

# İNVAZİV MONİTORİZASYON

## INVASIVE MONITORING

Ahmet ÖZYAZICIOĞLU, Mehmet KIZILKAYA, Cevdet KOÇOĞULLARI

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi Kalp ve Damar Cerrahisi (AÖ, CK) ve Anestezyoloji ve Reanimasyon (MK)  
Anabilim Dalları, Erzurum

---

### Özet

İnvaziv monitorizasyon, yoğun bakım ve acil ünitelerinin vazgeçilmez ve beceri gerektiren uygulamalarıdır. Bu çalışmada, kanül yerleştirme ile invaziv monitorizasyonun teknik ve komplikasyonları irdelenmiştir.

**Anahtar kelimeler:** *İnvaziv monitorizasyon, Arterial giriş, Santral venöz giriş*

---

### Summary

Invasive monitoring remains an integral skill for the practise of critical care and emergency medicine. This study reviews the technique and science of catheterization and invasive monitoring, with special attention to the complications of the routes of cannulation.

**Key words :** *Invasive monitoring, Arterial access, Central venous access*

## Giriş

Büyük travmalı veya yoğun bakımda yatması gereken hastalarda damar yollarının kullanımı çoğu kez zorunludur. Bu hastalarda santral yerleşimli kateterler tromboembolik olaylara sebep olabilmektedir. Damar çapına göre kalın olan kateterler uzun süre damar içinde kalırsa tromboza veya septik embolilere sebep olabilirler (1). Bundan ötürü bu yolların gerekliliği özenle değerlendirilmeli ve hastanın durumu düzeldiğinde mümkün olan en kısa zamanda çıkarılmalıdır. Kritik hastaların çoğunda invaziv monitorizasyonun (İM) yararları riskinden ağır bastığı için İM endikasyonları giderek genişlemiştir. Bu alandaki iyileşme ve gelişmeler sonucunda azalmış olsa da çeşitli komplikasyonlar ile sıkça karşılaşılabilir. Bu yazıda İM uygulamalarında yapılan işlemler ve uygulama sırasında karşılaşılabilen zorluk ve komplikasyonlara değinilmiştir.

## Arter Girişi

Arter içi hatlar, arter basıncındaki ani basınç değişikliklerinin tespiti kadar, aralıklı kan gazı analizleri için gerekli kanın temini içinde önem taşır. En sık olarak radial arter tercih edilmekle birlikte femoral, dorsalis pedis veya posterior tibial arterlerde bu iş için kullanılabilir. Daha az olarak, aksiller veya yeni doğanlarda umbilikal arter kullanılabilir. Perkütan giriş çoğu kez mümkündür, ancak nadiren "cut-down" gerekebilir. Perkütan yöntemi hiç denemeden direkt "cut-down" ile kanülasyon, özellikle infantlarda hızlı ve daha emniyetli girişi sağlar.

## Radial Arter Kanülasyonu (RAK)

RAK, İM'un en önemli komponentlerinden birisidir. Arterial monitorizasyonda en sık radial arter kullanılır. RAK çocuk ve yetişkin hemen her hastada uygulanabilir. Sık görülmemekle birlikte kateterin tromboza bağlı tıkanması, emboli, elde iskemi ve enfeksiyon gibi komplikasyonlar ile karşılaşılabilir. Buna karşılık kanülün çıkarılmasından sonra vazospazma bağlı geçici oklüzyon ihtimali yüksektir. Bu komplikasyonların görülme ihtimali kanülasyonun dördüncü gününden sonra artmaktadır. Yukarıda sıralanan komplikasyonlardan el iskemisi riski alınacak önlemler ile azaltılabilir. Bu amaçla eldeki sirkülasyonun durumu Allen testi ile değerlendirilebilir. Allen testinde, hastanın kolu yukarıda tutularak venöz kan boşaltılır. Radial ve ulnar arterler parmakla komprese edilir, el aşağı sarkıtılır, ulnar artere yapılan bası kaldırılır. Altı saniye içinde soluklaşan elin renginin düzelmesi ulnar arterin açık olduğunu ve palmar arkusun yeterli olduğunu gösterir. Kızarıklığın 7-15 saniyeden uzun sürede ortaya çıkması ise ulnar arkus dolusunun

yetersiz olduğunu gösterir. Ancak, periferik arter hastalığı olmayanlarda modifiye Allen testinin değeri tartışmalıdır.

## Radial Arter Kanülasyon Tekniği

Kol bir kol tahtası üzerine yerleştirilir; küçük bir yastık bileğin dorsal yüzüne yerleştirilerek bileğin 60 derece ekstansiyonu sağlanır. Cilt antiseptik solüsyonla temizlendikten sonra bölgeye lokal anestezi uygulanır. Radial arter palpe edilir ve 24 veya 22 numara anjiokater ile artere girilir. İğne stile sabit bir şekilde tutulurken, kateter, stile üzerinden arter içine ilerletilir; kanül transdusere bağlanır ve emniyetli bir şekilde tespit edilir. Kateter lümeninin tıkanmasına bağlı olarak trombüs oluşumunu önlemek için kateter aralıklı olarak 2-3 ml heparinli solüsyon ile yıkanır. Bu solüsyon NaCl solüsyonuna 1Ü/1ml olacak şekilde heparin ilavesi ile hazırlanır. Yıkama sırasında daha yüksek volümlerin kullanılması serebrovasküler embolizasyona yol açabileceğinden tehlikelidir (3). Kateterin yıkama işlemi basınçlı infüzyon sistemi kullanılarak saatte 1-3 ml heparinli solüsyon infüzyonu ile de yapılabilir.

## Umbilikal Arter Kanülasyon Tekniği

Yeni doğan bir hastada arter hattı gerektiğinde, doğum sonrası ilk 72 saat içinde umbilikal arter, radial, posterior tibial, veya femoral arter kanülasyonuna alternatif olabilir. Enfeksiyon, iskemi (mezenter) ve tromboz (aortik) gibi ciddi komplikasyonlar radial arter kanülasyonundan daha sık görülür (4). Steril şekilde hazırlanan umbilikal güdük bir bistüri ile açılır. Genellikle, güdükte iki küçük müsküler duvarlı arter ve bir geniş ince duvarlı ven mevcuttur. Umbilikal güdük iki pensetle stabilize edilir ve arter orifisleri bir proba genişletilir. Sonra, kateter nazıkçe arter lümenine ilerletilir. Kanın geri çekilmesi ile lümende olduğu anlaşılır. Kateterin pozisyonunun belirlenmesinde "x-ray'den" yararlanılabilir. X-ray'de kateterin ucunun diyafram seviyesinde olması pozisyonun doğruluğunu teyit eder.

**Tablo 1. Pulmoner Kapiller Wedge Basınç ile Sol Ventrikül End-diastolik Basıncının Korelasyonun Bozulduğu Durumlar**

|                                                                        |
|------------------------------------------------------------------------|
| Mitral regürjitasyon                                                   |
| Parankimal Akciğer hastalıkları<br>(Pulmoner emboli, hipoksi, asidoz ) |
| Taşikardi                                                              |
| Pozitif end-expirator basıncın 10 cm H <sub>2</sub> O üstünde olması   |

### Santral Venöz Giriş (SVY)

SVY santral venöz basınç ölçümü, ilaç verilmesi, yüksek ozmolariteli solüsyonların verilmesi, venöz kan gazları analizi için gerekli kan örneklerinin alınması ve diğer metabolik parametrelerin analizi için vazgeçilmez faydalar sağlar. Hastada atrial veya ventriküler kan karışımının olduğu konjenital bir anomali mevcut ise bu hat kullanılarak yapılan yıkama veya bolus tarzındaki tedaviler hava veya pıhtı ile paradoks emboliye yol açabilir (4).

### Perkütan Femoral Ven Kanülasyonu

Femoral ven kanülasyonu internal juguler veya subklavian ven kanülasyonuna göre bir takım avantajlara sahiptir. Bunlar sırasıyla: Anatominin palpasyonla tesbit edilebilmesi, pnömotoraks riskinin bulunmaması, venöz veya arterial kanamaların kolayca tesbit edilebilmesi ve kompresyonla kontrolünün mümkün olmasıdır. Perineye yakınlığı nedeni ile enfeksiyon riskinin fazla olması ise dezavantaj oluşturur. Ancak, dikkatli uygulanan vakalarda bu riskin diğer bölgelerdeki enfeksiyon riskinden fazla olmadığı da bildirilmektedir (5).

### Perkütan Femoral Ven Kanülasyon Tekniği

Hastanın kalçası bir yastıkla yükseltilir. Cilt steril şartlarda hazırlanır. Simfizis pubis ve superior-anterior iliak spina arasında seyreden inguinal ligament lokalize edilir. Ligamentin altından geçen femoral arter palpe edilir. Giriş bölgesi lokal anestetik ile infiltre edilir. Parmaklar femoral arter nabızını alacak halde tutulurken, setin iğnesi daha medialde seyreden femoral vene yerleştirilir. Kanın geri gelişi gözlemlendikten sonra kılavuz tel iğne içinden gönderilir. İğne çıkarılır, giriş noktası bistüri ile hafifçe genişletilir. Dilatör kılavuz telden geçirilir. Daha sonra dilatör çıkarılır ve kalıcı kanül yerleştirilir. Kanın serbestçe gelmesi intravasküler pozisyonunda olduğunu gösterir.

### İnternal Juguler ve Subklavian Ven Kateterizasyonu

İnternal juguler veya subklavian ven girişi, femoral ven girişinden daha kolay uygulanan bir yöntemdir. Ancak, özellikle erken dönemde ortaya çıkabilen komplikasyonların bir kısmı hayatı tehdit edebilmektedir. Bu komplikasyonların oranı çoğu kez uygulayan hekimin deneyimine bağlı olarak değişmektedir. Pnömotoraks tüm komplikasyonların ¼ veya ½' sini oluşturup %1-5 oranında görülmektedir (6). Tedavi göğüs tüpü uygulaması ile yapılmakla birlikte hastaların 1/4 ile ½' sinde konservatif tedavi yeterli olmaktadır (6). Subklavian arter girişi %0.5-1 oranında görülür (6). Kanamayı önlemek için klavikulanın altına ve üstüne kompresyon uygulamak

genellikle yeterlidir. Kanama, koagülopatisi olan hastalarda öldürücü olabilir. Subklavian arter girişi arterio-venöz fistül veya psedöanevrizma ile de sonuçlanabilir (7). Santral venöz katetere bağlı pulmoner emboli uygulamaların % 0-3' ü arasında bildirilmektedir (8). Ancak, venöz trombozun daha yüksek oranlarda olduğu kabul edilmektedir. Katetere bağlı sepsis oranı ise %1.4 olarak bildirilmektedir (9). İlave, hemotoraks, şilotoraks, perikard tamponadı ve disritmi ortaya çıkabilecek diğer bazı komplikasyonlardır (10).

### İnternal Juguler Ven Giriş Tekniği

Supine pozisyonundaki hastanın başı boynun altına yastık yerleştirilerek geriye doğru düşürülür ve yüz ters tarafa çevrilir. Venöz distansiyon girişi kolaylaştırır. Bu amaçla yapılan Trendelenburg pozisyonu, venöz distansiyon sağlar ve hava embolisi riskini azaltır. Ancak bu pozisyonu diyaliz hastaları gibi solunum güçlüğü olanlarda bazen mümkün olmayabilir. Juguler venöz distansiyonu artırmanın bir diğer yolu ise karaciğer üzerine baskı yapmaktır. Kanülasyon için önce sternokleidomastoid adalenin sternal ve klavikular başları tespit edilerek klavikulanın üzerindeki üçgen belirlenir. Bölge steril bir şekilde örtülür ve lokal anestezi uygulanır. Karotis nabızı medialde palpe edilir. Enjektöre bağlı iğne ile bu üçgene 45 derecelik bir açı ile aynı taraftaki meme ucuna bakacak şekilde girilir. Lümene girildikten sonra, daha önce tarif edildiği gibi sırası ile kılavuz tel, dilatör ve kanül vene yerleştirilir. Kanülasyon için boyunda ven trasesi üzerindeki herhangi bir yerden de girmek mümkündür.

### Subklavian Ven Giriş Tekniği

Hastanın başı orta hatta tutulur ve yuvarlak bir yastık omuzların ortasına konarak pozisyon verilir. Trendelenburg pozisyonu kullanılabilir. Kanülasyon bölgesi steril şartlarda hazırlanır. Subklavian ven klavikulanın medial bölümü altından seyreder. Cilde medioklavikular hat veya biraz lateralinden iğne ile girilir. Klavikula altından ilerleyerek kan gelişi oluncaya kadar ilerlemeye devam edilir. Kan gelince işlemler önceki gibi sırası ile yapılır. Perkütan giriş çoğunlukla başarılı olur. Ancak, küçük çocuklarda işlem zor olabilir. Hastaların %16'sında venöz anatomideki varyasyonlar ve anomaliler hastada perkütan girişin başarısızlıkla sonuçlanmasına neden olabilir (11). Subklavian venin pozisyonu daha önce modifiye Blalock-Taussing şant (sistemik-pulmoner arter şantı) yapılmış hastalarda değişebilir. Bu hastalarda yanlışlıkla şantın kendisine de girmek mümkündür. Son zamanlarda el ultrasonları kullanılarak daha az komplikasyonlu ve daha kolay girişimler mümkün olmaktadır. Göğüs tüpü bulunan hastalarda aynı

tarafından yapılan girişimler hemopnömotoraksın erken tespiti açısından tercih edilmelidir. İşlem sonrası, özellikle de zor girişlerden sonra PA akciğer grafisi ile toraksın değerlendirilmesi uygun olur.

### **Pulmoner Arter Swan-Ganz Kateterizasyonu**

Pulmoner artere kateter yerleştirilmesi ilk olarak 1964'de Bradley tarafından tarif edilmiştir. Swan ve arkadaşları bu tekniği geliştirerek, balonlu pulmoner arter kateterinin klinik uygulamaya girmesini ve kritik durumdaki hastalarda sol ventrikül performansının saptanmasını sağlayarak yeni bir çıkış açmıştır (12). Bu kateter sadece basınç monitorizasyonu aracılığıyla pulmoner arter içine yönlendirilebilmektedir. Pulmoner arter kateteri kullanılmasının santral venöz basınç (SVB) ölçümlerine göre avantajları şu şekilde sıralanabilir:

1. Sol ventrikül dolma basıncını yansıtan pulmoner arter diastolik basıncı (PADB) ve pulmoner kapiller wedge basınç (PKWB) ölçümlerine olanak sağlar,
2. Pulmoner arter sistolik basıncı (PASB) ve ortalama basıncının (PAB) monitorizasyonu ile pulmoner yetmezlik, pulmoner emboli, pulmoner ödem ve hipoksiye bağlı pulmoner vasküler rezistans (PVR) değişiklikleri izlenebilir,
3. Arterio-venöz oksijen farkı (Fick's yöntemi) ile kardiyak debi (KD) ölçümlerine olanak sağlar,
4. Termodilüsyon yöntemi ile KD ölçümünü sağlar.

### **Swan-Ganz Kateterizasyonunun Endikasyonları**

Pulmoner arter kateterizasyonu sol atrial basınç, PKWB, KD ve tekrarlanabilen pulmoner arter basıncı ölçümlerinin yapılmasına imkan sağlar. Aynı zamanda bu teknikle intrapulmoner şant fraksiyonu tahmin edilebilir. İntrapulmoner kateter, miyokardit, kardiomyopati, pulmoner hipertansiyon, komplike konjenital kalp hastalıkları ile komplike akut respiratuar distres sendromunda kullanım alanı bulmaktadır.

### **Pulmoner Arter Kateterizasyon Tekniği**

Bu kateterlerin perkütan yolla sağ juguler veya sol subklavian yoldan yerleştirilmesi tercih edilir, ancak femoral yoldan da yerleştirilmesi mümkündür. Kılavuz tel gönderilerek daha önce tarif edilen prosedürler ile kateter yerleştirilir. Tek yönlü valv kullanılarak hava embolisi veya kanamayı engellemek mümkündür. Kateterde bulunan ilave fleksibl koruyucu körükler, yeni ölçümlerde kateterin tekrar steril bir şekilde yerleştirilmesini sağlar. Kateter sağ atriya ilerletilir, balon karbondioksit ile şişirilir ve kan akımı ile pulmoner artere girmesi sağlanır. Kateterin pulmoner arterde olduğu basınç trasesi ile belirlenir. Pulmoner

artere girişin başarısız olduğu durumlarda katetere floroskopi veya ekokardiografi ile gerekli pozisyon verilebilir. Pulmoner arter kateteri özellikle 5 kg'dan küçük bebeklerde artmış süperior vena kaval tromboz riskine rağmen uygulanabilir (13-14). Kateterin son pozisyonu, balon şişirildiğinde küçük pulmoner arter dallarının rüptüre olma riski nedeniyle çok distalde tutulmaz.

### **Santral Venöz Basınç Ve Pulmoner Kapiller Wedge Basıncın Değerlendirilmesi**

SVB sağ atriumdan ölçülen basınç olup sağ atrium veya sağ ventrikülün volüm ve kompliyansındaki değişimler ile triküspid ve pulmoner kapak fonksiyon bozuklukları veya sağ ventrikül "afterload" artışı (pulmoner hipertansiyon) yansıtır. SVB, sol kalbin dolma basınçları hakkında direkt bilgi vermemekle birlikte sol ventrikül fonksiyonu normal olan hastalarda PKWB ve sol ventrikül diyastol sonu basıncı (SVDSB) hakkında kabaca bilgi verebilir. Ventrikül fonksiyonu iyi olmayan hastalarda ise, sol kalp performansı hakkında bilgi edinebilmek için pulmoner artere kateter yerleştirilebilir. PKWB, sol atrium basıncı (SAB) ve SVDSB'ını gösterir. Bununla birlikte belli durumlarda bu ilişki bozulur (Tablo 1). Bütün statik sıvı kolonlarında olduğu gibi bazı iç ve dış güçler PADB ve PKWB'ın SAB ve SVDSB ile korelasyonunu bozabilir. Örneğin mitral regurjitasyonda PKWB yükselir. Bunun nedeni SVDSB'ındaki artışlardan çok, ventrikül sistolü sırasında, oldukça büyük V dalgalarının oluşmasıdır. Bu dalgaların pulmoner kapiller ve pulmoner arteriyel yatağa iletilmesine bağlı olarak PKWB, PADB'ını geçmektedir. Bunun dışında, akut ve kronik parankimal akciğer hastalıklarında, pulmoner emboli, alveoler hipoksi, asidoz, hipoksemi ve vazoaktif ilaçların kullanılması halinde PVR'ın artması PADB'ı ve PKWB arasındaki ilişkinin bozulmasına yol açar. Bu gibi durumlarda PKWB normal olmasına karşın PADB'ı yükselir. Bu nedenle PADB ve PKWB değerleri karşılaştırılarak, pulmoner emboli veya PVR artışına yol açan bir pulmoner hastalık olup olmadığı ve PADB'ının ortalama sol ventrikül basıncını tam olarak yansıtmayı yansıtmadığı saptanabilir. PADB ve PKWB arasında 5 mm Hg'dan daha az basınç farkı mevcutsa, PADB, SVDSB'ının monitorizasyonu amacı ile kullanılabilir. Kalp hızının 120/dak. nın üzerine çıktığı durumlarda da PADB'ı ile PKWB arasındaki ilişki bozulur. PKWB, kapiller basıncı yansıttığından, pulmoner kapiller yataktan alveol içine veya interstisyel aralığa sıvı sızması ve akciğer ödeminin saptanmasında güvenilir bir kriter olarak kullanılabilir. PKWB arttıkça (yani pulmoner kapillerdeki hidrostatik basınç) akciğerlerin interstisyumuna sıvı sızması ve konjesyon artar. Normal PKWB 5-12 mm Hg'dır.

PKWB, 18-20 mm Hg ya çıktığında pulmoner ödem başlar; 30 mm Hg olduğunda ise akciğer ödeminin bütün klasik bulguları ortaya çıkar. PKWB, kardiyojenik ve nonkardiyojenik akciğer ödeminin birbirinden ayrılmasında da kullanılır. Sepsis ve ARDS'da olduğu gibi kapiller geçirgenliğin arttığı durumlarda, PKWB normal olmasına rağmen akciğer ödemi gelişirken, kardiyojenik ödemde, PKWB' da önemli artışlar meydana gelir. Kalp tamponadında sağ atrium, sağ ventrikül, PADB ve PKWB birbirine eşittir. Subendokardiyal iskemiye bağlı akut mitral regürjitasyonda PKWB trasesinde geniş V dalgaları görülür. Sol ventrikül yetmezliği, mitral stenoz, mitral yetmezlik, konstriktif perikardit ve volüm yüklenmesinde de PKWB yükselir.

### Sonuç

İnvaziv monitörizasyon günümüzde teknolojinin gelişmesine paralel olarak daha güvenli ve yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu yöntemle hastanın kalp debisi ve kan basıncı hakkında tatmin edici değerlendirmeler yapılabilmektedir. Bunun yanında yanlış ölçümlerin yapılabileceği bilinerek değerlendirmelerin bu anlayışla yapılması en uygun yöntem olacaktır.

### Kaynaklar

1. Sherertz RJ, Ely EW, Westbrook DM. Education of physicians-in-training can decrease the risk for vascular catheter infection. *Ann Intern Med* 2000; 132: 641-648
2. Slogoff S, Keats A, Arlund C. On the safety of radial artery cannulation. *Anesthesiology* 1983; 59:42-47

3. Lowenstein E, Little J, Lo H. Prevention of cerebral embolization from flushing radial-artery cannulas. *N Engl J Med* 1971; 25: 1414-1415
4. Anthony C, Frank LH, Gil W. Invasive and noninvasive monitoring. In : Anthony C (ed). *Pediatric Cardiac Intensive Care*, Baltimore: Williams&Wilkins, 1998: 140-146
5. Stenzel J, Green T, Fuhrman B, et al. Percutaneous femoral venous catheterizations: a prospective study of complications. *J Pediatr* 1989; 114: 411-415
6. McCormack T, Lane BE, Tanner WA, et al. Complications of subclavian vein cannulation. *Ir Med J* 1981; 74: 373
7. Hagley SR. Subclavian arteriovenous fistula from central venous catheterization. *Anaesth Intensive care* 1985; 13: 103-106
8. Efsing Ho, Lindbland B, Mark J, et al. Thromboembolic complications from central venous catheters: A comparison of three catheter materials. *World J Surg* 1983; 7: 419-422
9. Smith-Wright D, Green T, Lock J, et al. Complications of vascular catheterization in critically ill children. *Crit Care Med* 1984; 12: 1015-1017
10. Hayashi Y, Uchida O, Takaki O, et al. Internal jugular vein catheterization in infants undergoing cardiovascular surgery: an analysis of the factors influencing succesful catheterization. *Anesth Analg* 1992; 74: 688-693
11. Alderson P, Burrows F, Stemp L, et al. Use of ultrasound to evaluate internal jugular vein anatomy and to facilitate central venous cannulation in paediatric patients. *Br J Anaesth* 1993; 70: 145-148
12. Şahinoğlu A. İnvazif hemodinamik monitorizasyon. In: Tulunay M (ed). *Yoğun Bakım Sorunları ve Tedavileri*. 1<sup>th</sup> ed, Ankara: Set Ofset, 1992: 93-109
13. Roizen M, Berger D, Gabel R, et al. Practise guidelines for pulmonary artery catheterization. *Anesthesiology* 1993; 78: 380-394
14. Introna R, Martin D, Pruett J, et al. Percutaneous pulmonary artery catheterization in pediatric cardiovascular anesthesia; insertion techniques and use. *Anesth Analg* 1990; 70: 562-566

### Yazışma adresi:

Yrd.Doç.Dr.Ahmet ÖZYAZICIOĞLU

Atatürk Üniversitesi Tıp Fakültesi  
Kalp-Damar Cerrahisi Anabilim Dalı,  
25240 Erzurum