

# Pulmoner arteryel hipertansiyon tanı ve tedavisinde sağ kalp kateterizasyonu ve vazoreaktivite testi

Neriman Defne Altıntaş<sup>1</sup>, Ali Akdoğan<sup>2</sup>, Kudret Aytemir<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Dr., Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Yoğun Bakım Ünitesi, Ankara

<sup>2</sup>Dr., Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi İç Hastalıkları Anabilim Dalı, Romatoloji Ünitesi, Ankara

<sup>3</sup>Dr., Hacettepe Üniversitesi Tıp Fakültesi Kardiyoloji Anabilim Dalı, Ankara

**P**ulmoner arteryel hipertansiyon (PAH) küçük pulmoner arterlerin patolojik yapılanması ile karakterize, tanısı güç, morbidite ve mortalitesi yüksek, nadir görülen bir hastalıktır [1,2]. PAH, ortalama pulmoner arter basıncı (PAB)'nın istirahatte 25 mmHg'nın veya egzersiz sonrası 30 mmHg'nın üzerinde olması ve pulmoner kapiller basıncın 15 mmHg'nın altında bulunması olarak tanımlanır [3]. PAH tedavi edilmezse; pulmoner vasküler rezistansta progresif artış sonucunda sağ ventrikül yetmezliği ve erken ölüme neden olur.

Pulmoner hipertansiyon primer ve sekonder olmak üzere, iki ana grupta tanımlanmakta iken; 2003 Venedik Pulmoner Hipertansiyon Sempozyumu sonrası beş ana grup altında sınıflandırılmıştır [4] (Tablo 1). Bu sempozyumda primer pulmoner hipertansiyon, ailesel ve idiyopatik PAH olarak adlandırılarak, pulmoner vasküler alanda gözlenen morfolojik değişiklikler ve prognostik olarak benzerlikler gösteren diğer hastalıklar ile birlikte PAH başlığı altında toplanmıştır.

Son 10 yılda PAH patogenezinde elde edilen bilgilerin artışına paralel olarak geliştirilen yeni tedavi alternatifleri ve kalp-akciğer transplantasyonunda kaydedilen ilerlemeler daha önceleri hemen daima ölümcül olarak kabul edilen bu hastalık grubuna bakımımızı değiştirmiştir. Her geçen gün PAH tedavisinde kullanılan yeni

**Tablo 1.** Pulmoner hipertansiyon nedenleri

**Grup I :** Pulmoner arter hipertansiyonu

- İdiyopatik
- Ailesel
- İlişkili hastalıklar  
Kollajen doku hastalıkları, konjenital sistemik-pulmoner şantlar, portal hipertansiyon, HIV enfeksiyonu, ilaçlar ve toksinler, diğer
- Önemli venöz ya da kapiller tutulum ile ilişkili  
Pulmoner venooklüziv hastalık, pulmoner kapiller hemanjiyomatöz
- Yenidoğanın persistan pulmoner hipertansiyonu

**Grup II :** Pulmoner venöz hipertansiyon

**Grup III:** Hipoksemi ile ilişkili pulmoner hipertansiyon

**Grup IV:** Kronik tromboembolik hastalıklara bağlı pulmoner hipertansiyon

**Grup V :** Çeşitli

2003 Venedik pulmoner hipertansiyon sınıflandırılmasından uyarlanmıştır [4].

ajanlarla başarı sağlanabileceğine dair yayınların sayısı artmaktadır. Tedavi başarısı her alanda olduğu gibi doğru endikasyonda, uygun ilacın seçilmesi ile mümkündür. Pulmoner hipertansiyon çok geniş bir hastalık grubu seyrinde, birçok farklı patofizyolojik mekanizma sonucunda gelişebilir [2,4]. PAH tanısı ve ayırıcı tanısında ekokardiyografi, bilgisayarlı tomografi, ventilasyon/perfüzyon sintigrafisi, otoantikorlar ve benzeri birçok farklı laboratuvar ve görüntüleme yönteminden yararlanılmaktadır. Ekokardiyografi PAH şüphesi olan hastada hemen her merkezde öncelikle başvuru alan değerlendirme yöntemidir; ekokardiyografi aynı zamanda pulmoner hipertansiyonun nedeni ve sağ ventrikül fonksiyonlarının belirlenmesi konularında da değerli bilgiler sağlar. Ancak sağ kalp kateterizasyonu ve hemodinamik çalışma PAH tanısında altın standarttır [3,5]. Ekokardiyografik olarak hesaplanan ve hemodinamik çalışmalar ile elde edilen sistolik PAB'lar arası yüksek bir korelasyon bulunmakla birlikte düşük PAB'a sahip hastalarda aynı korelasyon sağlanamaz. Her hastada görüntü kalitesinin iyi olmaması ekokardiyografinin kısıtlayıcı yönleridir [6]. PAH tanısı ancak sağ kalp kateterizasyonu ile yapılacak hemodinamik çalışma sonrasında kesin olarak doğrulanabilir [3,5]. PAH'lı hastalarda pulmoner arter kateterizasyonu tanıyı kesinleştirme, derecelendirme ve tedaviye yanıtın değerlendirilmesi amacıyla yapılmalıdır [3]. Tanısı kesinleşenlerde ve medikal tedavi planlanan hastalarda pulmoner dolaşımın vazoreaktivitesi vazoreaktivite testi ile değerlendirilmelidir [5].

## SAĞ KALP KATETERİZASYONU

PAH nadir görülen bir hastalıktır. Fransa'da PAH prevalansının erişkin popülasyonda 15/1.000.000 olduğu bildirilmiştir. Bu hasta grubunun yaklaşık %40'ını idiyopatik ve ailesel PAH'lı hastalar oluşturmaktadır [7]. Hastalığın doğasından ötürü hastaların takibi konusunda deneyimli hekim sayısı azdır. Bu nedenle hastaların multidisipliner yaklaşımla izlenebilecekleri merkezlere yönlendirilmeleri ve PAH şüphesi olan hastalarda sağ kalp kateterizasyonu ve vazoreaktivite testinin deneyimli bir ekip tarafından gerçekleştirilmesi önerilmektedir [3,5].

## PULMONER ARTER KATETERİ

Pulmoner arter kateteri bir santral venden ilerletilip, sırasıyla sağ atrium ve sağ ventrikülü geçerek ucu pulmoner artere yerleştirilen ve PAB ile pulmoner arter oklüzyon basıncı (PAOB)'ni ölçmede kullanılan 110 cm uzunluğunda, heparin kaplı bir kateterdir. PAH açısından değerlendirme planlandığında dört yollu termomodülasyon ölçümü yapabilen kateterler tercih edilmelidir. Bu kateterlerin iki kanalı vardır. Birisi kateter

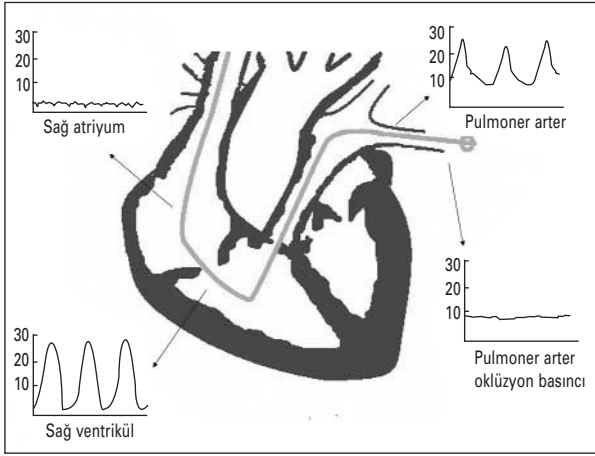
ucuna açılır (PA lümeni), diğeri distalden 30 cm önce biter (RA lümeni). Ayrıca, kateter ucunda 1.5 mL hacminde bir balon mevcuttur. Bu balon kateterin ilerletilmesini kolaylaştırırken, damarlara olası hasarı da önler. Son olarak kateter ucunda küçük bir termistör termomodülasyon yöntemi ile kardiyak debinin ölçülmesini sağlar. Bazı pulmoner arter kateterlerin ek olarak kardiyak pacing, miks venöz oksijen saturasyonu takibi vb. için de kullanılabilir yollar mevcuttur.

## PULMONER ARTER KATETERİZASYONU NASIL YAPILIR?

İşlem boyunca gelişebilecek komplikasyonlara anında müdahale edebilecek ekip ve ekipmanın hazır olması gereklidir. İşlem yeri anjiyografi ünitesi ya da yoğun bakım ünitesi (YBÜ) olmalıdır [3,5]. Pulmoner arter kateterizasyonu yapılan odada defibrilatör bulunmalıdır. Hastaların kardiyak ritimleri, oksijenasyonları ve tansiyonları monitörize edilmelidir. Lokal anestezi uygulandıktan sonra aseptik koşullarda tercihan internal juguler vena ya da subklavian vena mümkün değilse femoral vena giriş yolu olarak bir kılıf "introducer sheath" yerleştirilir. Bu kılıfın çapının kullanılacak olan pulmoner arter kateter çapından geniş olmasına dikkat edilmelidir (örneğin; 7 F'lik pulmoner arter kateteri için 8 F'lik kılıf tercih edilmelidir). Erişkinlerde genellikle 7 F pulmoner arter kateter kullanılması uygun olacaktır.

Pulmoner arter kateteri takılmadan önce tüm lümenlerinin açık olduğu heparinli sıvı ile yıkanarak, balonun patlak olmadığı şişirilerek kontrol edilmeli, eğer floroskopik olarak takılmayacaksa lümenlerin transdüserler aracılığıyla monitörle bağlantıları sağlanarak işlem boyunca distal (PA) lümeninden gelen basınç traselerinin takip edilebilmesi sağlanmalıdır. Kateter ucunun yeri distal lümen traselerinden takip edilir. İşlem başlangıcında, tüm hemodinamik monitörizasyon işlemlerinde olduğu gibi sistemin sıfırlanması unutulmamalıdır.

Pulmoner arter kateteri yerleştirilmiş olan kılıf içerisinde yavaşça ilerletilir. Pulmoner arter kateteri kılıfın ucundan çıkıp, ekranda santral venöz basınç dalgaları görülmeye başladığında pulmoner arter kateterinin balonu şişirilir ve bundan sonraki kısımda kateter yavaşça ilerletilerek kateter ucunun balon yardımı ile akım doğrultusunda ilerlemesi sağlanır. Kateter sırasıyla süperior vena kavaya, sağ atriyum, sağ ventriküle ve son olarak pulmoner artere ilerleyecektir. Bulduğu noktalara göre izlenen basınç dalgaları değişiklik gösterecektir (Şekil 1). Kateterin ilerletilmesi boyunca kateter ucundan gelen dalga traseleri izlenerek kateter ucunun pulmoner arterlerinden birine ilerleyip tıkadığı



Şekil 1. Pulmoner arter kateterizasyonunda dalga traseleri.

ği gözlenmelidir. Bu aşamada balon indirildiğinde PAB, balon şişirildiğinde PAOB (kama basıncı, pulmoner kapiller basınç) ölçülmektedir. PAOB kateter ucu ve atriyum arasında kan akımı kesildikten sonra ölçülen bir değerdir ve normal şartlarda sol ventrikül diyastol sonu basıncı gösterir. Balon indirilir ve kateter yerine sabitlenir. Balonun şiş kalması pulmoner arter rüptürü ya da infarktı riski taşımaktadır, bu nedenle PAOB ölçümleri dışında hep inik tutulması önerilir.

Triküspit yetmezliği olanlarda ve sağ kalp yetmezliği olanlarda sağ ventriküle girmek zor olabilir. Bu durumda hastayı sola yatırmak, sağ ventriküle girene kadar balonu salin ile şişirmek denenebilecek yöntemlerdir. Ancak sağ ventriküle girdikten sonra salin boşaltılarak balon tekrar hava ile doldurulmalıdır [8]. Sağ ventriküldeki kateterler kendi üzerlerine kıvrılarak pulmoner artere girmeyebilir. Kateter geri çekilerek, yavaşça tekrar ilerletilmesi denemelidir. Ancak ciddi PAH'ı olan hastalarda bu sorun çözülemeyebilir. Bir grup hastada ise pulmoner artere girilmekle beraber PAOB ölçülemeyebilir. Bu durumda pulmoner arter diyastol basıncı esas alınabilir. Ancak pulmoner vasküler direncin arttığı durumlarda (örneğin; PAH, pulmoner fibroz) pulmoner arter diyastolik basıncı ile PAOB arasındaki fark çok artacak, PAOB yerine kullanılması uygun olmayacaktır.

### PULMONER ARTER KATETERİNİN İDEAL POZİSYONU NASIL OLMALIDIR?

Fizyolojik olarak bakıldığında kapiller basınç ile alveoler basıncın ilişkisine göre akciğer alanları üçe ayrılabilir: Zon 1- Kan akımının olmadığı, ancak ventilasyonun olduğu alanlar, zon 2- Kan akımının aralıklı olup, ekspiryum sırasında alveol basıncının artması nedeniyle akımın kesildiği alanlar, zon 3- Kan akımının kesintisiz devam ettiği alanlar.

Zon 3'te kapiller basınç alveoler basınçtan daha yüksektir. İdeal olarak, sağlıklı ölçümler yapılabilmesi için pulmoner arter kateteri zon 3'te olmalıdır. Bu pozisyonda kapiller akım kesintisiz olup, ölçümler sağlıklı olarak yapılabilecektir. Kateter zon 3 dışındaysa, ölçümler solunumla belirgin değişiklik gösterecek, yanlış yüksek değerler ölçülecektir. Eğer floroskopik yerleştirme yapılmadıysa, kateter pozisyonu akciğer grafisi ile doğrulanmalıdır. Akciğer grafisinde kateter ucu sol atriyum seviyesinin altında, akciğer parankiminin medial 1/3'ünde olmalıdır.

### PULMONER ARTER KATETERİZASYONU İLE ELDE EDİLEBİLECEK HEMODİNAMİK VERİLER NELERDİR?

Pulmoner arter kateterizasyonu sırasında santral venöz basınç (SVB), sağ atriyum basıncı (RAB), sağ ventrikül basıncı ve pulmoner arter sistolik, diyastolik, ortalama basınçları ve PAOB doğrudan ölçülebilir. Normal aralıkları Tablo 2'de verilmiştir. Ayrıca, termodilüsyon yöntemiyle de kardiyak debi (CO) ölçülebilir.

Termodilüsyon yöntemi dolaşıma verilen indikatörün (soğuk su) kan akım hızı ile ters orantılı olarak konsantrasyonunun değişeceği temeline dayanır. Kanın ısısına göre daha düşük ısıda (oda ısısında ya da daha soğuk) 5 cc ya da 10 cc salin ya da %5 dekstroz solüsyonu proksimal lümeninden (sağ atriyum içine) enjekte edilir. Bu sıvı kan ile karışır ve soğumuş kan pulmoner artere geçtiğinde termistör tarafından ısı farkı saptanır. Termistör zaman içindeki değişimi kaydeder ve ısı-zaman eğrisi monitörde görünür. Bu eğri altındaki alan pulmoner arter kan akımı ile ters orantılıdır. Eğer şant yok ise, kan akımı kardiyak debiye denktir. Sağlıklı bir kişide aynı şartlar altında yapılan ardışık ölçümlerde %10'a kadar oynama olabilir. Bu nedenle, ölçümler üç-beş sefer yapılarak ortalamalarının alınması önerilmektedir. Ayrıca Fick yöntemi ile düşük debili hastalarda, anjiyografik olarak da normal kalp anatomisi olanlarda kalp debisinin tayini mümkündür.

Doğrudan ölçülen bu parametreler kullanılarak kardiyak işlevleri gösteren bazı parametreler ile sistematik ve pulmoner vasküler dirençler hesaplanabilir. Vücut yüzey alanına göre düzeltilmiş olan parametreler indeks olarak ifade edilir. Normal aralıkları Tablo 2'de verilmiştir. Bu parametreler ve hesaplamada kullanılan formülleri şöyledir:

- Kardiyak indeks (CI)= CO/BSA
- CI kardiyak debinin vücut yüzey alanı (BSA)'na göre düzeltilmiş halidir.
- Atım hacmi (SV)= CO/HR
- SV kardiyak debinin kalp hızına göre düzeltilmiş halidir.
- Atım hacim indeksi (SVI)= CI/HR

**Tablo 2.** Hemodinamik parametrelerin normal değerleri

Santral venöz basınç	2-6 mmHg
Sağ ventrikül basıncı	
• Sistolik	17-30 mmHg
• Diyastolik	2-6 mmHg
Pulmoner arter sistolik basıncı	
• Sistolik	15-30 mmHg
• Diyastolik	5-13 mmHg
• Ortalama	10-18 mmHg
Pulmoner arter oklüzyon basıncı*	5-12 mmHg
Mikst venöz oksijen satürasyonu	%75
Kardiyak debi	3-7 L/dakika
Kardiyak indeks	2.5-4.5 L/dakika/m <sup>2</sup>
Atım hacmi	70-130 mL/atım
Strok indeks	40-50 mL/atım/m <sup>2</sup>
LV stroke work indeks	40-60 g. m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
RV stroke work indeks	4-8 g. m <sup>2</sup> /m <sup>2</sup>
RV ejeksiyon fraksiyonu	%45-60
RV enddiyastolik volüm	80-150 mL/m <sup>2</sup>
Sistemik vasküler direnç	900-1400 dyne. sn/cm <sup>5</sup>
Sistemik vasküler direnç indeksi	1600-2400 dyne. sn. m <sup>2</sup> /cm <sup>5</sup>
Pulmoner vasküler direnç	60-120 dyne. sn/cm <sup>5</sup>
Pulmoner vasküler direnç indeksi	200-400 dyne. sn. m <sup>2</sup> /cm <sup>5</sup>

\* Pulmoner arter diyastolik basıncının altında olması beklenir.

SVI kardiyak indeksin kalp hızına göre düzeltilmiş halidir.

- Sağ ventrikül ejeksiyon fraksiyonu (RVEF)= SV/RVEDV

RVEF sistol sırasında ventriküldeki kanın dışarı atılan fraksiyonunu ifade eder. SV'nin sağ ventrikül enddiyastolik hacmine (RVEDV) oranına eşittir. RVEF özel kateterler ile doğrudan ölçülebilir. RVEF ölçüldüğünde RVEDV, formül tersine çevrilerek hesaplanabilir.

- RVEDV= SV/RVEF

- Sol ventrikül atım iş yükü indeksi (LVSWI)= (OAB-PAOB) x SVI x 0.0136

LVSWI ventrikül tarafından bir atım hacmi için yapılan iştir. Bunun vücut yüzey alanına göre düzeltilmesi ile LVSWI bulunur. OAB, ortalama arter basıncıdır.

- Sağ ventrikül atım iş yükü indeksi (RVSWI)= (PAB-SVB) x SVI x 0.0136

PAB ortalama pulmoner arter basıncıdır.

- Sistemik vasküler direnç (SVR)= (OAB-RAB) x 80/CO  
SVR sistemik dolaşım boyunca vasküler direnci gösterir.

- Pulmoner vasküler direnç (PVR)= (PAB-PAOB) x 80/CO  
Pulmoner dolaşım boyunca vasküler direnci gösterir.

SVR'nin vücut ağırlığına göre düzeltilmesi ile sistemik vasküler direnç indeksi (SVRI), PVR'nin vücut ağırlığına göre düzeltilmesi ile pulmoner vasküler direnç indeksi (PVRI) hesaplanır.

- SVRI= (MAP-RAP) x 80/CI

- PVRI= (PAB-PAOB) x 80/CI

Ayrıca, mikst venöz oksijen satürasyonu (vO<sub>2</sub>) distal lümeninden alınacak kan örneğinde tayin edilebilir. vO<sub>2</sub> pulmoner arterdeki kanın oksijen satürasyonunu ifade eder. Sistemik kan akımının dolaylı bir göstergesidir. Kardiyak debide azalma, hemoglobinin miktarında azalma, arteriyel oksijen satürasyonunda düşme ile vO<sub>2</sub>'de düşer. PAH'da prognostik değeri vardır [3].

### PULMONER VAZOREAKTİVİTE TESTİ NASIL UYGULANIR ve YORUMLANIR?

Vazoreaktivite testi pulmoner vasküler yatağın vazodilatör ajanlara verdiği yanıtı değerlendirmek amacıyla yapılmaktadır. Primer amaç, kalsiyum kanal blokerleri (KKB) ile tedaviden fayda görecektir hasta grubunu saptamaktır. Pulmoner vasküler alanda hasar ne kadar büyük ise testin pozitif çıkma olasılığı o kadar düşüktür. Vazoreaktivite testinin, PAH hastalarının hemodinamik dengeyi koruma kapasitelerinin kısıtlı olması nedeniyle kısa yarı ömürlü pulmoner vazodilatör ajanlarla yapılması önerilmektedir. Bu test tanı aşamasında yapılmalıdır. Vazoreaktivite testi sırasında kullanılması önerilen farmakolojik ajanlar, uygulama şekilleri ve dozları Tablo 3'te görülmektedir [3,5]. Vazoreaktivite testinin

**Tablo 3.** Vazoreaktivite testinde kullanılması önerilen farmakolojik ajanlar

İlaç	Yol	Yarı ömrü	Doz aralığı*	Doz artırma	Süre
Epoprostenol	İntravenöz	3 dakika	2-12 ng/kg/dakika	2 ng/kg/dakika	10 dakika
Adenozin	İntravenöz	5-10 saniye	50-350 µg/kg/dakika	50 µg/kg/dakika	2 dakika
Nitrik oksit	İnhalasyon	15-30 saniye	10-20 ppm	-	5 dakika

\* Doz aralığı minimum-maksimum kullanılacak dozları göstermektedir. Testin başlangıcında önerilen minimum doz ile başlanmalıdır.

Nitrik oksit kullanımı durumunda doz artımı yapılmaz.

#### Vazoreaktivite testinin pozitif olabilmesi için:

Ortalama pulmoner arter basıncında ≥ 10 mmHg azalma ve ortalama pulmoner arter basıncının ≤ 40 mmHg olması ve kardiyak debide değişme olmaması gerekir.

KKB'lerle de yapılması mümkün olmakla beraber, bu hasta grubunda yüksek dozlarda kullanılmaları ve uzun yarı ömürlü olmalarına bağlı olarak bu ilaçla ilişkili komplikasyonların ortaya çıkma riski yüksektir; bu nedenle günümüzde kullanılmamaktadır [9]. Bir prostosiklin analogu olan iloprostun da vazoreaktivite testi sırasında kullanılabilceği bildirilmişse de, bu ajanla ilgili olarak yeterli deneyimin bulunmaması nedeniyle klavuzlarda kullanılması önerilmemektedir [3,5,10].

Vazoreaktivite testinin pozitif olarak kabul edilebilmesi için ortalama PAB'ın farmakolojik ajan sonrası en az 10 mmHg düşerek 40 mmHg'nın altına inmesi ve bu dönemde kardiyak debide düşüş olmaması gerekir [3,5]. Testin doğru olarak değerlendirilebilmesi için hastalar işlem öncesinde detaylı bir şekilde değerlendirilmeli ve farmakolojik ajanlar uygun aralıklar verilerek kullanılmalıdır [9]. Vazoreaktivite testi ciddi sağ kalp yetmezliği olan ya da hemodinamik olarak stabil olmayan hastalarda uygulanmamalıdır. Nitekim bu hastalara tedavi amaçlı KKB'lerin verilmesi de uygun değildir.

İdiyopatik PAH hastalarının ancak %10-15'inde vazoreaktivite testi pozitif bulunmaktadır. Bu grup hastanın tedavisinde KKB etkili ajanlardır, ancak hastaların yarısında kalıcı tedavi yanıtı alınmaktadır [3,5]. Tedaviye yanıt alınan hasta grubunda prognozun çarpıcı şekilde iyi olduğu bildirilmiştir [11]. Vazoreaktivite testi tedavinin belirlenmesi yanında prognostik bir gösterge olarak da PAH değerlendirilmesinde yol göstericidir. Vazoreaktivite testinin idiyopatik ve ailesel PAH grubu dışında kalan hastaların değerlendirilmesindeki yeri tartışmalıdır. Kollajen doku hastalıklarına sekonder PAH ve kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyonlu hastalarda pozitiflik sıklığı belirgin şekilde daha azdır [3,5]. HÜTF'de vazoreaktivite testi ile değerlendirilen 20 hastadan ancak 1 (%5)'inde pozitif sonuç elde edilmiştir ve bu hasta Sjögren sendromu tanısı ile izlenmektedir [12]. Kronik tromboembolik pulmoner hipertansiyonda PAH ile benzer vasküler değişiklikler olduğu bildirilmiştir [13]. KKB ile tedaviye cevap alınan hastalarda prognozun çok iyi olması, KKB'nin kullanımına ait deneyimin diğer ajanlara göre daha fazla ve maliyetlerinin belirgin az olmaları nedeniyle hastaların tedavi öncesi vazoreaktivite testi ile değerlendirilmeleri gerektiği düşünülebilir. Vazoreaktivite testi negatif olanlara KKB verilmesinin faydasız olmasının yanı sıra sistemik vasküler basınçta düşme sonucu ciddi yan etkilerinin de olacağı akılda tutulmalıdır [3].

### **PULMONER HİPERTANSİYONDA PROGNOSTİK HEMODİNAMİK VERİLER HANGİLERİDİR?**

Sağ kalp kateterizasyonu sırasında elde edilebilecek bazı hemodinamik veriler PAH'ı olan hastalarda prognozu göstermektedir [3]:

- Sağ atriyal basıncın < 12 mmHg olması,
  - Ortalama PAB'ın < 65 mmHg olması,
  - Kardiyak debinin yüksek olması,
  - Mikst venöz oksijen saturasyonunun yüksek olması,
  - Vazoreaktivite testine pozitif akut cevap,
  - Epoprostenol ile üç aylık tedavi sonrası PVR'de < %30 azalma
- olumlu prognostik faktörler olarak bildirilmektedir [3,14].

### **PULMONER ARTER KATETERİZASYONU ve VAZOREAKTİVİTE TESTİNİN KOMPLİKASYONLARI NELERDİR?**

Pulmoner arter kateterizasyonu invaziv bir işlemdir ve buna bağlı komplikasyonlar görülebileceği akılda tutulmalıdır. Yoğun bakıma kabul edilen septik şoktaki hastalarda rutin pulmoner arter kateteri kullanımının artmış mortalite ile sonuçlandığına dair çalışma ile bu kateterlerin kullanım yerlerinin tekrar değerlendirilmesi gündeme gelmiştir [15]. Bu durumu açıklamak amacıyla yapılan çalışmalar bu hastaların beklenen mortalitelerinin zaten yüksek olması dışında, bu hasta grubunda yapılan ölçümlerin sıklıkla yanlış yorumlandığını da göstermiştir [16]. Bu nedenle pulmoner arter kateterizasyonu, alternatif yöntemler mümkün olmadığında, işlem konusunda ve elde edilen verilerin yorumlanmasında tecrübeli kişilerce yapılmalıdır [17].

Pulmoner arter kateterizasyonu heparinize olan, ciddi trombotopenisi olan kanamaya meyilli hastalarda yapılmamalıdır. Pulmoner arter kateterizasyonu sırasında karşılaşılabilecek sorunlar Tablo 4'te görülmektedir. İşlem sırasında ölümcül ritmlerin görülmesi kateterin hemen çıkartılmasını gerektirir. A-V nod hasarı sonucu blok geliştirse pil takılması gerekebilir. Diğer kateterler gibi tromboz veya infeksiyon kaynağı olabilirler. Beş günden uzun süre yerinde bırakılan pulmoner arter kateterlerinde infeksiyon riski belirgin olarak artmaktadır. Bu nedenle, uzun süreli takiplerde en kısa zamanda kateterin çıkartılması önerilir.

Vazoreaktivite testi sırasında verilen ilaçlara bağlı yan etkiler görülebilir. Bunlar Tablo 4'te sıralanmıştır. kullanılan ilaçların etkilerinin dakikalar içinde geçmesi nedeniyle genellikle yan etkiler ciddi sorun oluşturmamaktadır. Ancak adenozin, AV blok riski nedeniyle bilinen AV bloğu olan hastalarda ve bronkokonstriksiyon riski nedeniyle astımlı hastalarda kontrendikedir. Ciddi sol ventrikül disfonksiyonu olanlarda ve ilaca hipersensitivitesi olanlarda epoprostenol kontrendikedir.

**Tablo 4.** Pulmoner arter kateterizasyonu ve vazoreaktivite testinin olası komplikasyonları**Pulmoner arter kateterizasyonuna bağlı komplikasyonlar:**

- Balon rüptürü
- Düşümlenme
- Aritmiler
- A-V nod hasarına bağlı blok
- İntrakardiyak hasar ya da rüptür
- Pulmoner arter perforasyonu (masif hemoptizi)
- Pulmoner infarktüs
- Enfeksiyon riski (> 5 gün dikkat!!!)
- Tromboz, emboli

**Vazoreaktivite testinde kullanılan ilaçlara bağlı komplikasyonlar:**

## Adenozine bağlı:

- Yüzde kızarma
- Sinüs bradikardisi, AV blok
- Bronkokonstriksiyon, dispne
- Anjina tipi göğüs ağrısı
- Bulantı, baş ağrısı, baş dönmesi
- Ventriküler asistol (santral kateterden uygulama sonrası)

## Epoprostenole bağlı:

- Bulantı, kusma, karın ağrısı
- Baş ağrısı
- Hipotansiyon
- Yüzde kızarma
- Göğüs ağrısı, dispne
- Taşikardi, bradikardi
- Kas-iskelet sistemi ağrıları, çene ağrısı
- Döküntü

## Inhale nitrik oksit

- Ciddi hipotansiyon

**Kaynaklar**

1. Gaine SP, Rubin LJ. Primary pulmonary hypertension. *Lancet* 1998; 352:719-25.
2. Farber HW, Loscalzo J. Pulmonary arterial hypertension. *N Engl J Med* 2004; 351:1655-65.
3. Galie N, Torbicki A, Barst R, et al. Guidelines on diagnosis and treatment of pulmonary arterial hypertension. The task force on diagnosis and treatment of pulmonary arterial hypertension of the european society of cardiology. *Eur Heart J* 2004; 25:2243-78.
4. Simonneau G, Galie N, Rubin LJ, et al. Clinical classification of pulmonary hypertension. *J Am Coll Cardiol* 2004; 43:5-12.
5. Badesch DB, Abman SH, Simonneau G, et al. Medical therapy for pulmonary arterial hypertension: updated ACCP evidence-based clinical practice guidelines. *Chest* 2007; 131:1917-28.
6. Denton CP, Cailes JB, Phillips GD, et al. Comparison of doppler echocardiography and right heart catheterization to assess pulmonary hypertension in systemic sclerosis. *Br J Rheumatol* 1997; 36:239-43.
7. Humbert M, Sitbon O, Chaouat A, et al. Pulmonary arterial hypertension in France: results from a national registry. *Am J Respir Crit Care Med* 2006; 173:1023-30.
8. Venus B, Mathru M. A maneuver for bedside pulmonary artery catheterization in patients with right heart failure. *Chest* 1982; 82:803-4.
9. Galie N, Ussia G, Passarelli P, et al. Role of pharmacologic tests in the treatment of primary pulmonary hypertension. *Am J Cardiol* 1995; 75:55-62.
10. Petkov V, Ziesche R, Mosgoeller W, et al. Aerosolised iloprost improves pulmonary haemodynamics in patients with primary pulmonary hypertension receiving continuous epoprostenol treatment. *Thorax* 2001; 56:734-6.
11. Sitbon O, Humbert M, Jais X, et al. Long-term response to calcium channel blockers in idiopathic pulmonary arterial hypertension. *Circulation* 2005; 111:3105-11.
12. Akdoğan A, Kaya B, Altıntaş D ve ark. Pulmoner arteriyel hipertansiyon tanısında sağ kalp kateterizasyonu. *Ulusal Romatoloji Kongresi* 2007:128.
13. Galie N, Kim NH. Pulmonary microvascular disease in chronic thromboembolic pulmonary hypertension. *Proc Am Thorac Soc* 2006; 3:571-6.
14. Sitbon O, Humbert M, Nunes H, et al. Long-term intravenous epoprostenol infusion in primary pulmonary hypertension: prognostic factors and survival. *J Am Coll Cardiol* 2002; 40:780-8.
15. Connors AF Jr, Speroff T, Dawson NV, et al. The effectiveness of right heart catheterization in the initial care of critically ill patients. *SUPPORT Investigators. JAMA* 1996; 276:889-97.
16. Gnaegi A, Feihl F, Perret C. Intensive care physicians' insufficient knowledge of right-heart catheterization at the bedside: time to act? *Crit Care Med* 1997; 25:213-20.
17. Pinsky MR, Vincent JL. Let us use the pulmonary artery catheter correctly and only when we need it. *Crit Care Med* 2005; 33:1119-22.

**SONUÇ**

PAH konusunda kaydedilen gelişmeler günümüzde bu hasta grubuna daha uzun ve kaliteli bir hayat sağlanabilmesi olanağını sunmaktadır. Hemodinamik çalışmalar PAH tanısının kesinleştirilmesinin yanı sıra hastalık şiddetinin ve hastalığın prognozunun belirlenmesinde önemli bilgiler sağlamaktadır. Vazoreaktivite testi bu hasta grubunda seçilecek tedavinin belirlenmesinde önemli bir diğer basamaktır. PAH şüphesi olan hastaların deneyimli merkezlere yönlendirilmeleri, uygun tanı, takip ve tedavi seçeneklerinin kullanılmasını sağlayacaktır.