

DERLEME / REVIEW

TRANSKATETER AORTİK KAPAK İMPLANTASYONU ve ANESTEZİ**TRANSCATHETER AORTIC VALVE IMPLANTATION AND ANAESTHESIA****Tülin GÜMÜŞ, Elvin KESİMCİ****Atatürk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği**

Atatürk Training and Research Hospital, Department of Anesthesiology and Reanimation, Ankara, Turkey

ÖZET

Son yıllarda Transkateter Aortik Kapak İmplantasyonu (TAVİ) ciddi aort stenozu olan, cerrahi riski çok yüksek veya ameliyat edilemez yaşlı popülasyon için uygulanan yeni bir yöntemdir. Anesteziyologlar, bu yeni girişimlerde oldukça önemli roller almaktadır. Bu nedenle bu derlemede; TAVİ işlemi detaylı bir şekilde incelenirken, hasta güvenliği için anesteziyologların preoperatif, intraoperatif ve postoperatif dönemde dikkat etmesi gereken konular vurgulanacaktır.

ANAHTAR KELİMELELER: Transkateter Aortik Kapak İmplantasyonu, Anestezi Uygulaması

SUMMARY

Recently, Transcatheter Aortic Valve Implantation (TAVI) has been a new technique for elder population with severe symptomatic aortic stenosis; who carry a high risk for surgery or are ineligible for conventional surgical aortic valve replacement. The anesthesiologist plays a fundamental role in this new environment. Therefore, in this review; while TAVI procedure is examined in detail, the challenges from the aspect of anesthesiologists; pre, intra and postoperatively will be emphasized.

KEY WORDS: Transcatheter Aortic Valve Implantation; Anesthesia Management

GİRİŞ

Aort darlığı (AD), sol ventrikül çıkış yolunun ilerleyici obstrüksiyonu ile oluşan; sol ventrikül hipertrofisi, klasik kalp yetersizliği semptomları, senkop ve angina pectoris ile sonuçlanan bir hastalıktır. Valvüler aort darlığının en sık nedeni yaşa bağlı kalsifik dejenerasyon olup 65 yaş üstü %2, 85 yaş üstü hastalarda ise %4 oranında gözlenir (1). Aort darlığı uzun latent bir döneme sahiptir, semptomlar ortaya çıktıktan sonra hızlı ilerleme gösterir. Tedavi edilmediği takdirde mortalitesi yüksektir (2 yıl içinde yaklaşık %50).

Ciddi aort darlığı olan hastalarda semptomlar başladıktan sonra cerrahi tedavi yerine medikal tedavi yaklaşımı, yaşam süresinde belirgin azalma ile ilişkilidir. Perkütan aortik balon valvüloplasti, erişkinlerde aortik kapak replasmanı (AVR) ile karşılaştırıldığında etkili değildir. Bu nedenle sadece semptomların palyasyonu veya AVR'ye köprü oluşturmak için kullanılır. Ancak stenoz bulguları valvüloplastiyi takiben 6 ay içinde geri döner. AVR ciddi aort darlığında temel tedavidir. AVR

üç yıllık yaşam beklentisini 4 kat artırır; ancak inme, renal yetmezlik ve ölüm gibi riskleri taşır. Ayrıca hastanın komorbiditelerine bağlı olarak AVR'de peroperatif mortalite %4-18 arasında değişir (2-3).

İleri yaş ile birlikte gelen kardiovasküler komorbiditeler ve mortalite oranları açık cerrahi girişim seçeneğini zora sokmaktadır. Kapak cerrahisinde 75 yaş üstü her yaş; lojistik Eurokor riskini %1 daha artırmakta ve AD hastalarının 1/3'ünün cerrahi girişimi, yüksek mortalite ve morbidite riski nedeniyle ertelenmektedir. Sonuç olarak; semptomatik aort stenozunun prognozu kötü olmasına rağmen yüksek riskli hastalarda açık kalp cerrahisinden kaçınılmaktadır (1-3). Bu hasta popülasyonunda aortik valvular stenoz için daha az invaziv girişim avantaj olabilir. Bu amaçla 1992 yılında Andersen ve ark. hayvan modellerinde stent bazlı domuz bioprotezleri denemiştir ve ilk kez 2002 yılında Cribier ve ark. tarafından Transkateter Aortik Kapak implantasyonu (TAVİ) uygulanmıştır (4-5).

Çıkar çatışması/Conflict of Interest: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemişlerdir./ Authors do not report any conflict of interest.

Geliş tarihi/Received: 28/12/2012

Kabul tarihi/Accepted: 02/02/2013

Yazışma Adresi (Correspondence):

Dr. Tülin GÜMÜŞ, 2654 Sok. Yarenler Sitesi No:50 Çayyolu/ Ankara

E-posta (E-mail): gumustulin@yahoo.com

Günümüzde giderek daha fazla sayıda yapılmaya başlanan TAVİ sırasında peroperatif morbidite ve mortalite nedeniyle anesteziyologlar her dönemde aktif rol almaktadır. Bu derlemede TAVİ işlemi yanında anesteziyologların dikkat etmesi gereken konular irdelenecektir.

TAVİ ENDİKASYONLARI ve KONTRENDİKASYONLARI

TAVİ endikasyonları ve kontrendikasyonları aşağıdaki tabloda verilmiştir (Tablo I-II).

Tablo I. TAVİ Endikasyonları

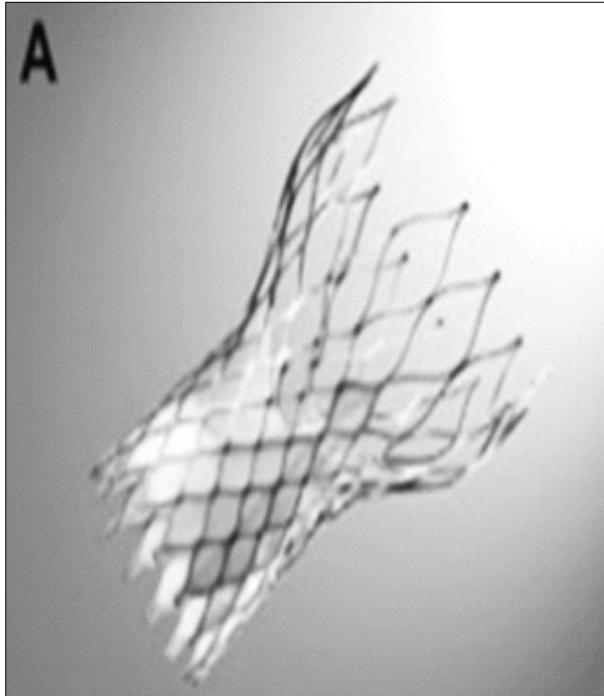
1) Semptomatik Kalsifik Aort Darlığı
Ort.gradient > 40 mmHg
Aort velositesi > 4.0 m/s
AVA < 0.8 cm ²
(EKO ile en son ölçüm girişimden 45 gün önce olmalı)
2) Yüksek Cerrahi Risk Skoru
Log ES> %20
STS> %10
3) Cerrahi Girişimin Kontrendike olması
4) 80 Yaş Üstü (son yıllarda)
5) Ek olarak (ve/veya)
Porselen Aorta
Toraksik Radyasyon Öyküsü
Ciddi Toraksik Deformite

Tablo II. TAVİ Kontrendikasyonları

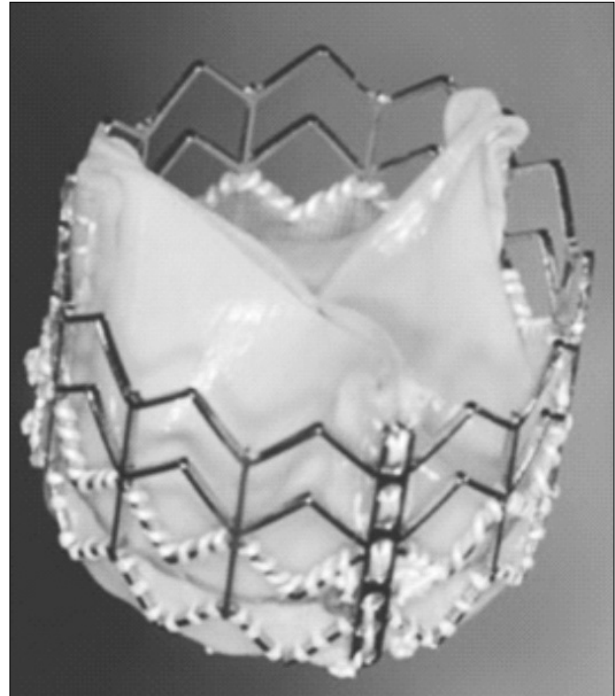
- Akut myokard infarktüsü (< 30 gün)
- Biküspid, uniküspid kapak
- Kalsifik kapak olmaması
- Miks aortik kapak hastalığı (AD+ AY>3°)
- Hemodinamik ve respiratuvar instabilite
(son 30 gün içinde inotropik destek, mekanik ventilasyon, mekanik kalp desteği ihtiyacının olması)
- Herhangi bir nedenle acil cerrahi girişim
- Obstrüksiyonlu veya obstrüksiyonsuz hipertrofik kardiyomiyopati
- Ciddi sol ventrikül disfonksiyonu (EF<%20)
- Ciddi PHT ve sağ ventrikül disfonksiyonu
- İntrakardiyak kitle, trombüs (EKO'da)
- Aortik Anulus< 18 mm veya > 25 mm (EKO ölçümü)
- Renal yetmezlik (Cr>3.0 mg dl⁻¹, kronik diyaliz)
- Antikoagülan tedaviyi hastanın tolere edememesi
- Ciddi demans
- Girişimden 6 ay önce SVO ve TİA geçirilmesi
- Ciddi mitral regürjitasyon
- Nonkardiyak nedenlerle beklenen yaşam süresi< 12 ay
- Ciddi aort hastalığı (Abdominal aort ve toraksik aort anevrizması, ciddi angülasyon, aortik ark ateromu (kalınlık>5mm, ülser)

PROTEZ ve İMPLANTASYON TEKNİKLERİ

TAVİ'de 2007 yılında CE (European Conformity)'den onay alan ve en geniş klinik serisi bulunan 2 protez kullanılmaktadır:



A: Medtronic Corevalve



B: Edwards Sapien XT

1) **Balon ile genişletilebilir Edwards SAPIEN kapak** (Edwards SAPIEN Edwards Lifesciences, Irvine, California, USA)

2) **Kendiliğinden genişleyebilen CoreValve Revalving sistem** (CoreValve Revalving Technology Medtronic INC., Minneapolis, Minnesota, USA)

Edwards SAPIEN XT ve Medtronic CoreValve Revalving Sistemin Karşılaştırılması Şekil 1 ve Tablo III'de gösterilmiştir (6).

Tablo III. Edwards SAPIEN XT ve Medtronic CoreValve Revalving Sistemin Karşılaştırılması

	EDWARDS SAPIEN XT	MEDTRONIC COREVALVE
Çatı	Kobalt Krom	Nitinol
Kapakçıklar	Sığır Perikardı	Domuz perikardı
Ekspansiyon	Balon-expandable	Self-expanding
Balon valvüloplasti gereği	Evet	Evet
Protez Çapı	23-26-29 mm	26-29 mm
Uzunluk	15-19 mm	53-55 mm
Anulus Çapı	18-28 mm	20-27 mm
Minimum arteriyel çap	6mm	6mm
Delivery sistem çapı	18 ve 19 F	18F
Girişim yolu	TF ve TA	TF ve TAX
Pacemaker	%4-8	% 15-40

TF:Transfemoral, TA:Transapikal, TAX: Transaksiller

Aort ve iliak arterlerin büyüklüğü, patolojisi, periferik damarların ciddi angulasyon yapıp yapmaması, sol ventrikül apeksindeki patolojiler TAVİ'de girişim yolu na karar vermeyi etkileyen faktörlerdir.

Antegrad Femoral Ven Yaklaşım: Uzun süre kullanılmamıştır. İlk kez Cribier ve ark. uygulamışlardır. Femoral venöz kanülasyon ile transatrial septal ponksiyon yapmışlar, mitral kapak ve sol ventrikül çıkımı yoluyla protezi antegrad yerleştirmişlerdir (5).

Retrograd Transfemoral Yaklaşım (TF-TAVİ): Protezin aort kapağının femoral arter kanülasyonu yoluyla aortadan retrograd yerleştirilmesi olup en popüler yaklaşımdır. "Preclosure" cihaz (Prostar, Abbott Park) ile perkütan olarak uygulanabilse de cerrahi yaklaşım gerekebilir. Daha az invaziv olması, sol ventrikül fonksiyonlarında azalma riskinin olmaması, mitral kapak ve kordal yapıları daha az riske etmesi ve hasta konforu açısından daha iyi olması nedeniyle avantajlı olabilir.

TF-TAVİ, ciddi aortik veya iliofemoral hastalığı olan hastalarda mümkün değildir. Bu durumlarda alternatif olarak retroperitoneal iliak arter ve asendan aortanın cerrahi açılması gerekebilir.

Antegrad Transapikal Yaklaşım (TA-TAVİ): Küçük sol torakotomi ve sol ventriküler apeks ponksiyonu ile protezin antegrad yerleştirilmesidir. Periferik vasküler

ve aortik komplikasyonların olmaması, kapağın açılmasının ve pozisyonunun direkt kontrolü transapikal yaklaşımın avantajlarıdır. Akciğerin hasarlanma riski, pnömotoraks veya plevral kanama, kardiyak tamponad dezavantajları arasındadır. Oklüzyon veya diseksiyon riski nedeniyle sol internal mamariyan arterde grefti olan hastalarda sol transaksiller veya transsubklavyen girişim relatif kontrendikasyon teşkil eder (7-10).

PREOPERATİF DEĞERLENDİRME VE KULLANILAN RİSK MODELLERİ

Prediktif risk modelleri düşük risk grubu hastalarda hassas olmalarına karşın ciddi torasik aort kalsifikasyonu, geçirilmiş koroner bypass, göğüs radyoterapisi, karaciğer sirozu gibi önemli risk faktörü olan hastalarda yetersiz kalabilir. TAVİ risklerini ve sonuçlarını gösteren TAVİ'ye özgü bir algoritma olmalıdır. Yeni modellerde kalp ve kalp dışı faktörleri değerlendirirken işlevsel ve fonksiyonel kapasitenin de değerlendirilip eklenmesi zorunlu olmalıdır. Objektif risk modelleri ile birlikte kardiyolog, kardiyovasküler cerrah ve anestezi doktorunun birlikte multidisipliner bir yaklaşımla subjektif değerlendirmesi risk belirlemede daha uygun olacaktır (11,12). En popüler risk belirleme modelleri Lojistik EuroSCORE "The European System For Cardiac Operative Risk Evaluation" ve STS PROM: "Society of Thoracic Surgeons Predicted Risk of Mortality" (13) olup son yıllarda basit bir risk değerlendirme yöntemi olarak "ACEF Score" önerilmektedir. ACEF Skorumla hasta yaşı, serum kreatinin ve ejeksiyon fraksiyonuna dayalıdır (14). Aort kapağına optimal bir yaklaşım belirlemek kadar işlem sırasında yapılacaklar açısından da hastanın genel kapsamlı değerlendirilmesi önemlidir.

a) Kardiyak Fonksiyonların Değerlendirilmesi

EF < %20 olan hastalarda TAVİ kontrendike olarak önerilmektedir. Ortalama aortik kapak gradientinin dinlenmede 40 mmHg'dan daha yüksek olduğu düşük EF'li hastalarda dobutamin stress EKO ile kardiyak kontraktilite değerlendirilmeli ve TAVİ işleminin tolere edilebilirliği ve işlem sonrası klinik yarar belirlenmelidir. Bu tip hastalarda TAVİ ile mükemmel sonuçlar alınabilir (15).

Balon valvüloplasti, kötü ventriküler rezervi olan hastalarda ventrikül fonksiyonlarını düzeltmek ve TAVİ komplikasyonlarını azaltmak için uygulanabilir (16). Koroner anjioplasti, anginası olan ve sol ventrikül fonksiyonu kötü olan hastalarda TAVİ öncesi fonksiyonları optimize etmek için uygulanabilir (17,18). İşlem sırasında en yüksek riskli acil olarak TAVİ gereken hastalar taşır. Bu hastalarda hemodinamik stabilite için inotropik destek ve intraaortik balon yararlı olabilir. Anjiotensin konverting enzim inhibitörlerini de kapsayan antihiper-

tansif ilaçlara işlem gününe kadar devam edilmelidir. Ayrıca antiaritmik ilaçlar kesilmemelidir.

b) Solunum Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

Dispne, aort stenozu ve solunum hastalığına bağlı olabilir. Bu hastalarda tanı için Pro-b-tip natriüretik peptid ölçümü gerekebilir. Ciddi pulmoner disfonksiyon TA-TAVİ için bir kontrendikasyon sayılabilir (11).

c) Nörolojik Fonksiyonların Değerlendirilmesi

Yakın zamanda geçirilmiş bir serebrovasküler olay işlem için kontrendikasyon olduğundan TAVİ öncesi standart bir nörolojik değerlendirme yapılmalıdır. Transözefageal ekokardiografi (TÖE) kardiyovasküler embolizm kaynaklarını tespit etmede çok yararlıdır (11, 19, 20).

d) Böbrek Fonksiyonlarının Değerlendirilmesi

Kronik böbrek yetmezlikli hastalarda böbrek fonksiyonlarının daha da bozulmasından kaçınmak için TAVİ, cerrahi AVR'ye alternatif olarak önerilmektedir. Ancak kronik böbrek yetmezliği TAVİ sonrası bilinen bir risk olup işlem için kontrendikasyon olarak düşünülebilir. Riskli hastalarda akut böbrek yetmezliğinden korunmak için N-asetilsistein ve bikarbonat uygulaması ve yeterli hidrasyon uygulanabilir. Kronik böbrek yetmezliği olan hastalarda işlem sırasında görüntüleme için mümkün olan en az miktarda intravenöz kontrast madde kullanılmalıdır (21, 22, 23).

e) Koagülasyon Parametrelerinin Değerlendirilmesi

TAVİ uygulanan hastalara antiplatelet tedavi prosedürü uygulanmaktadır. Operasyon öncesi 300–320 mg aspirin ve 300 mg klopidoğrel yükleme dozundan sonra postoperatif 75–100 mg gün⁻¹ aspirin ve 75 mg gün⁻¹ klopidoğrel 6 ay süre ile önerilmektedir. İntraoperatif, valvüloplasti öncesi 5000 Ü heparin uygulanır. ACT > 250 s olacak şekilde gerekirse ek doz uygulanır. Bu nedenle hastalar kanama diyatezi veya hiperkoagülabilité yönünden araştırılmalıdır (11, 21).

f) Diğer

Bu girişimlerde mortalite ve morbiditenin en yaygın nedeni vasküler yaralanma olduğundan anjiyografi ve bilgisayarlı tomografi (BT) ile iliofemoral damarlar dikkatlice değerlendirilmelidir.

ANESTEZİK HAZIRLIK VE MONİTÖRİZASYON

Hibrid bir oda TAVİ girişimi için idealdir. Hibrid odalar en kaliteli görüntüleme yöntemlerinin yanı sıra, gerektiğinde kardiyopulmoner bypass veya cerrahi girişim için steril bir ortam sağlar. Hibrid odalar kardiyovasküler anestezi, cerrah, kardiyolog, perfüzyonist ve diğer ekibin multidisipliner bir şekilde çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenmelidir. Bu kurulum az sayıda merkezde bulunmaktadır ve çoğunlukla girişimler bir kardiyak kateterizasyon laboratuvarında (KKL) ya-

pılmaktadır. Ameliyathane dışında olan KKL, yüksek riskli TAVİ hastalarında anestezi ve komplikasyonların yönetiminde anestezi için zorlayıcı faktör olmaktadır (11, 24, 25).

Anestezi tekniğine göre hemodinamik monitörizasyon farklılık göstermez. 5–12 kablolu EKG, pulse oksimetre, invaziv arteriyel kan basıncı, santral kateter ve idrar output ölçümü standart monitörizasyondur. Santral venöz basınç monitörizasyonu; sağ kalp dolum basıncı izleminde ve kardiyak tamponad tanısında nonspesifik bir ölçüm olarak kullanılabilir. TÖE, hem sağ ventrikül hem de sol ventrikül fonksiyonlarının intraoperatif monitörizasyonu için kullanılır. Pulmoner arter kateterizasyonu rutin değildir. Postoperatif bakım için pulmoner arter kateterizasyonu gereksinimi varsa kateter protez implantasyonundan sonra yerleştirilmelidir (11, 21, 26, 27, 28).

Hızlı ventriküler pacing yapmak ve olası A-V blok gelişimi için femoral veya juguler ven yoluyla sağ ventriküle bir transvenöz pacing kablosu yerleştirilir. TA-TAVİ'de ek olarak epikardiyal pacing uygulanabilir. Aritmilerin erken yönetimi için eksternal göğüs pacing padleri yerleştirilmelidir.

TA-TAVİ için ısı monitörizasyonu şarttır ve ayrıca eksternal ısıtma sistemleri ve intravenöz sıvıların ısıtılması gerekir (11). Transkraniyal Doppler, TAVİ sırasında embolik olayları ve serebral hipoperfüzyonu tanımlamada kullanılabilir (29). Serebral oksimetri düşük akım sırasında serebral oksijenasyon yeterliliğini değerlendirmede faydalı olmasına rağmen emboli tanısında yetersizdir (11, 30).

TAVİ'de TÖE önemli bir monitorizasyondur (Tablo IV). Kontrast madde kullanımını sınırlandırmak TÖE'nin en önemli avantajıdır. Hiç kontrast madde kullanmadan implantasyon yapılan vakalar rapor edilmiştir (31). Üç boyutlu TÖE, standart TÖE'ye göre kardiyak yapıların daha ayrıntılı görüntülenmesini sağlar (19, 32). Anestezi indüksiyonundan sonra TÖE probu yerleştirilerek ilk değerlendirme yapılır. TAVİ'de standart ölçümlere ek olarak protez kapak boyutuna karar vermede aortik anulus çapının değerlendirilmesi önemlidir (27, 33) (Şekil 2). İlk TÖE değerlendirmesinde aort arkında veya desendan aortada mobil ciddi ateromlar saptanırsa, tromboembolik risk artacağından TF-TAVİ kontrendike olabilir.

İşlem sırasında TÖE kullanımı; a) Kılavuz telin pozisyonunun doğrulanması (TF-TAVİ'de sol ventriküle, TA-TAVİ'de asendan aortada); b) Valvüloplasti için balon pozisyonunun kontrolü; c) İmplantasyon öncesi kapak pozisyonunun kontrolü için gereklidir (Şekil 3).

İşlem sonrası değerlendirmede; kapak pozisyonu, kapak fonksiyonu (regürjitasyon ve stenoz), yeni bölge-

Tablo IV. TAVİ’de Transtorasik/Transözefageal Ekokardiyografinin Kullanım Amaçları

TAVİ AŞAMASI	AMAÇ
Preimplant	- Aort stenoz ve yetmezliğinin sınıflandırılması ve şiddeti - Aort kökü ve subaortik yapılar (LVOT, AVA, STJ, SOV, AVA-koroner ostial uzunluk ve septal duvar kalınlığı) ve protez boyutu - Sağ ve sol ventrikül fonksiyonu - Mitral ve triküspid kapak fonksiyonu - Torasik aortun anatomik değerlendirilmesi (Aterom)
İmplant Sırasında	- KPB için venöz kanülün sağ atriumdaki pozisyonu - TA-TAVİ’de sol ventrikül apeks pozisyonunun işaretlenmesi (TTE) - Kılavuz telin AV geçişi - Balon valvüloplastide rehberlik - Protezi pozisyonlama ve yerleştirmesinde rehberlik
İmplantasyon Sonrası	- Protez pozisyonu ve yönü - Protez alanı ve gradiyenti - Protez regurjitasyon derecesi ve lokalizasyonu (Perivalvüler, intravalvüler) - Ventriküler yapı ve fonksiyonları - Mitral kapak fonksiyonu - Prosedür komplikasyonları

AVA: aort kapak anulusu, LVOT: sol ventrikül output çıkımı, SOV: valsvalva sinüsü, STJ: sino-tübüler junction,

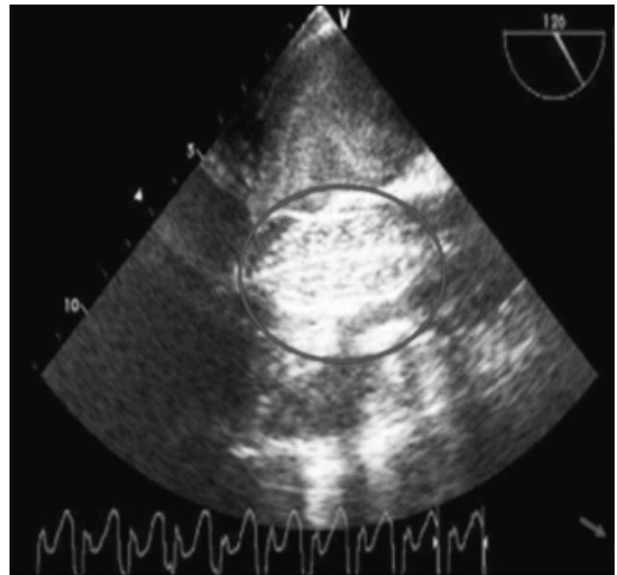


Şekil 2. Midözefageal Uzun Aks İle Aortik Anulus Ölçümü

sel duvar hareket bozuklukları (koroner ostial obstrüksiyonunu gösterir) ve biventriküler fonksiyona odaklanılmalıdır (Şekil 4).

TAVİ’DE İNTRAOPERATİF YAKLAŞIMLAR

TAVİ işlemi; vasküler girişim, hızlı ventriküler pacing testi, doğal aort kapağına balon valvüloplasti, protez kapağın pozisyonlanması ve protez kapağının yerleştirilmesi şeklinde majör bölümlere ayrılabilir. Tablo V’de TAVİ’nin bölümleri verilmiştir (27).



Şekil 3. TA-TAVİ sırasında balon valvüloplasti.

Daire aort anulusundaki balonu göstermektedir. Ok HVP sırasındaki kalp hızını belirtmektedir.

TAVİ’DE HEMODİNAMİK YÖNETİM

Hemodinamik stabilize, TAVİ sırasındaki anestezi yönetimin ana hedefidir. Dönemlere göre şunlara dikkat edilmelidir.

1) PROTEZ YERLEŞİMİ ÖNCESİ DÖNEM

Bu dönemde hemodinamik yönetimde dikkatli olmalı ve ciddi aort stenozu olan hastalardaki hemodinamik hedefler iyi bilinmelidir. Hipertrofik sol ventriküle yeterli

Tablo V. TAVİ'nin Anahtar Bölümlerine Genel Bakış

	AMAÇ	KOMPLİKASYON
Vasküler ve Torasik Girişim	Kapak için kılavuz telin yerleştirilmesi, KPB için kateter takılması	Femoral damarların diseksiyonu, kanama, retroperitoneal hematoma
Hızlı Ventriküler Pacing Testi	Nabızsız ventriküler taşikardi sağlamak için geçici pacemaker testi, transaortik ejeksiyonun kısa süreli durdurulması	Hemodinamik bozulma, kalıcı ventriküler fibrilasyon, İV pacing teli ile sağ ventrikül ve atriyum perforasyonu
Hızlı Ventriküler Pacing Altında Balon Valvüloplasti	Kalsifik aortik anulusunun dilatasyonu	Küçük kalsifikasyon parçacıklarının yer değiştirmesi, inme riski, koronerlerin oklüzyonu, hemodinamik bozulma, kalıcı ventriküler fibrilasyon
Protez Kapağın pozisyonlanması	Aortik anulusda transkateter kapağın pozisyonunun doğrulanması	Küçük kalsifikasyon parçacıklarının yer değiştirmesi, inme riski, miyokardiyal infarktüs, kapak embolizasyonu, aort diseksiyonu
Hızlı Ventriküler Pacing Altında Kapak Yerleştirilmesi	Aortik anulusda transkateter kapağın yerleştirilmesi	Koronerlerin oklüzyonu, miyokardiyal infarktüs, Küçük kalsifikasyon parçacıklarının yer değiştirmesi, inme riski, kapak embolizasyonu, aort diseksiyonu, hemodinamik bozulma, kalıcı ventriküler fibrilasyon



şekil 4. İmplantasyon Sonrası Protez Kapağın Görüntüsü

önyükü sağlamak için sıvı uygulaması dikkatlice titre edilmelidir. Taşikardiden kaçınılmalı, diastolik doluş zamanına izin verilmelidir. Ventriküler dolumun yanı sıra atriyal kontraksiyonlar korunarak sinüs ritmi devam ettirilmelidir. Sistemik kan basıncı yeterli koroner perfüzyonu sağlayacak seviyede tutulmalıdır. Bunun için fenilefrin ve norepinefrin gibi vazopressör ajanların kullanımı gerekebilir. Sol ventrikül ardyükünün büyük bir bölümü stenotik aort kapağı tarafından karşlandığı için fenilefrin ve norepinefrin gibi vazopressör ajanlar kötü sol ventrikül fonksiyonu olan hastalarda bile güvenle kullanılabilir (11, 21).

Protez kapağın monte edildiği kateterin iliak arter ve aortada hasar oluşturması TF-TAVİ'de olabilecek bir komplikasyondur. Majör vasküler rüptür kontrast aortografi ile anlaşılabilir. Sıvı ve kan ürünleri ile volüm resüsi-

tasyonunun yanı sıra yeterli koroner perfüzyonu sağlamak için vazopressör ajan kullanımı gerekebilir (3, 21).

2) BALON VALVÜLOPLASTİ VE PROTEZ KAPAK YERLEşTİRİLMESİ DÖNEMİ

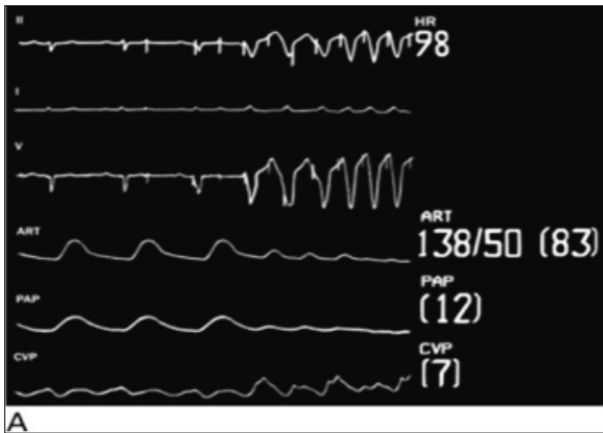
Hızlı ventriküler pacing (HVP), balon valvüloplasti ve protez kapağın yerleştirilmesi sırasında optimal yönetim için kardiyak outputun geçici ve reversibl olarak durdurulmasıdır. Bu işlem sırasında cerrah, kardiyolog ve anesteziist arasındaki iletişim mükemmel olmalıdır. TF-TAVİ için işlem sonrası aritmi özellikle A-V blok gelişebileceğinden juguler ve femoral vene transvenöz pacemaker yerleştirilmelidir. TA-TAVİ'de sol minitorakotomi ile epikardiyal pacing yerleştirmek mümkündür. Balon valvüloplastiden önce pace test edilmelidir. Frekans, sol ventrikül outputunda arteriyal basınç dalgasına da yansıyan ciddi bir azalmaya yol açacak kadar olmalıdır. HVP'de hız genellikle 180-200 atım dk⁻¹'ya ayarlanır, bu hız kardiyak output ve kan basıncında ani düşmeye neden olur. Sistolik kan basıncının 60 mmHg altına düşmesi yeterlidir. Hızlı kalp atışı ve düşük koroner perfüzyon basıncı protez kapağı pozisyonlamada avantaj sağlarken miyokardiyumda iskemik defisit oluşturabilir. İskemik defisit HVP süresinin 12 ± 3 sn olması nedeniyle birçok vakada tolere edilir. Post-pacing miyokardiyal iskemide tedavisinde önce fenilefrin, norepinefrin veya vazopressin gibi vazopressör ajanlar tercih edilmeli ve koroner perfüzyon basıncı düzeltilmelidir. HVP'den sonra kan basıncı kısa sürede düzelmezse miyokardiyal iskemiden şüphlenilmelidir. İskemi, kalsifik doğal kapaktan kaynaklanan embolizme veya protez kapağın koroner ostiumları obstrüksiyonuna veya doğal kapak yaprakçıklarının yer değiştirmesine bağlı olabilir (34).

Koroner perfüzyon basıncını restore ettikten sonra iskemi gelişmişse nitroglicerinin kullanımı daha yararlı olabilir. İskemiye bağlı aritmiler elektriksel kardiyover-siyonla agresif şekilde tedavi edilmelidir. Bu önlemlerle hemodinamik düzelme sağlanmazsa ve protez kapak henüz yerleştirilmemişse bir sonraki adım protez kapağın yerleştirilmesi olmalıdır, kapak yerleştirmenin en önemli avantajı, sol ventrikül ardyükünü ve ventrikül duvar basıncını azaltarak kardiyak outputta düzelme sağlamasıdır. Balon valvüloplasti sonrası akut aort yetmezliği gelişen hastalarda protez kapak yerleştirilmesinin kesin tedavi olduğu kanıtlanmıştır. Protez kapağın takılmasından sonra hasta hala stabil değilse, hızlıca femoro-femoral kardiyopulmoner bypassa geçilmelidir (3, 20, 21, 27, 28, 34,39) (Şekil 5).

Kapak açılımı sırasında iskemiye bağlı ventriküler fibrilasyon gelişen vakalarda kapak malpozisyonu veya embolizasyonundan kaçınmak için defibrilasyondan, kapak yerleştirilene kadar kaçınmak gerekir. Göğüs kompresyonu gerekebilir, resüsitasyon sonrası protez kapağın pozisyonunu ve ekspansiyonunu yeniden değerlendirmek gerekir.

3) PROTEZ KAPAĞIN YERLEŞTİRİLMESİN-DEN SONRAKİ DÖNEM

Postimplantasyon dönemde protez kapak karşısındaki gradiyentin azalmasına bağlı olarak kardiyak output ve kan basıncında genellikle bir artış vardır, vazopressör infüzyonunun azaltılması veya kesilmesi gerekebilir. Bu dönemde kateterlerin transfemoral girişimlerde ili-yak arterden, transapikal girişimlerde sol ventrikül apeksinden çekilmesi gerekir. Büyük çaplı kateter kullanılmasından dolayı girişim yerinin cerrahi kapatılması gerekebilir. Özellikle transfemoral girişimlerde onarım kompleks olabilir ve süreyi uzatabilir. Transapikal girişimde apekten aşırı kan kaybı olabilir, olduğu takdirde ventrikül onarımı için hızlı cerrahi girişim gereklidir.



A: Hızlı ventriküler pacing başlangıcı

Bunun için transapikal girişimlerde cell saver teknolojisi ve hızlı infüzyon sistemi kullanıma hazır olmalıdır (34, 39, 40).

Transfemoral girişimlerde hastaların çoğu işlem sonunda girişim odasında ekstübe edilebilir. Ekstübasyona hazırlık olarak kas gevşeticiler revers edilmeli ve hipotermi aktif eksternal ısıtıcı ile tedavi edilmelidir. Transapikal girişimde hipotermi, operasyon odasında ekstübasyonu kısıtlayıcı bir faktördür. Uygun hastalar operasyon odasında ekstübe edilebilir, ancak hastaların çoğu postopera-tif yoğun bakımda ısıtıldıktan sonra ekstübe edilir (34).

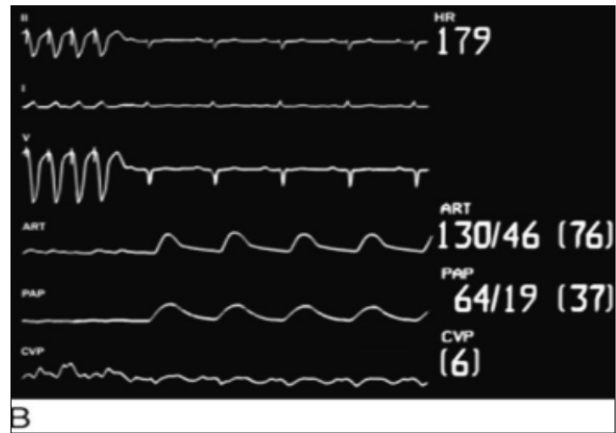
4) İŞLEM SONRASI BAKIM

TAVİ uygulanan hastalar daha sonra yoğun bakım gereken bir alana transfer edilirler. Ekstübe edilene kadar hastalara birkaç saat mekanik ventilasyon uygulanır. Komplikasyon gelişmeyen vakalar ertesi gün servise gönderilir.

Postoperatif kanama en önemli postoperatif komplikasyon olup monitörize edilmelidir. Transfemoral işlemde retroperitoneal ve kasık içine kanama olabilir. Transapikal TAVİ’de postoperatif kanama genellikle sol plevral boşluğa kan birikmesi şeklinde olup göğüs radyografisinde saptanabilir. Her iki işlemde de hastanın volüm durumu ve hematokriti dikkatli takip edilmelidir. Postoperatif kanama transfüzyon ile genellikle düzeltilir. Nadiren cerrahi girişim gerekir (34).

ANESTEZİ YÖNTEMİ

Anestezi uygulamasının seçimi; operasyon takımının deneyimi, hastaların özellikleri ve uygulanacak prosedür gibi faktörlere bağlı olarak değişebilir. Hareketsiz bir hasta, girişimci kardiyolog/cerrahın prosedürel manevralarını kolaylaştırması ve prosedür esnasında TÖE uygulanmasına müsaade etmesi nedeniyle operatörlerin öğrenme sürecinde genel anestezi tercih nedeni olabilir. Operatör deneyim kazandıkça hasta uyanıkken kapağın



B: Hızlı ventriküler pacing bitişi

pozisyonunun her adımını kontrol edebilir. Tablo VI, genel ve lokal anestezinin avantaj ve dezavantajlarını göstermektedir.

GENEL ANESTEZİ

Genel anestezi hastanın hareketsizliğini sağlar ve solunum kontrolü ile protezin yerleştirilmesi sırasında solunumsal artefaktları önler. Genel anestezi, kateter yerleşimini ve arteriyel girişim yerlerinin cerrahi onarımını kolaylaştırır. Ayrıca genel anestezi devamlı TÖE monitörizasyonuna izin verir ve komplikasyonların yönetimini kolaylaştırır. Preoksijenasyonu takiben anestezistin tercihinine göre indüksiyonda fentanil, remifentanil, alfentanil veya sufentanil ile birlikte etomidat veya propofol kullanılabilir. İndüksiyon ajanının seçiminden çok, seçilen ajanın yavaş olarak ve titre edilerek uygulanması daha önemlidir. İndüksiyondan sonra kısa-orta etkili nondepolarizan kas gevşetici uygulanır. Endotrakeal entübasyon ile havayolu yönetimi sağlanır. İşlemin uzun sürmesi ve TÖE kullanımı nedeniyle laringeal maske önerilmez. TA-TAVİ’de endobronşial entübasyon uygulanabilir ancak pek tercih edilmez.

Anestezi idamesi inhalasyon ajanlar, intravenöz ajanlar veya her ikisinin kombinasyonu şeklinde uygulanabilir. İnhalasyon anestezikler ile önkoşullama, işlem sırasında oluşan iskemik hasardan koruma sağlayabilir. Ancak kardiyak kateterizasyon laboratuvarlarında vola-

til anestezikler için atık sistemin olmaması bu ajanların kullanımını kısıtlar. Uygun hastalarda total intravenöz anestezi tercih edilebilir. Bu hastalarda ileri yaş ve azalmış kardiyak output nedeniyle anestezi gereksiniminin azaldığı unutulmamalıdır. Genel anestezide işlem sonrası hızlı uyanma ve ekstübasyona izin veren kısa etkili ajanlar tercih edilir. Genel anestezi, cerrahi AVR’ye uygun olmayan yüksek riskli hastalarda tolere edilemeyebilir ve bu tip hastalarda hemodinamik instabilite ve solunum ile ilgili komplikasyonlar gelişebilir (11, 21, 26, 28, 34, 35, 36).

LOKAL ANESTEZİ VE SEDASYON

Prosedür ile ilgili deneyimlerin artması ve vasküler onarımdaki gelişmiş teknikler nedeni ile sedasyonlu veya sedasyonsuz lokal anestezi kullanımı özellikle TF-TAVİ’de tercih nedeni olabilir. Lokal anestezi nörolojik monitörizasyonu kolaylaştırır, daha kısa bir işlem süresi sağlar, derlenme hızlıdır ve postoperatif bakım ihtiyacını azaltır. Sedasyonun derecesi hastanın klinik durumuna göre titre edilmeli ve spontan nefes alma sırasında uygun gaz değişimine olanak tanımalıdır. Subklavyen arter kanülasyonu uygulanacak TAVİ’de minimal invaziv bir cerrahi uygulanacağından daha derin bir sedasyon gerekebilir. Yaşlı kritik hastalarda TAVI esnasında opioidlerin düşük dozları genellikle uygun sedasyon sağlamada yeterlidir. Bunun için remifentanil (başlangıç

Tablo VI. TAVİ’de Genel Anestezi ve Lokal Anestezinin Karşılaştırılması

	AVANTAJ		DEZAVANTAJ	
	GENEL ANESTEZİ	LOKAL ANESTEZİ	GENEL ANESTEZİ	LOKAL ANESTEZİ
Preoperatif	Aortik anulusun TÖE ile ölçülmesi, işlem için uzun süre	Daha hızlı hazırlık süresi	Entübasyon güçlüğü, daha uzun hazırlık süresi	Santral kateter yerleştirmede hastanın rahatsız olması TÖE ölçüm güçlüğü
İntraoperatif vasküler girişim	Ağrısız kanülasyon TÖE Kanamaya daha hızlı müdahale		GA’ye bağlı hemodinamik instabilite, inotrop ihtiyacı, ısı yönetimi	Hastanın hareket etmesi, sedasyona bağlı hemodinamik instabilite TÖE rehberliğinin olmaması
Valvüloplasti, Kapak pozisyonlama ve yerleştirilmesi	Hastanın hareket etmemesi, solunumun kontrolü, komplikasyona daha kolay müdahale, TÖE rehberliği, HVP’de anksiyete olmaması	Devamlı nörolojik değerlendirme, HVP sırasında daha stabil hemodinamik koşullar olabilir	Devamlı nörolojik değerlendirmenin olmaması, HVP’de inotropik ihtiyacı	Hastanın hareket etmesi ile kapağın yanlış yere yerleştirilmesi, havayoluna sınırlı yaklaşım, hiperkarbi, solunum depresyonu, pulmoner hipertansiyonun kötüleşmesi
Postoperatif		Kısa işlem zamanı, Hızlı derlenme, maliyette azalma	Ekstübasyonun geçikmesi, ventilasyona bağlı komplikasyonlar, maliyette artma	

dozu 0.025 µg kg dk⁻¹, maksimum doz 0.2 µg kg dk⁻¹ ve/veya propofol (2-5 mg kg s⁻¹) kullanılabilir (21, 37). Bu hastalarda artmış apne riski nedeni ile daha dikkatli hemodinamik ve solunum monitörizasyonu gerekir. Lokal anestezi ve sedasyon uygulanan yüksek riskli TAVİ hastalarında noninvaziv ventilasyon (NİV) önerilmektedir. NİV, işlem sırasında uygun solunumsal desteği sağlamada ve prosedür esnasında oluşabilecek solunum depresyonunu önlemede faydalı olabilir. Bu amaçla; TÖE probunun geçişine izin verecek fakat hava kaçağı çok olmayacak ve NİV'nin devam etmesini sağlayacak özel maskeler önerilmektedir (38).

Lokal anestezinin avantajlarına rağmen TA-TAVİ çoğunlukla genel anestezi ile yapılır (27, 39, 40). Multipl komorbiditeleri nedeniyle bu hastaların anestezi riski artmıştır. TA-TAVİ'de reyonel anestezi uygulanan bir hasta bildirilmiştir. Mukherjee ve ark. 85 yaşında, EF'si %40, ciddi pulmoner hipertansiyonu, obstrüktif solunum sistem hastalığı (zorlu ekspire edilen volümü 1 s-n'de <%60) olan bir hastada yüksek epidural anestezi uygulamışlardır. Motor blokajın T10, sensöriyal blokajın da T12 seviyesinin üstünde olmasının TA-TAVİ için yeterli olduğunu bildirmişlerdir. İşlem boyunca hastanın solunumu devamlı pozitif havayolu basıncı (CPAP) ile desteklenmiştir. İşlem sonunda hasta anestezi sonrası bakım ünitesine transfer edilmiş ve postoperatif 13. günde hasta taburcu edilmiştir (41). Bu olgu sunumu özellikle pulmoner fonksiyonları bozuk olan TA-TAVİ hastalarında torasik epidural anestezinin bir alternatif olabileceğini göstermektedir. TA-TAVİ'de primer anestezi tekniği olarak reyonel anestezinin rolünü gösteren klinik çalışmalara ihtiyaç vardır.

POSTOPERATİF ANALJEZİ

Transfemoral yaklaşımda girişim yerine uzun etkili lokal anestetik infiltrasyonu postoperatif analjezi için genellikle yeterlidir. Gerektiğinde parenteral veya oral analjezikler eklenebilir. Bu amaçla intravenöz

6 saatte bir Asetaminofen (1 g) ve tramadol (100 mg) kombinasyonunun başarı ile uygulandığı bildirilmiştir (35).

Yeterli postoperatif analjezi TA-TAVİ için önemlidir. Çünkü mini torakotomi ile şiddetli ağrı olabilir ve zaten ciddi solunumsal komorbiditeleri olan bu hastalarda pulmoner ventilasyon önemli derecede bozulabilir. Reyonel anestezi olarak interkostal sinir bloğu, torasik paravertebral blok ve torasik epidural blok uygulanabilir. Uzun etkili lokal anesteziklerle uygulanan interkostal sinir bloğu en az 12 saat analjezi sağlayabilir. Torasik epidural blok; üç teknikten en yüksek başarı oranı olan yöntem olup ikili antiplatelet ajan kullanımı nedeniyle tartışmalıdır (Tablo VII) (20, 42, 43).

SPESİFİK KOMPLİKASYONLAR

a) Aort Yetmezliği, Malpozisyon ve Embolizasyon

Hafif-orta aort yetmezliği çoğunlukla paravalvüler olup %50 vakada gözlenir. Ciddi paravalvüler yetmezlik hemodinamik bozulmaya, hemolitik anemiye veya girişimin tekrarlanmasına neden olabilir. Kardiyojenik şoka neden olan ciddi aort yetmezliğinde acil cerrahi girişim gerekebilir. Ciddi paravalvüler aort yetmezliği; protezin uygun büyüklükte olmamasına, malpozisyona veya doğal kapağın ileri derecede kalsifik olmasına bağlı olabilir (21, 44). Nadiren protez kapak malpozisyon olabilir. Kapak pozisyonu düzeltilemezse ve ventriküler embolizasyon bulguları varsa acil cerrahi girişim gerekir (45, 46).

b) TAVİ Sonrası Kalp Bloğu

Özellikle CoreValve protezi ile yapılan TAVİ'lerde total atriyoventriküler (AV) blok riski yüksek olup bu vakalarda kalıcı pacemaker implantasyonu gerekir. Ayrıca sol dal bloğu gelişebilir. Eğer pacemaker implantasyonu gerekiyorsa ilk 24-48 saat içinde uygulanmalıdır. TAVİ girişiminden sonra tüm hastalar en az 3 gün ve kalp bloğu açısından özellikle riski artmış hastalar ise taburcu edilene kadar devamlı EKG ile monitörize edilmelidir (21, 47, 48).

Tablo VII. Transapikal TAVİ'de Postoperatif Ağrı Yönetimi

Ağrı Yönetim Tekniği	Avantaj	Dezavantaj
İnterkostal Sinir Bloğu	Cerrah tarafından işlem sonunda kolaylıkla yerleştirilir. Uzun etkili lokal anesteziklerle 12 saat ağrı kontrolü sağlayabilir.	Postoperatif bloğun etkisi azaldığında ağrı kontrolü için başka bir metoda gereksinim duyulabilir.
Torasik Epidural Analjezi	Ağrı kontrolü için altın standart	Epidural hematoma riski, rezidüel heparinizasyon nedeniyle yerleştirilmesinde gecikme, epidural kateter nedeniyle warfarin tedavisine yeniden başlamada sorun olabilir.
Paravertebral Sinir Bloğu/ Kateter	Epidural lokal anestezi ve narkotik infüzyonla karşılaştırıldığında posttorakotomi ağrı kontrolünde eşit derecede etkili ve daha az solunum depresyonu, bulantı- kusma, kaşıntı ve hipotansiyon oluşturma	Pnömotoraks riski

c) Sol Ana Koroner Arter Oklüzyonu

TAVİ sırasında miyokardiyal infarktüse neden olan bozulmuş koroner akım veya koroner ağzının tam tıkanması, doğal kapağa veya protez kapağa bağılı olarak gelişebilir. Bu nedenle işlem sırasında mekanik destekleme cihazlarının (intra-aortik balon, ekstra-korporeal membran oksijenatörü) hazır bulunması ve gerektiğinde kullanılması çok önemlidir. Sol ana koroner arter oklüzyonu riskini azaltmak için kapak implantasyonu öncesi aortografi, TÖE ve koroner anjiyografide çok dikkatli olmak gerekir.

d) Kardiyak Tamponad

Pacing telinin yerleştirilmesi sırasında sağ ventrikül perforasyonu, kateterler ve kılıfların yerleştirilmesi sırasında da sol ventrikül veya aort perforasyonu oluşabilir ve kardiyak tamponad sonucu kardiyovasküler kollaps gelişebilir. Tamponad gelişirse santral venöz basınçta bir artış, TÖE'de sağ tarafta kollaps ve perikardiyal sıvı gözlenir. Ayrıca floroskopide kalbin anormal hareketleri izlenir. Perkütan iğne drenajı ile perikardiyal kanın boşaltılması veya cerrahi girişim gerekir (21).

e) Nörolojik Komplikasyonlar

Klinik inme insidansı %2.5-% 10 arasında değişir. İntraoperatif majör inme genellikle fatal seyreder ve artmış mortaliteye neden olur (20, 21).

f) Akut Böbrek Yetmezliği

TAVİ sonrası böbrek yetmezliği hastaya bağılı (arteriropati, hipertansiyon, yaşa bağılı olarak nefron sayısının azalması, daha önceden böbrek disfonksiyonu ve diyabet) veya işleme bağılı (kontrast madde injeksiyonu, parçacık embolizasyonu, ciddi hipotansiyon fazı) birçok faktörün kombinasyonu sonucu gelişebilir. Kontrast madde miktarını azaltarak nefrotoksitiden kaçınmak, renal hipoperfüzyonu düzeltmek ve gereksiz kan transfüzyonundan sakınmak böbrek fonksiyonlarının korunması için uygulanması gereken profilaktik stratejilerdir (21).

SONUÇ

Günümüzde TAVİ, cerrahi riski çok yüksek veya ameliyat edilemez yaşlı popülasyon için ciddi bir tedavi seçeneğı gibi gözükmemektedir. Ama gelecekte elde edilecek klinik veriler ile düşük risk grubu hastalar da işleme dahil olacaktır. TAVİ uygulanacak hastalar için genel anestezi ve ilgili işlemlerin karmaşıklığı, konvansiyonel AVR için uygulananlar ile aslında aynıdır. Anestezi ekibinin en ciddi kardiyak cerrahi operasyonlarındaki gibi TAVİ işlemini ciddiye alarak aynı deneyim ve ilgiyi göstermesi bir gerekliliktir. Bu işlemler için bu çerçevede anestezi planı yapılmalı, postoperatif dönemde de hastalar komplikasyonlar yönünden takip edilmelidir.

KAYNAKLAR

1. Stewart BF, Siscovick D, Lind BK, et al. Clinical factors associated with calcific aortic valve disease: Cardiovascular Health Study. J Am Coll Cardiol. 1997; 29: 630-634.
2. Jamieson WR, Edwards FH, Schwartz M, Bero JW, Clark RE, Grover FL. Risk stratification for cardiac valve replacement. National Cardiac Surgery Database. Database Committee of The Society of Thoracic Surgeons. Ann Thorac Surg 1999; 67: 943-951.
3. Billings F.T., Kodali S.K., Shanewise J.S. Transcatheter Aortic Valve Implantation: Anesthetic Considerations. Anaesthesia-Analgnesia 2009; 108(5): 1453-1462.
4. Andersen HR, Knudsen LL, Hasemkam JM. Transluminal implantation of artificial heart valves: Description of a new expandable aortic valve and initial results with implantation by catheter technique in closed chest pigs. Eur Heart J 1992; 13: 704-708.
5. Cribier A, Eltchaninoff H, Bash A, et al. Percutaneous trans-catheter implantation of an aortic valve prosthesis for calcific aortic stenosis: first human case description. Circulation. 2002; 106: 3006-3008.
6. Webb J, Cribier A. Percutaneous transarterial aortic valve implantation: what do we know? Eur Heart J. 2011; 32: 140-147.
7. Johansson M., Nozohoor S., Kimblad PO., Harnek J., Olivecrona GK, Sjogren J. Transapical versus transfemoral aortic valve implantation: a comparison of survival and safety. Ann Thorac Surg. 2011; 91: 57-63.
8. Ewe SH, Delgado V, Ng AC, et al. Outcomes after transcatheter aortic valve implantation: transfemoral versus transapical approach. Ann Thorac Surg. 2011; 92: 1244-1251.
9. Taramasso M, Maisano F, Cioni M, Denti P, Godino C, Montorfano M., Trans-apical and trans-axillary percutaneous aortic valve implantation as alternatives to the femoral route: short- and middle term results. Eur J Cardiothorac Surg 2011; 40: 49-55.
10. Petronio AS, De Carlo M, Bedogni F, et al. Safety and efficacy of the subclavian approach for transcatheter aortic valve implantation with the CoreValve revalving system. Circ Cardiovasc Interv 2010; 3: 359-366.
11. Covello RD, Landoni G, Zangrillo A. Anesthetic management of transcatheter aortic valve implantation. Curr Opin Anaesthesiol. 2011 Aug; 24(4): 417-425.
12. Mack MJ. Risk scores for predicting outcomes in valvular heart disease: how useful? Curr Cardiol Rep. 2011; 13: 107-112.
13. Piazza N, Wenaweser P, Van Gameren M. Relationship between the logistic EuroSCORE and the society of thoracic surgeons predicted risk of mortality score in patients implanted with the CoreValve System: a Bern-Rotterdam Study. Am. Heart J. 2010; 159: 323-329.
14. Ranucci M, Guarracino F, Castelvécchio S, et al. ACEF Score Research Group. Surgical and transcatheter aortic valve procedures. The limits of risk scores. Interact Cardiovasc Thorac Surg. 2010; 11: 138-141.
15. Dumesnil JG, Pibarot P, Carabello B. Paradoxical low flow and/or low gradient severe aortic stenosis despite preserved left ventricular ejection fraction: implications for diagnosis and treatment. Eur Heart J. 2010; 31: 281-289.
16. Hamid T, Eichhöfer J, Clarke B, Mahadevan VS. Aortic balloon valvuloplasty: is there still a role in high-risk patients in the era of percutaneous aortic valve replacement? J Interv Cardiol. 2010; 23: 358-361.

17. Dewey TM, Brown DL, Herbert MA, et al. Effect of concomitant coronary artery disease on procedural and late outcomes of transcatheter aortic valve implantation. *Ann Thorac Surg.* 2010; 89: 758-767.
18. Conradi L, Seiffert M, Franzen O, et al. First experience with transcatheter aortic valve implantation and concomitant percutaneous coronary intervention. *Clin Res Cardiol.* 2011; 100: 311-316.
19. Chin D. Echocardiography for transcatheter aortic valve implantation. *Eur J Echocardiogr.* 2009; 10: i21-i29.
20. Huffmyer J, Tashjian J, Raphael J, Jaeger JM. Management of the patient for transcatheter aortic valve implantation in the perioperative period. *Semin Cardiothorac Vasc Anesth.* 2012 Mar; 16 (1): 25-40.
21. Franco A, Gerli C, Ruggeri L, Monaco F. Anaesthetic management of transcatheter aortic valve implantation. *Ann Card Anaesth.* 2012 Jan-Mar; 15 (1): 54-63.
22. Bagur R, Webb JG, Nietlispach F, et al. Acute kidney injury following transcatheter aortic valve implantation: predictive factors, prognostic value, and comparison with surgical aortic valve replacement. *Eur Heart J.* 2010; 31: 865-874.
23. Sinning JM, Ghanem A, Steinhilber H, et al. Renal function as predictor of mortality in patients after percutaneous transcatheter aortic valve implantation. *JACC Cardiovasc Interv.* 2010; 3: 1141-1149.
24. Braithwaite S, Kluin J, Buhre WF, de Waal EE. Anaesthesia in the cardiac catheterization laboratory. *Curr Opin Anaesthesiol.* 2010; 23: 507-512.
25. Shook DC, Gross W. Offsite anesthesiology in the cardiac catheterization lab. *Curr Opin Anaesthesiol* 2007; 20: 352-358
26. Covello RD, Ruggeri L, Landoni G, Guarracino F, Bignami E, Gonfalini M, Virzo I, Michev I, Colombo A, Zangrillo A. Transcatheter implantation of an aortic valve: anesthesiological management. *Minerva Anesthesiol.* 2010 Feb; 76(2): 100-108.
27. Fassel J, Augoustides JG. Transcatheter aortic valve implantation. Part 2: Anesthesia management. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2010; 24: 691-699.
28. Covello RD, Maj G, Landoni G, et al. Anesthetic management of percutaneous aortic valve implantation: focus on challenges encountered and proposed solutions. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2009; 23: 280-285.
29. Blumenstein J, Kempfert J, Walther T, et al. Cerebral flow pattern monitoring by transcranial Doppler during cardiopulmonary resuscitation. *Anaesth Intensive Care* 2010; 38: 376-380.
30. Martens PR, Dhaese HL, Van den Brande FG, Van Laecke SM. External cardiac massage improved cerebral tissue oxygenation shown by near-infra-red spectroscopy during transcatheter aortic valve implantation. *Resuscitation* 2010; 81: 1590-1591.
31. Ferrari E, Sulzer C, Marcucci C, et al. Transapical aortic valve implantation without angiography: proof of concept. *Ann Thorac Surg* 2010; 89:1925-1932.
32. Bagur R, Rode´s-Cabau J, Doyle D, et al. Usefulness of TEE as the primary imaging technique to guide transcatheter transapical aortic valve implantation. *JACC Cardiovasc Imaging* 2011; 4: 115-124.
33. Detaint D, Lepage I, Himbert D, et al: Determinants of significant paravalvular regurgitation after transcatheter aortic valve: Implantation impact of device and annulus incongruence. *JACC Cardiovasc Interv.* 2009; 2: 821-827.
34. Cheung A, Ree R. Transcatheter Aortic Valve Replacement. *Anesthesiology Clin.* 2008; 26: 465-469.
35. Guinot PG, Depoix JP, Etchegoyen L, et al. Anesthesia and perioperative management of patients undergoing transcatheter aortic valve implantation: analysis of 90 consecutive patients with focus on perioperative complications. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2010; 24: 752-761.
36. Dehedin B., Guinot PG, İbrahimH., et al. Anesthesia and perioperative management of patients who undergo transfemoral transcatheter aortic valve implantation: An observational study of general versus local/ regional anesthesia in 125 consecutive patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2011; 25: 1036-1043.
37. Behan M, Haworth P, Hutchinson N, et al. Percutaneous aortic valve implants under sedation: Our initial experience. *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 72: 1012-1015.
38. Guarracino F, Cabrini L, Baldassarri R, et al. Noninvasive ventilation for awake percutaneous aortic valve implantation in high-risk respiratory patients: a case series. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2011; 25(6): 1109-1012.
39. Walther T, Falk V, Kempfert J, et al. Transapical minimally invasive aortic valve implantation: The initial 50 patients. *Eur J Cardiothorac Surg.* 2008 ; 33: 983-988.
40. Fassel J, Walther T, Groesdonk HV, et al: Anesthesia management for transapical transcatheter aortic valve implantation: A case series. *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2009; 23: 286-291.
41. Mukherjee C, Walther T, Borger MA, et al. Awake transapical aortic valve implantation using thoracic epidural anesthesia. *Ann Thorac Surg.* 2009; 88: 992-994.
42. Mannin SC, Brennan TJ. Thoracic epidural analgesia and acute pain management. *Anesth Analg.* 2011; 115: 181-188.
43. Davies RG, Myles PS, Graham JM, et al. A comparison of the analgesic efficacy and side-effects of paravertebral vs. epidural blockade for thoracotomy: systemic review and metaanalysis of randomized trials. *Br J Anaesth.* 2006; 96: 418-426.
44. Koos R, Mahnken AH, Dohmen G, Brehmer K, Gunther RW, Autschbach R. Association of aortic valve calcification severity with the degree of aortic regurgitation after transcatheter aortic valve implantation. *Int J Cardiol* 2011; 150: 142-145.
45. Tuzcu EM. Transcatheter aortic valve replacement malposition and embolization: innovation brings solutions also new challenges *Catheter Cardiovasc Interv* 2008; 72: 579-580.
46. Tay EL, Gurvitch R, Wijesinghe N, et al. Outcome of patients after transcatheter aortic valve embolization. *J Am Coll Cardiol Interv* 2011; 4: 228-234.
47. Khawaja MZ, Rajani R, Cook A, et al. Permanent pacemaker insertion after CoreValve transcatheter aortic valve implantation: incidence and contributing factors (the UK CoreValve Collaborative) *Circulation* 2011; 123: 951-960.
48. Sinhal A, Altwegg L, Pasupati S, et al. Atrioventricular block after transcatheter balloon expandable aortic valve implantation. *J Am Coll Cardiol Interv* 2008; 1: 305-309.