır. Bu sebeple günümüzde KPB kullanılmadan yapılan Blalock-Hanlon atriyal septektomi yerine çok kısa süreli KPB ve kardiyoplejik arrest altında kolayca yapılabilen cerrahi septektomi çok daha güvenlidir [93].

b. Endikasyonlar

BAT tanılı yenidoğan hastalarda intraatriyal karışım yetersiz ise günümüzde ilk tercih BAS'dir. BAS başarısız olursa veya hastanın genel durumu kötü ise hastaya atriyal septektomi yapmak yerine primer arteriyel yerdeğiştirme (switch) ameliyatı uygulamak en doğru tercihtir. Nitekim, sol ventrikül involüsyonuna uğramış geç refere edilen (genellikle 2 ayın üzerinde) BAT tanılı hastalarda eğer BAS başarısız olursa ve hasta tüm düzeltme için uygun değilse palyatif olarak atriyal septektomi yapılabilir.

TA'li hastalarda yenidoğan döneminde yeterli olabilen interatriyal açıklık yenidoğan dönemin-

den sonra restriktif hale gelebilir. Bu hastalarda ilk tercih olan BAS eğer başarılı olmazsa hastaya cerrahi olarak atriyal septektomi yapılabilir. Septektomiye rağmen düşük saturasyonda olan hastalardan 3 ayın altındakilere ilave bir sistemik-pulmoner şant eklemek gereklidir. 3 ayın üzerindeki pulmoner vasküler rezistans ve basınçları düşük hastalara atriyal septektomiyle eş zamanlı olarak bidireksiyonel kavopulmoner anastomoz (Glenn şant) yapılabilir.

Hipoplastik sol kalp sendromlu yenidoğan hastalarda interatriyal açıklık restriktif ise ilk tercih BAS'dir. BAS başarısız olursa veya düşük doğum ağırlığı nedeniyle yapılamazsa, hastaya Norwood 1.aşama palyasyonu yapılmalıdır. Norwood 1.aşama palyasyonu prosedürünün bir parçası olarak hastaya KPB ve kardiyoplejik arrest altında veya total sirkülatuar arrest altında ya da antegrad serebral perfüzyonla birlikte vücut dolaşımı durdurularak cerrahi atriyal septektomi yapılması gereklidir.

Restriktif interatriyal septumlu total pulmoner venöz dönüş anomalili yenidoğanlarda da ilk tercih BAS'dir. BAS başarısız olursa veya düşük doğum ağırlığı nedeniyle yapılamazsa hastaya primer tüm düzeltme yapılması gereklidir. Bu prosedür dahilinde cerrahi atriyal septektominin yeri yoktur.

c. Cerrahi Teknikler

Cerrahi atriyal septektomi için daha önceden pek çok teknik bildirilmiştir. Bu teknikler arasında

Blalock-Hanlon prosedürü [130], inflow oklüzyon altında açık septektomi ve çeşitli enstrümanlarla kapalı septektomi [132, 133] bulunmaktadır.

Günümüzde KPB altında normotermi veya hafif hipotermi kullanılarak çok hızlı ve güvenli bir şekilde atriyal septektomi yapılabilmektedir.

Inflow oklüzyon tekniği, sağ torakotomi veya median sternotomi ile yapılabilir. Aorta, pulmoner arter, VCS ve VCİ diseke edilerek teyp ile dönülür. Hasta 2-3 dk %100 oksijen ile solutulur. VCS ve VCİ sıkılır. Birkaç kalp atımı sonrası kalp boşluklarındaki kan boşalınca aorta ve pulmoner arter klemplenir. Solunum durdurularak sağ atrium açılır. Fossa ovalis pensetle tutularak çekilir ve bistüri ile bir insizyon yapılır. Septumdan geniş bir segment makasla eksize edilir. VCS ve VCİ açılarak sağ atriumun kan ile dolması sağlanır. Atriyal insizyon bir parsiyel oklüzyon klemp ile kapatılarak aort ve pulmoner arter klempleri açılır. Atriyal insizyon kapatılarak prosedür genellikle 2-3 dk içerisinde tamamlanır.

Blalock-Hanlon prosedürünün cerrahi tekniği 1968'de Aberdeen tarafından tarif edildiği üzere sağ lateral torakotomi ile 5. interkostal aralıktan yapılmaktadır [134]. Perikard, frenik sinirin arkasından VKS'dan VKI'a kadar insize edilerek açılır. Üst ve alt pulmoner venler ile sağ pulmoner arter dönülür. Pulmoner venler sıkıldıktan sonra sol atrium altından yerleştirilen lateral klemp alttan sol atrium ve pulmoner venleri, üstten sağ atriumu içine alacak şekilde klemplenir. Pulmoner arter sıkılarak oklüde edildikten sonra septumun sağına ve soluna iki ayrı insizyon yapılır. Arada kalan septum dokusu pensetle tutularak çekilir. Klemp hafifçe gevşetilirken septum dokusu kesilerek aradan çıkarılır. Arada kalan açıklık primer kapatılır. Pulmoner venler, pulmoner arter ve klemp açılır.

d. Sonuçlar

BAS'nin yaygınlaşması ile cerrahi atriyal septektomiye ait yüksek mortalite düşmüştür. Blalock-Hanlon septektomi prosedürünün halen riski

yüksektir ve mortalite oranları %30 ile %60 arasında bildirilmektedir [135, 136]. Ayrıca bu prosedür sonrası interatriyal açıklıkta rekürren stenozlar olduğu da (%17) bildirilmektedir [137]. Bu sebeple çok kısa bir KPB ve kardiyoplejik arrest süresi altında açık atriyal septektomi yapmak günümüzde en güvenilir metod olarak görünmektedir [93].

D. KAYNAKLAR

- 1) Blalock A, Taussig HB. The surgical treatment of malformations of the heart in which there is pulmonary stenosis or pulmonary atresia. *JAMA* 1945;128:189–202.
- 2) Potts WJ, Smith S, Gibson S et al. Anastomosis of aorta to pulmonary artery. Certain types in congenital heart disease. *J Am Med Assoc* 1946; 132: 627–631.
- 3) Waterston DJ. [Treatment of Fallot's tetralogy in children under 1 year of age.]. *Rozhl Chir* 1962; 41: 181–183.
- 4) Redo SF, Ecker RR. Intrapericardial aortico-pulmonary artery shunt. *Circulation* 1963; 28: 520–524.
- 5) Gazzaniga AB, Elliott MP, Sperling DR, et al. Microporous expanded polytetrafluoroethylene arterial prosthesis for construction of aortopulmonary shunts: experimental and clinical results. *Ann Thorac Surg* 1976;21:322–7.
- 6) De Leval MR, McKay R, Jones M, et al. Modified Blalock-Taussig shunt: use of subclavian artery orifice as flow regulator in prosthetic systemic-pulmonary artery shunts. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1981;81:112–9.
- 7) Davidson JS. Anastomosis between the ascending aorta and the main pulmonary artery in the tetralogy of Fallot. *Thorax*. 1955 Dec;10(4):348-50.
- 8) Watterson KG, Wilkinson JL, Karl TR, Mee RB. Very small pulmonary arteries: central end-to-side shunt. *Ann Thorac Surg*. 1991 Nov;52(5):1132-7.
- 9) McMahan CJ, Franklin O, Walsh KP. Stenting of central aortopulmonary shunt in a child with pulmonary atresia, ventricular septal defect, and severely hypoplastic pulmonary arteries. *J Invasive Cardiol*. 2013 Dec;25(12):E216-8.
- 10) Harmandar B, Aydemir NA, Karaci AR, Sasmazel A, Tuncel Z, Coskun FI, Yucel IK, Bulut O, Celebi A. Modified Mee Shunt in Patients with Ventricular Septal Defect and Pulmonary Atresia. *The Journal of Cardiovascular Surgery*, 2014 Feb;55 (Suppl.1): 56-57
- 11) Sano S, Ishino K, Kawada M, Arai S, Kasahara S, Asai T, Masuda Z, Takeuchi M, Ohtsuki S. Right ventricle-pulmonary artery shunt in first-stage palliation of hypoplastic left heart syndrome. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2003 Aug;126(2):504-9; discussion 509-10.
- 12) Cetin G, Ozkara A, Söyler I, Tireli E. A novel technique for creation of a systemic-to-pulmonary arterial shunt. *Cardiol Young*. 2005 Feb;15(1):31-4.
- 13) Gates RN, Laks H, Johnson K. Side-to-side aorto-Gore-Tex central shunt. *Ann Thorac Surg*. 1998 Feb;65(2):515-6.
- 14) Barozzi L, Brizard CP, Galati JC, Konstantinov IE, Bohuta L, d'Udekem Y. Side-to-Side Aorto-GoreTex Central Shunt Warrants Central Shunt Patency and Pulmonary Arteries Growth. *Ann Thorac Surg*. 2011 Oct;92(4):1476-82.
- 15) Jahangiri M, Lincoln C, Shinebourne EA. Does the modified Blalock-Taussig shunt cause growth of the contralateral pulmonary artery? *Ann Thorac Surg* 1999;67:1397–9.
- 16) Wilson JM, Mack JW, Turley K, Ebert PA. Persistent stenosis and deformity of the right pulmonary artery after correction of the Waterston anastomosis. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1981 Aug;82(2):169-75.
- 17) Backer CL, Mavroudis C. (2003) Palliative operations. In: Mavroudis C, Backer CL, eds. *Pediatric Cardiac Surgery*, 3rd ed. Philadelphia, PA: Mosby.
- 18) Cooley DA, Hallman GL. Intrapericardial aortic-right pulmonary arterial anastomosis. *Surg Gynecol Obstet*. 1966 May;122(5):1084-6.
- 19) Curran RD, Mavroudis C, Backer CL. Ascending aortic extension for right pulmonary artery stenosis associated with ventricular-to-pulmonary artery conduit replacement. *J Card Surg*. 1997 Nov-Dec;12(6):372-9

- 20) de Hoyos A, Dodge-Khatami A, Backer CL. (2009) Vascular masses of the mediastinum. In: Shields TW, Locicero J III, Reed CE, et al. eds. *General Thoracic Surgery*, 7th ed., vol. 2. Philadelphia, PA: Lippincott Williams & Wilkins/Wolters Kluwer, p. 2231.
- 21) Kirklin JW, Devloo RA. Hypothermic perfusion and circulatory arrest for surgical correction of tetralogy of Fallot with previously constructed Potts' anastomosis. *Dis Chest*. 1961 Jan;39:87-91.
- 22) Baffes TG, Willis J. Potts: his contributions to cardiovascular surgery. *Ann Thorac Surg*. 1987 Jul;44(1):92-6.
- 23) Kirklin JW, Karp R. *The Tetralogy of Fallot from a Surgical Viewpoint*. Saunders: Philadelphia, PA, 1970.
- 24) Klinner W, Pasini M, Shaudig A. [Anastomosis between systemic and pulmonary arteries with the aid of plastic prostheses in cyanotic heart diseases.]. *Thoraxchirurgie* 1962; 10: 68–75.
- 25) McKay R, de Leval MR, Rees PG et al. Postoperative angiographic assessment of modified Blalock–Taussig shunts using expanded polytetrafluoroethylene (Gore-Tex). *Ann Thorac Surg* 1980; 30(2): 137–145.
- 26) Odum J, Portzky M, Zurakowski D et al. Sternotomy approach for the modified Blalock–Taussig shunt. *Circulation* 1995;92(9 suppl): II256–261.
- 27) Mee RBB. Current status of cardiac surgery in childhood. *Progr Paediatr Surg* 1991; 27: 148–169.
- 28) Vricella LA, Khambadkone S, Tsang VT et al. Interim morbidity and mortality following isolated systemic-to-pulmonary artery shunts in infancy. Presented at the 53rd Annual Meeting of the Scandinavian Association for Thoracic Surgery, Göteborg, Sweden, 2004.
- 29) LeBlanc J, Albus R, Willimas WG et al. Serous fluid leakage: a complication following the modified Blalock–Taussig shunt. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1984; 88(2): 259–262.
- 30) Sethia B, Pollock JC. False aneurysm formation: a complication following the modified Blalock–Taussig shunt. *Ann Thorac Surg* 1986; 41(6): 667–668.
- 31) Mumtaz MA, Rosenthal G, Qureshi A, Prieto L, Preminger T, Lorber R, Latson L, Duncan BW. Melbourne shunt promotes growth of diminutive central pulmonary arteries in patients with pulmonary atresia, ventricular septal defect, and systemic-to-pulmonary collateral arteries. *Ann Thorac Surg*. 2008 Jun;85(6):2079-83
- 32) Duncan BW, Mee RB, Prieto LR, et al. Staged repair of tetralogy of Fallot with pulmonary atresia and major aortopulmonary collateral arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2003;126:694–702.
- 33) d'Udekem Y, Alphonso N, Nørgaard MA, Cochrane AD, Grigg LE, Wilkinson JL, Brizard CP. Pulmonary atresia with ventricular septal defects and major aortopulmonary collateral arteries: unifocalization brings no long-term benefits. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2005 Dec;130(6):1496-502.
- 34) VanOerversen W, Kazatchkine MD, Descamp-Latscha, et al. Deleterious effects of cardiopulmonary bypass: a prospective study of bubble versus membrane oxygenators. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1985;89:888–899.
- 35) Kirklin JK. Prospects for understanding and eliminating the deleterious effects of cardiopulmonary bypass. *Ann Thorac Surg*. 1991 Apr;51(4):529-31.
- 36) Potapov EV, Alexi-Meskishvili VV, Dahnert I, et al. Development of pulmonary arteries after central aortopulmonary shunt in newborns. *Ann Thorac Surg* 2001; 71: 899–906.
- 37) Norwood WI, Lang P, Castaneda AR, Campbell DN. Experience with operation for hypoplastic left heart syndrome. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1981;82:511-9.
- 38) Bartram U, Grunenfelder J, Van Praagh R. Causes of death after the modified Norwood procedure: a study of 122 post-mortem cases. *Ann Thorac Surg*. 1997;64:1795-802.
- 39) Esmaily-Moghadam M, Murtuza B, Hsia TY, Marsden A. Simulations reveal adverse hemodynamics in patients with multiple systemic to pulmonary shunts. *J Biomech Eng*. 2015 Mar;137(3)
- 40) d'Udekem. The devastating consequences of thrombosis of systemic pulmonary shunts and the blind administration of aspirin. *Thromb Res* 2010;126:163.
- 41) Li JS, Yow E, Berezny KY, et al. Clinical outcomes of palliative surgery including a systemic-to-pulmonary artery shunt in infants with cyanotic congenital heart disease: does aspirin make a difference? *Circulation* 2007;116:293–7.
- 42) Gedicke M, Morgan G, Parry A, Martin R, Tulloh R. Risk factors for acute shunt blockage in children after modified Blalock–Taussig shunt operations. *Heart Vessels* 2010;25:405–9.
- 43) Ahmad U, Fatimi SH, Naqvi I, et al. Modified Blalock-Taussig shunt: immediate and short-term follow-up results in neonates. *Heart Lung Circ* 2008;17:54–8.
- 44) Tamisier D, Vouhé PR, Vernant F, Lecá F, Massot C, Neveux JY. Modified Blalock–Taussig shunts: results in infants less than 3 months of age. *Ann Thorac Surg* 1990;49:797–801.
- 45) Metras D, Chetaille P, Kreitmann B, Fraisse A, Ghez O, Riberi A. Pulmonary atresia with ventricular septal defect, extremely hypoplastic pulmonary arteries, major aorto-pulmonary collaterals. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2001 Sep;20(3):590-6; discussion 596-7.

- 46) Schouvey S, Dragulescu A, Ghez O, et al. Rehabilitation of hypoplastic pulmonary arteries in pulmonary atresia with ventricular septal defect. Medium term results. *Arch Mal Coeur Vaiss* 2007;100:422–7.
- 47) Muller WH, Dammann FJ. The treatment of certain congenital malformations of the heart by the creation of pulmonic stenosis to reduce pulmonary hypertension and excessive pulmonary blood flow. A preliminary report. *Surg Gynecol Obstet* 1952;95:213–9.
- 48) Levy RJ, Rosenthal A, Miettinen OS, Nadas AS. Determinants of growth in patients with ventricular septal defects. *Circulation* 1978;57:793–7.
- 49) Newfeld EA, Sher M, Paul MH, Nikaidoh H. Pulmonary vascular disease in complete atrioventricular canal defect. *Am J Cardiol* 1977;39:721–6.
- 50) Kirklin JW. Pulmonary artery banding in babies with large ventricular septal defects. *Circulation* 1971;XL111.
- 51) Griep E, French JW, Shumway NE, Baum D. Is pulmonary artery banding for ventricular septal defects obsolete? *Circulation* 1973;49–50:14–9.
- 52) Oppido G, Pace Napoleone C, Formigari R, Gabbieri D, Pacini D, Frascaroli G, Gargiulo G. Outcome of cardiac surgery in low birth weight and premature infants. *Eur J Cardiothorac Surg* 2004 Jul;26(1):44–53.
- 53) Drinkwater DC, Laks H. Pulmonary artery banding. In: Baue AE, Geha AS, Hamond GL, Laks H, Naunheim KS, editors. *Glenn's thoracic and cardiovascular surgery, Vol 2*. Connecticut: Appleton:Lange, 1991:955–62.
- 54) Kirklin JW, Barratt-Boyes BG. Ventricular septal defect. In: Kirklin JW, Barratt-Boyes BG, editors. *Cardiac surgery*. New York: Churchill:Livingstone, 1993:749–824.
- 55) Kirklin JK, Blackstone EH, Kirklin JW, Pacifico AD, Barger LM Jr. The Fontan operation: ventricular hypertrophy, age, and date of operation as risk factors. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:1049–64.
- 56) Puga FJ. Appropriate palliative intervention for infants with double inlet ventricle and tricuspid atresia with discordant ventriculo-arterial connection: role of pulmonary artery banding. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:1465–6.
- 57) Horowitz MD, Culpepper WS, Williams LC, Sundgaard-Riise K, Ochsner JL. Pulmonary artery banding: analysis of a 25-years experience. *Ann Thorac Surg* 1989;48:444–50.
- 58) LeBlanc JG, Ashmore PG, Pineda E, Sandor GG, Patterson MW, Tipple M. Pulmonary artery banding: results and current indications in pediatric cardiac surgery. *Ann Thorac Surg* 1987 Dec;44(6):628–32.
- 59) Arciniegas E, Farooki ZQ, Hakimi M, Perry BL, Green EW. Surgical closure of ventricular septal defect during the first twelve months of life. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1980;80:921–8.
- 60) Pearl JM, Laks H, Drinkwater DC Jr et al. Repair of truncus arteriosus in infancy. *Ann Thorac Surg* 1991;52:780–6.
- 61) Kobayashi T, Miyamoto T, Kobayashi T, Ikeda K, Koizuka K, Okamoto H, Miyaji K. Staged repair of truncus arteriosus with interrupted aortic arch: adjustable pulmonary artery banding. *Ann Thorac Surg* 2010 Mar;89(3):973–5.
- 62) Sasikumar N, Ramanan S, Rema KM, Subramanyan R, Kumar RS, Cherian KM. Pulmonary artery banding for univentricular heart beyond the neonatal period. *Asian Cardiovasc Thorac Ann* 2014 Jul;22(6):660–6.
- 63) Dhannapuneni RR, Gladman G, Kerr S, Venugopal P, Alphonso N, Corno AF. Complete atrioventricular septal defect: outcome of pulmonary artery banding improved by adjustable device. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011 Jan;141(1):179–82.
- 64) DuShane JW, Krongrad E, Ritter DG and McGood DC. The fate of raised pulmonary vascular resistance after surgery in ventricular septal defect. In: Rowe RD, Kidd BSL (eds) *The Child with Congenital Heart Disease after Surgery*. Mt. Kisco, NY: Futura Publishing, 1976, pp. 299–312.
- 65) Piccoli G, Pacifico AD, Kirklin JW, Blackstone EH, Kirklin JK, Barger LM Jr. Changing results and concepts in the surgical treatment of double outlet right ventricle: analysis of 137 operations in 126 patients. *Am J Cardiol* 1983;52:549–54.
- 66) Sell JE, Jonas RA, Mayer JE, Blackstone EH, Kirklin JW, Castaneda AR. The results of a surgical program for interrupted aortic arch. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988;96:864–77.
- 67) Vouhé PR, Mace L, Vernant F et al. Primary definitive repair of interrupted aortic arch with ventricular septal defect. *Eur J Cardio-thorac Surg* 1990;4:365–70.
- 68) Bailey SC, Watson DC. Atrioventricular septal defect repair in infants. *Ann Thorac Surg* 1991;52:33–7.
- 69) Williams WH, Guyton RA, Michalik RE et al. Individualized surgical management of complete atrioventricular canal. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983;86:838–44.
- 70) Planche C, Bruniaux J, Lacour-Gayet F et al. Switch operation for transposition of the great arteries in neonates: a study of 120 patients. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1988;96:354–63.
- 71) Quaegebeur JM. The optimal repair for the Taussig-Bing heart. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983;85:276–7.
- 72) Clarkson PM, Neutze JM, Wardill JC and Barratt-Boyes BG. The pulmonary vascular bed in patients with complete transposition of the great arteries. *Circulation* 1976; 53: 539–543.

- 73) Wernovsky G. Transposition of the Great Arteries. In: Allen HD, Driscoll DJ, Shaddy RE, Feltes TF (eds) *Moss and Adams' Heart Disease in Infants, Children, and Adolescents: Including the Fetus and Young Adults*, 7th ed. Lippincott: & Wilkins, 2008, p. 1052.
- 74) Puga FJ. Appropriate palliative intervention for infants with double inlet ventricle and tricuspid atresia with discordant ventriculo-arterial connection: role of pulmonary artery banding. *J Am Coll Cardiol* 1990;16:1465–6.
- 75) Kouchoukos N, Blackstone E, Doty D, Hanley F and Karp R. Tricuspid atresia and management of single ventricle physiology. In: Kouchoukos N, Blackstone E, Doty D, Hanley F, Karp R (eds) *Cardiac surgery*, 3rd ed. Philadelphia: Churchill Livingstone, 2003, p. 1130.
- 76) Ramakrishnan K, Alfares FA, Hammond-Jack K, Endicott K, Nettleton M, Zurakowski D, Jonas RA, Nath DS. Optimal Timing of Pulmonary Banding for Newborns with Single Ventricle Physiology and Unrestricted Pulmonary Blood Flow. *Pediatr Cardiol*. 2016 Mar;37(3):606–9.
- 77) Jonas RA, Giglia TM, Sanders SP et al. Rapid, two-stage arterial switch for transposition of the great arteries and intact ventricular septum beyond the neonatal period. *Circulation* 1989; 80: 1203–1208.
- 78) Mee RH. Severe right ventricular failure after Mustard or Senning operation; two-stage repair: pulmonary artery banding and switch. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1986;92:385–90.
- 79) Winlaw DS, McGuirk SP, Balmer C, Langley SM, Griselli M, Stumper O, De Giovanni JV, Wright JG, Thorne S, Barron DJ, Brawn WJ. Intention-to treat analysis of pulmonary artery banding in conditions with a morphological right ventricle in the systemic circulation with a view to anatomic biventricular repair. *Circulation* 2005;111:405—11.
- 80) Quinn DW, McGuirk SP, Metha C, Nightingale P, de Giovanni JV, Dhillion R, Miller P, Stumper O, Wright JG, Barron DJ, Brawn WJ. The morphologic left ventricle that requires training by means of pulmonary artery banding before the double-switch procedure for congenitally corrected transposition of the great arteries is at risk of late dysfunction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2008;135:1137—44.
- 81) Alghamdi AA, McCrindle BW, Van Arsdell GS. Physiologic versus anatomic repair of congenitally corrected transposition of the great arteries: metaanalysis of individual patient data. *Ann Thorac Surg* 2006;81:1529—35.
- 82) Gibbs JL, Wren C, Watterson KG et al. Stenting of the arterial duct combined with banding of the pulmonary arteries and atrial septectomy or septostomy: a new approach to palliation for the hypoplastic left heart syndrome. *Br Heart J* 1993; 69:551–555.
- 83) Pizarro C, Norwood WI. Pulmonary artery banding before Norwood procedure. *Ann Thorac Surg* 2003; 75: 1008–1010.
- 84) Schranz D, Veldman A, Bartram U, Michel-Behnke I, Bauer J, Akintürk H. Pulmonary artery banding for idiopathic dilative cardiomyopathy: a novel therapeutic strategy using an old surgical procedure. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2007;134:796–7.
- 85) Lin MT, Chen YS, Huang SC, Chiua HH, Chiua SN, Chena CA et al. Alternative approach for selected severe pulmonary hypertension of congenital heart defect without initial correction—palliative surgical treatment. *Int J Cardiol* 2011;151:313–7.
- 86) Sharma R. Pulmonary artery banding: Rationale and possible indications in the current era. *Ann Pediatr Cardiol*. 2012 Jan;5(1):40–3.
- 87) Trusler GA, Mustard WT. A method of banding the pulmonary artery for large isolated ventricular septal defect with and without transposition of the great arteries. *Ann Thorac Surg*. 1972 Apr;13(4):351–5.
- 88) Nagashima M, Okamura T, Shikata F, Chisaka T, Takata H, Ohta M, Yamamoto E, Higaki T. Pulmonary artery banding for neonates and early infants with low body weight. *Tohoku J Exp Med*. 2011;225(4):255–62.
- 89) Albus RA, Trusler GA, Izukawa T, Williams WG. Pulmonary artery banding. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 1984 Nov;88(5 Pt 1):645–53.
- 90) Valente AS, Mesquita F, Mejia AC, Maia IC, Maior MS, Branco CK et al. Pulmonary artery banding: a simple procedure? A critical analysis at a tertiary center. *Rev Bras Cir Cardiovasc* 2009;24:327–33.
- 91) Barnea O, Santamore WP, Rossi A et al. Estimation of oxygen delivery in newborns with a univentricular circulation. *Circulation* 1998; 98: 1407–1413.
- 92) Baslaim G. Modification of Trusler's formula for the pulmonary artery banding. *Heart Lung Circ*. 2009 Oct;18(5):353–7.
- 93) Mavroudis C, Backer CL. Palyatif Operasyonlar. In: Mavroudis C, Backer CL *Pediyatrik Kalp Cerrahisi*, 4.Baskı, Türkçe Çeviri. Çeviri Editörleri: Üstünsoy H, Gökaslan G. Ankara:Atlas Kitapçılık, 2015, p. 166.
- 94) Kitahori K, Murakami A, Takaoka T, Takamoto S, Ono M. Precise evaluation of bilateral pulmonary artery banding for initial palliation in high-risk hypoplastic left heart syndrome. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2010;140:1084–91.
- 95) Peek GJ, Arsiwala SS, Chan C, Hickey MS. Absorbable pulmonary artery band. *Ann Thorac Surg* 1997;64:539–41.

- 96) Bonnet D, Sidi D, Vouhé PR. Absorbable pulmonary artery banding in tricuspid atresia. *Ann Thorac Surg* 2001;71:360–1.
- 97) Oka N, Brizard CP, Liava'a M, d'Udekem Y. Absorbable pulmonary arterial banding: an optimal strategy for muscular or residual ventricular septal defects. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2011;141:1081–2.
- 98) Patel RG, Ihenacho HN, Abrams LD, et al. Pulmonary artery banding and subsequent repair in ventricular septal defect. *Br Heart J*. 1973;35:651–656.
- 99) Tsang VT, Stark J. Pulmonary artery banding. In: *Surgery for Congenital Heart Defects*. 3rd ed. John Wiley & Sons Ltd.; 2006 :265–266 [chapter 17].
- 100) Nahas R, Mundth ED, Ross B, Austen WG. Adjustable instruments for pulmonary artery banding. Description of instruments and technique of application. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1972;63:732–4.
- 101) Talwar S, Kamat NA, Choudhary SK, Ramakrishnan S, Saxena A, Juneja R, Kothari SS, Airan B. Midterm outcomes of patients undergoing adjustable pulmonary artery banding. *Indian Heart J*. 2016 Jan-Feb;68(1):72–6. doi: 10.1016/j.ihj.2015.06.036. Epub 2016 Jan 14.
- 102) Dibardino DJ, Kleeman K, Bove EL. A method of transcutaneously adjustable pulmonary artery banding for staged left ventricular retraining. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2012 Sep;144(3):553–6.
- 103) Sekarski N, Fridez P, Corno AF, Von Segesser LK, Meijboom EJ. Doppler guided regulation of a telemetrically operated adjustable pulmonary banding system. *J Am Coll Cardiol*. 2004;44:1087–94.
- 104) Corno AF, Ladusans EJ, Pozzi M, Kerr S. FloWatch versus conventional pulmonary artery banding. *J Thorac Cardiovasc Surg*. 2007 Dec;134(6):1413–9
- 105) Davis Z, McGoon DC, Danielson GK, Wallace RB. Removal of pulmonary artery band. *Isr J Med Sci* 1975;11:110–5.
- 106) Danilowicz D, Presti S, Colvin S. The disappearing pulmonary artery band. *Pediatr Cardiol* 1990;11:47–9.
- 107) Sandrio S, Purbojo A, Arndt F, Toka O, Glöckler M, Dittrich S, Cesnjevar R, Ruffer A. Feasibility and related outcome of intraluminal pulmonary artery banding. *Eur J Cardiothorac Surg*. 2015 Sep;48(3):470–80. doi: 10.1093/ejcts/ezu464. Epub 2014 Dec 16.
- 108) Van Nooten G, Deuvaert FE, De Paepe J, Primo G. Pulmonary artery banding. Experience with 69 patients. *J Cardiovasc Surg (Torino)*. 1989 May-Jun;30(3):334–7.
- 109) Pinho P, Von Oppell UO, Brink J, Hewitson J. Pulmonary artery banding: adequacy and long-term outcome. *Eur J Cardiothorac Surg*. 1997 Jan;11(1):105–11.
- 110) Takayama H, Sekiguchi A, Chikada M, Noma M, Ishizawa A, Takamoto S. Mortality of pulmonary artery banding in the current era: recent mortality of PA banding. *Ann Thorac Surg*. 2002 Oct;74(4):1219–23
- 111) Laks H, Odum JN, Sadeghi AM, Allada V. The incisional pulmonary artery band. *Ann Thorac Surg* 1999;67:1813–4.
- 112) Miyamura H, Watanabe H, Sugawara M, Tatebe S, Hayashi J, Eguchi S, Sato I. Adjustment of pulmonary artery banding by mitral valve flow velocity. *Cardiovasc Surg*. 1994 Jun;2(3):384–6.
- 113) Hunt CE, Formanek G, Levine MA et al. Banding of the pulmonary artery. Results in 111 children. *Circulation* 1971; 43: 395–406.
- 114) Lin MT, Chen YS, Huang SC, Chiu HH, Chiu SN, Chena CA et al. Alternative approach for selected severe pulmonary hypertension of congenital heart defect without initial correction—palliative surgical treatment. *Int J Cardiol* 2011;151:313–7.
- 115) Kron IL, Nolan SP, Flanagan TL, Gutgesell HP, Muller WH Jr. Pulmonary artery banding revisited. *Ann Surg* 1989;209:642–47.
- 116) Freed MD, Rosenthal A, Plauth WH Jr et al. Development of subaortic stenosis after pulmonary artery banding. *Circulation* 1973; 48: III7–10.
- 117) Edgett JW Jr, Nelson WP, Hall RJ et al. Spontaneous closure of a ventricular septal defect after banding of the pulmonary artery. *Am J Cardiol* 1968; 22: 729–732.
- 118) Stark J, Tynan M, Aberdeen E. Spontaneous closure of ventricular septal defect following pulmonary artery constriction (banding). *Am Heart J* 1970; 79: 548–551.
- 119) Osborn JR, Hall RJ, Winn DF Jr et al. An unusual late complication of pulmonary artery banding. *Circulation* 1966; 34: 61–64.
- 120) Yoshimura N, Yamaguchi M, Oka S, Yoshida M, Murakami H. Pulmonary artery banding still has an important role in the treatment of congenital heart disease. *Ann Thorac Surg*. 2005 Apr;79(4):1463
- 121) Brooks A, Geldenhuys A, Zuhlke L, Human P, Zilla P. Pulmonary artery banding: still a valuable option in developing countries? *Eur J Cardiothorac Surg*. 2012 Feb;41(2):272–6.
- 122) Mahle S, Nicoloff DM, Knight L, Moller JH. Pulmonary artery banding: long-term results in 63 patients. *Ann Thorac Surg* 1979;27:217–24.
- 123) McNicholas K, de Leval M, Stark J, Taylor JFN, Macartney FJ. Surgical treatment of ventricular septal defect in infancy: primary repair versus banding of pulmonary artery and later repair. *Br Heart J* 1979;41:133–38.
- 124) Dajee H, Benson L, Laks H. An improved method of pulmonary artery banding. *Ann Thorac Surg* 1984;37:254–57.

- 125) Muraoka R, Yokota M, Aoshima M et al. Extrathoracically adjustable pulmonary artery banding. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1983;86:582–86.
- 126) Utley JR. Haemodynamic observations during and after pulmonary artery banding. *Ann Thorac Surg* 1973;15:493–509.
- 127) Ohashi N, Matsushima M, Maeda M, Yamaki S. Two-stage procedure for pulmonary vascular obstructive disease in Down syndrome with congenital heart disease. *Circ J*. 2006 Nov;70(11):1446–50.
- 128) Robertson MA, Penkoske PA, Duncan NF. Right pulmonary artery obstruction after pulmonary artery banding. *Ann Thorac Surg*. 1991 Jan;51(1):73–5.
- 129) Hiraishi S, Misawa H, Agata Y, Hirota H, Horiguchi Y, Fujino N, Takeda N, Nakae S, Kawada M. Obstruction of the proximal pulmonary artery branches after banding of the pulmonary trunk. *Am J Cardiol*. 1995 Oct 15;76(11):842–6.
- 130) Blalock A, Hanlon CR. The surgical treatment of complete transposition of the aorta and the pulmonary artery. *Surg Gynecol Obstet* 1950; 90: 1–15
- 131) Rashkind WJ, Miller WW. Creation of an atrial septal defect without thoracotomy. A palliative approach to complete transposition of the great arteries. *J Am Med Assoc* 1966;196: 991–992.
- 132) Rastan H, Koncz J. A new method of closed atrioseptectomy for palliative treatment of complete transposition of the great vessels. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1971; 61: 705–709.
- 133) Kratz C, Davignon A, Chartrand C et al. Simple d-transposition of the great arteries. Results of early balloon septotomy followed by two-stage surgical correction. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1977; 73: 707–711.
- 134) Aberdeen, E. (1968). Blalock–Hanlon operation and Rashkind procedure. In *Operative Surgery—Cardiothoracic Surgery*, 2nd edn, Rob C, Smith R (eds). Butterworth: London, 1968, 193.
- 135) Ochsner JL, Cooley DA, Harris LC et al. Treatment of complete transposition of the great vessels with the Blalock–Hanlon operation. *Circulation* (1961) 24: 51–54.
- 136) Deverall PB, Tynan MJ, Carr I et al. Palliative surgery in children with transposition of the great arteries. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1969; 58: 721–729.
- 137) Perry SB, Lang P, Keane JF et al. Creation and maintenance of an adequate interatrial communication in left atrioventricular valve atresia or stenosis. *Am J Cardiol* 1986; 58: 622–626.

E. DİZİN

A

Absorbe Edilebilen Bantlar 27
Atriyal Septektomi 32
Ayarlanabilir Bantlar 28
Azigos ven 7

B

balon atriyal septostomi 25
bidireksiyonel kavopulmoner anastomoz 19, 21, 33
Blalock-Hanlon prosedürü 33
Blalock-Taussig Şantı 8

C

coil embolizasyon 23

D

Damus-Kaye-Stansel 5
Davidson Şantı 11
Denton Cooley 6
Dilate Edilebilen Bantlar 28

F

Fallot tetralojisi 5, 18, 22

G

Glenn şant 25, 33

H

Horner sendromu 8

I

Inflow oklüzyon tekniği 33
İntraluminal Bantlama 29

L

Lateral Torakotomi ile Modifiye Blalock-Taussig Şantının Oluşturulma Tekniği 9

M

mBT şantı 9, 11, 13, 22

Median Sternotomi ile Modifiye Blalock-Taussig Şantının Oluşturulma Tekniği 10
Mee Şantı (Melbourne) 13
modifiye Laks şantı 5
Modifiye Laks Tekniği 18
Modifiye Mee Şantı 15

N

Nakata indeksi 22
Norwood 1.aşama 33, 41, 42

P

Perkütan Ayarlanabilir Pulmoner Arter Bantları 28
Potts Şantı 6
Prostetik Greft ile Santral Şant 11
Pulmoner Arter Bandının Çıkarılması 29
Pulmoner Arterin Bantlanması 23, 30

S

sağ ventrikül çıkım yolu rekonstrüksiyonu 3
Sano şantı 4, 6, 21, 42
şant trombozu 8, 19, 22
substraction 26

T

Telemetrik Ayarlanabilen Bant 28
Tireli şantı 4, 19
Trusler formülü 26

W

Waterston Şantı 6

MUĞLA SITKI KOÇMAN ÜNİVERSİTESİ YAYINLARI

