



T.C.
SAĞLIK BAKANLIĞI
TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU
FATİH KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ
İSTANBUL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

RADİAL ARTER KATETERİZASYONUNDA ULTRASON
KILAVUZU İLE PALPASYON TEKNİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI

Dr. Hacı Mehmet Saygılı

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON

Uzmanlık Tezi

İSTANBUL-2017



T. C.

SAĞLIK BAKANLIĞI

TÜRKİYE KAMU HASTANELERİ KURUMU

FATİH KAMU HASTANELERİ BİRLİĞİ

İSTANBUL EĞİTİM VE ARAŞTIRMA HASTANESİ

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON KLİNİĞİ

Eğitim Sorumlusu: Doç. Dr. Veysel ERDEN

**RADIAL ARTER KATETERİZASYONUNDA ULTRASON
KILAVUZU İLE PALPASYON TEKNİĞİNİN
KARŞILAŞTIRILMASI**

Dr. Hacı Mehmet Saygılı

ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON

Uzmanlık Tezi

İSTANBUL-2017

Teşekkür

Uzmanlık eğitimim süresince en iyi şekilde yetişebilmemiz için emek harcayan değerli hocam Doçent Dr. Veysel ERDEN'e ve mesleğimi öğrenme ve geliştirme safhalarında emekleri olan kliniğimizdeki uzmanlarıma, asistanlık eğitimim esnasında beraber çalıştığım, bütün bu süre boyunca hayatımı çok yakın olarak paylaştığım değerli asistan arkadaşlarıma, beraber çalıştığımız anestezi teknisyeni, hemşire ve personellere teşekkürlerimi sunarım.

Bugünlere gelmemde büyük emeği geçen aileme,her zaman yanımda oldukları için sonsuz teşekkür ederim.

İSTANBUL/2017

Hacı Mehmet Saygılı

İÇİNDEKİLER

1. GİRİŞ ve AMAÇ	1
2. GENEL BİLGİLER	3
2.1. ELİN ARTER ANATOMİSİ	3
2.2. İNVAZİV ARTERİYEL KATETERİZASYON	5
2.2.1. Arteriyel Kateterizasyon Endikasyonları	5
2.2.2. Arteriyel Kateterizasyon Kontrendikasyonları	6
2.2.3. Arteriyel Kateterizasyon Komplikasyonları	7
2.2.4. Arteriyel Kateterizasyonda Lokalizasyon	10
2.3. RADİAL ARTER KATETERİZASYONUNDA UYGULANAN YAKLAŞIMLAR.....	12
2.3.1. Allen Testi.....	12
2.3.2. Radial Arter Kateterizasyon Teknikleri	13
2.4. ULTRASONOGRAFİ	15
2.4.1. Ultrasonografi Eşliğinde Radial Arter Kateterizasyonu	17
3.GEREÇ ve YÖNTEM	22
4. BULGULAR	24
5. TARTIŞMA	32
KAYNAKLAR	37

KISALTMALAR

USG	Ultrasonografi
KOAH	Kronik obstrüktif akciğer hastalığı
KPB	Kardiyopulmoner bypass
G	Gauge
IV	Intravenöz
SVK	Santral ven kateterizasyonu
2D	İki boyutlu
EKO	Ekokardiyografi
VKİ	Vücut kitle indeksi
SKB	Sistolik kan basıncı
OKB	Ortalama kan basıncı
RAÇ	Radial arter çapı
VAD	Ventriküler destek cihazı
SA/OOP	Out of plane/kısa aks
LA/IP	In plane/uzun aks

TABLO LİSTESİ

Tablo 1. İnvaziv arteriyel basınç monitörizasyonu için endikasyonlar	6
Tablo 2. Arteriyel kateterizasyon kontrendikasyonları.....	7
Tablo 3. Radial arter kateterizasyonunun komplikasyonları	9
Tablo 4. Dokuların ultrasonografi görüntüleri	16
Tablo 5. Hastaların gruplara göre demoğrafik özellikleri.....	24
Tablo 6. Gruplara göre kateterizasyon özellikleri ve arter basınçları	26
Tablo 7. Yaş ve VKİ ile çalışmaya ait değişkenlerinin korelasyonu	27
Tablo 8. VKİ gruplarına göre kateterizasyon özellikleri ve arter basınçları.....	30
Tablo 9. Yaş gruplarına göre kateterizasyon özellikleri ve arter basınçları.....	31

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 1. Elin arter anatomisi.....	4
Şekil 2. Arteriyel dalga formları	11
Şekil 3. Allen testi.....	13
Şekil 4. Radial arter kateterizasyonu	14
Şekil 5. Out of plane ultrasonografi tekniğinde radial arterin görüntüsü	19
Şekil 6. In plane ultrasonografi tekniğinde radial arterin görüntüsü	20
Şekil 7. Hastaların yaş dağılımı	25
Şekil 8. Yöntemler arasında ilk giriş başarı oranı.....	26
Şekil 9. Kateter takılma süresi ile ciltteki perforasyon sayısı arasındaki korelasyon grafiği ...	28
Şekil 10. Ortalama arter basıncı ile ciltteki perforasyon sayısı arasındaki korelasyon grafiği.	28
Şekil 11. Arter çapı ile ciltteki arterin ciltten derinliği arasındaki korelasyon grafiği	29
Şekil 12. Ortalama arter basıncı ile arterin ciltten derinliği, arasındaki korelasyon grafiği	29

ÖZET

Amaç: Anlık ve yakın kan basıncı takibi için uygulanan radial arter kateterizasyonunun geleneksel palpasyon yöntemine kıyasla ultrason kılavuz tekniğini süre ve komplikasyonlar yönüyle karşılaştırmaktır.

Materyal ve metod: Çalışma 18-60 yaş arası, ASA 1-2 sınıfı, elektif cerrahi geçiren 60 hasta ile yapıldı. Hastalar, kateterizasyonu geleneksel palpasyon yöntemi ile yapılanlar(n=30) ve ultrason kılavuzu ile yapılanlar(n=30) olmak üzere iki gruba ayrıldı.

Ameliyat masasına alınan hastalar kalp atım hızı, noninvaziv kan basıncı ve pulse oksimetre ile monitorize edildikten sonra Allen testi uygulandı. Ulnar dolaşımı yeterli olan hastalara kateterizasyon planlandı. Girişim öncesinde bütün hastaların radial arter çapı ve arterin ciltten derinliği ölçüldü. Uygun pozisyon verilip steril şartlar sağlandıktan sonra geleneksel yöntemle kateterize edilecek grupta radial arter izdüşümü palpasyon yöntemiyle belirlendi. Cilt-ciltaltı 45°'lik açı ile geçilip arter ponksiyonu yapıldıktan sonra 45°'lik açı azaltıldı ve iğne çekilerek kateter arter lümenine ilerletilerek yerleştirildi. Ultrason kılavuzluğunda kateterizasyon yapılacak hastalar ise pozisyon verilip steril şartlar sağlandıktan sonra radial arter short axis/out of plane tekniğiyle ultrason ekranında lineer prob ile ortalandı. Cilt-ciltaltı 45°'lik açı ile geçilip kateter arter lümeninde görüntülendikten sonra iğne çekilerek kateter arter lümenine yerleştirildi.

Süre, geleneksel kateterize edilen grupta palpasyon başlangıcından itibaren kateter yerleştirilmesine kadar ölçüldü. Ultrason kılavuzu ile kateterize edilen grupta ise probun cilde temasından itibaren kateter damar içine yerleştirilene kadardı.

Bütün hastalar için ortalama arter basıncı, işlem süresi, kullanılan kateter sayısı, cilt perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, arterin ciltten derinliği, arter çapı ve komplikasyon gerçekleşti ise kaydedildi.

Bulgular:Hastaların yaş, VKİ ve erkek/kadın oranları gibi demografik parametreleri ile arterin ciltten derinliği, arter çapı ve ortalama arter basınçları arasında anlamlı fark yoktu. İki grup arasında cilt perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı ve kullanılan kateter sayısı arasında anlamlı fark bulunamadı. Palpasyon yöntemine kıyasla ultrason kılavuzu ile kateterize edilen grupta kateterizasyon süresi anlamlı olarak uzun bulundu.

Sonuç: Ultrason kılavuzluğunda yapılan radial arter kateterizasyonunun daha uzun süre gerektirdiği saptandı.

Anahtar kelimeler:radial arter, kateterizasyon, ultrason

ABSTRACT

Objectives: The purpose of this study is to compare the ultrasound guiding technique with time and complications in comparison with conventional palpation of radial artery catheterization for immediate and close blood pressure monitoring.

Material and Method: The study was conducted with 60 patients aged 18-60 years, ASA 1-2 class, undergoing elective surgery. Patients were divided into two groups, catheterization with conventional palpation (n = 30) and ultrasound guidance (n = 30).

Patients taken to the operating table were monitored by heart rate, noninvasive blood pressure and pulse oximeter, then Allen test was performed. Patients with sufficient ulnar circulation were planned for catheterization. Radial artery diameter and arterial depth were measured in all patients before the procedure. After appropriate positioning and sterile conditions, radial artery projection was determined by palpation in the conventional catheterized group. The skin and subcutaneous tissue was penetrated at an angle of 45° and after the arterial puncture was performed, the angle of 45 ° was reduced, the needle was retracted and advanced the catheter into the artery lumen. Patients who underwent catheterization with ultrasound guidance were positioned and applied the sterile conditions before displaying radial artery with the linear probe on the ultrasound screen by short axis-out of plane technique. The skin and subcutaneous tissue penetrated at an angle of 45° and displayed the catheter inside the lumen. Then the needle was pulled back and the catheter was placed in the artery.

Duration was measured from radial artery palpation to catheterization in the conventional catheterized group. In the ultrasound guidance group, time measurement was performed from the contact of probe to the skin to completely insertion of catheter into the artery.

Data were recorded for all patients; including mean arterial pressure, duration of procedure, number of catheters used, number of skin perforations, number of needle guidance, depth of artery, arterial diameter and complications.

Results: There was no significant difference between demographic parameters such as age, BMI, and male/female ratios, arterial skin depth, arterial diameter, and mean arterial pressure. As also, no significant difference was found between the number of skin perforations, the number of needle guidance and the number of catheters used between the two

groups. Compared with the palpation method, catheterization time was significantly longer in the catheterized group with ultrasonography.

Conclusion:Radial artery catheterization performed by the ultrasound guidance requires more time.

Key words: radial artery, catheterization, ultrasonography



1. GİRİŞ ve AMAÇ

Arter kateterizasyonu, acil servis, ameliyathane ve yoğun bakım ünitelerinde hekimlerin sıklıkla uygulaması gereken, santral veya periferik bir artere kateter yerleştirilmesi işlemidir. Kateterizasyon işlemlerinde endikasyonlar, kontrendikasyonlar, uygulanacak teknik ve girişim bölgesi iyi belirlenmeli, hekimler girişim öncesi mevcut anatomik yapı ve olası komplikasyonlardan haberdar olmalıdır.

Arteriyel kateterizasyon ilk kez 1856 yılında femoral arterden kan basıncı ölçümü ile tanımlanmıştır¹. Radial arter kateterizasyonunun ilk uygulanış tarihi tam olarak bilinmemekle birlikte, 1949 yılında Peterson tarafından, metal bir iğneden gönderilen plastik bir kateter aracılığı ile arteriyel kan basıncı takibi tarif edilmiştir². 1951'de polietilen kateterler, arteriyel kateterizasyon amacıyla kullanılmaya başlanmış³ ve 1953'te günümüzde de uygulanan Seldinger tekniği literatürde belirtilmiştir⁴.

Günümüzde sık arteriyel kan gazı örnekleme yapılacak hastalarda ve sürekli kan basıncı takibi gerektiren durumlarda arteriyel kateterizasyon tercih edilmektedir⁵. Kateterizasyon işlemi için alt veya üst ekstremite arterleri seçilebilmekle birlikte, çoğunlukla elin beslenmesinde nondominant arter olan radial arter, uygulama kolaylığı ve diğer arter girişimlerine kıyasla olası komplikasyonların azlığı açısından öncelikle tercih edilmektedir⁶.

Bütün girişimsel işlemlerde olduğu gibi arteriyel kateterizasyonunda hem katetere, hem de uygulamaya ait komplikasyon riskleri bulunmaktadır; bu işlemin en sık görülen komplikasyonları kanama, hematoma, psödoanevrizma, enfeksiyon ve sinir hasarı olarak sayılabilir⁷.

Santral venöz veya arteriyel kateterizasyon işlemlerinde en sık kullanılan teknikler anatomik izdüşüm yöntemi veya palpasyon ile arter atımının hissedilerek girişim noktasının belirlenmesidir. Gelişen teknoloji ile ultrasonografi kullanımı anestezi pratiğinde de yaygınlaşmıştır. Ultrasonografi eşliğinde yapılan girişimlerin, klasik yöntemlere kıyasla daha az komplikasyona neden olduğu ve girişim süresini azalttığı yapılan çalışmalarla desteklenmektedir⁸. Ultrasonografi kullanımına dair yapılan bu çalışmalar daha çok santral

kataterizasyon ile ilgili olmasına rağmen başarı oranlarının ultrasonografi kullanımı ile artması, arteriyel kateterizasyon için de ultrasonografi kullanımını gündeme getirmiştir.

Radial arter kateterizasyonu için en sık kullanılan teknik klasik yaklaşım olan palpasyon yöntemi ile arter izdüşümünün belirlenmesidir. Ultrasonografi kullanımının radial arter kateterizasyon başarısına etkisini gösteren sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalarda ultrasonografi avantajından bahsedilmekle birlikte, ultrasonografi eşliğindeki girişimler deneyimli klinisyenlerce gerçekleştirilmiştir⁹⁻¹³. Bizim çalışmamızda ameliyathane koşullarında, elektif vakalarda uygulanan radial arter kateterizasyonunda ultrasonografi kullanımının palpasyon yöntemine kıyasla; başarı oranlarına, işlem sürelerine ve komplikasyon oranlarına etkisinin araştırılması amaçlanmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

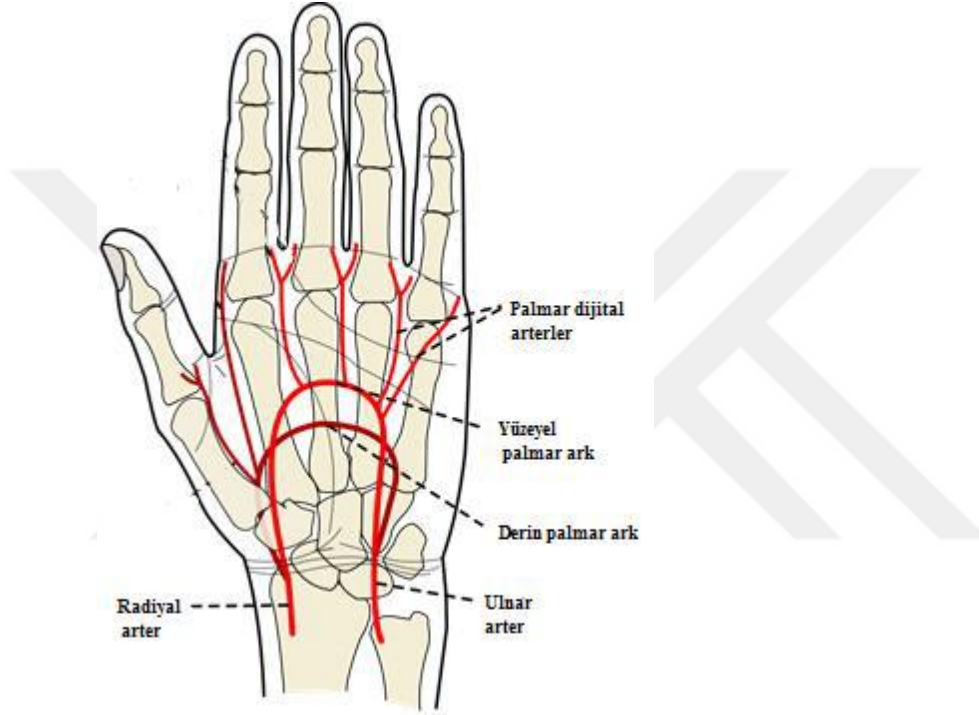
2.1. ELİN ARTER ANATOMİSİ

Üst ekstremitayı besleyen tek arter brakial arterdir. Brakial arter, dirsek ekleminin yaklaşık 1 cm aşağısında önkolu besleyen terminal dallarına; radial ve ulnar artere ayrılır. Brakial arterin dallarına ayrıldığı kısımda ulnar arterin çapı, radial arter çapına kıyasla daha geniştir; ancak ulnar arterin önkol seyri boyunca birçok dallara ayrılması nedeniyle el bileği seviyesinde radial arter çapı daha geniş olabilir ¹⁴.

Radial arter, radius boynu hizasında biceps kasının tendonunun hemen medialinde başlar. Önkoldaki seyri, kübital fossa'nın orta noktası ile radius stiloid çıkıntısını birleştiren çizgi üzerindedir. Seyri boyunca arka yüzü kaslarla çevrilidir. Sadece el bileği yakınında doğrudan radiusun üzerinde yer alır; bu nedenle burada radial arter nabızı palpasyon ile hissedilebilir. Ulnar arter biceps medialinde, kübital fossada brakial arterden ayrılır ve psiform kemiğin lateraline doğru seyrederek. Ulnar arterin seyri sırasında görülen varyasyonlar radial arterden daha fazladır. El bileği seviyesinde ulnar ve radial arterler dallarına ayrılarak elin arteriyel beslenmesini sağlayan dört arkta oluşan bir ağ yapısının meydana getirdiği yapıdır. Ağ yapısının oluşumunda dalların birbirleri ile oluşturdukları anastomozlar önem kazanmaktadır. Elin beslenmesini sağlayan arkların palmar yüzde olanları karpal, derin ve yüzeysel palmar arklardır. Dorsal yüzde ise dorsal palmar ark olacak şekilde tek bir ark bulunur. Derin ve yüzeysel palmar arklar elin bütün parmaklarına kan dolaşımını sağladıkları için klinik olarak en önemlileridir. Derin palmar ark primer olarak radial arterin terminal dalı ile beslenirken, yüzeysel palmar arkın primer arteri ulnar arterdir ¹⁵. Yüzeysel ark, komplet ve inkomplet olarak sınıflandırılabilir. Komplet arka damarlar arasında anastomoz tam olarak sağlanmıştır ve kollateral akımlar parmakların beslenmesini sağlayabileceği için hastalar ulnar ya da radial arterin bağlanmasını tolere edebilirler. Tersine inkomplet arklı hastalarda radial arter tıkanıklığı dijital iskemi riskini belirgin olarak artırabilir ¹⁶. Hastaların çoğunluğunda komplet

ark bulunmaktadır ve koroner bypass için radial arterin çıkarılması komplikasyonlara nadiren neden olmaktadır ¹⁷. Benzer şekilde, literatür bilgileri doğrultusunda, eldeki arteriyel ark yapıları sayesinde radial arter kateterizasyonu ile iskemik komplikasyon riskinin düşük olduğu söylenebilir ¹⁴.

Şekil 1. Elin arter anatomisi



2.2. İNVAZİV ARTERİYEL KATETERİZASYON

Arteriyel kateterizasyon, sürekli kan basıncı takibi yapılması gereken durumlarda hemodinamik değişikliklerin takibi amacı ile veya sık kan örneklemesi gerektiğinde uygulanan, periferik veya santral bir artere kateter yerleştirilmesi işlemidir. Kan basıncı takibinde intraarteriyel monitörizasyon, noninvaziv tekniklerle kıyaslandığında altın standart yaklaşım olarak kabul edilmektedir¹⁸. Bu amaçla pek çok farklı lokalizasyonda arter kullanılabilir ve herbirinin kendine özgü avantajı ve dezavantajı bulunmaktadır. Kateterizasyon işlemi için birbirinden farklı teknikler tanımlanmıştır. Bu tekniklerden hangisinin tercih edileceği uygulayıcının deneyimine ve seçilen artere göre farklılık göstermektedir.

2.2.1. Arteriyel Kateterizasyon Endikasyonları

Direkt arteriyel basınç takibi, anlık kan basıncı değişikliklerinin beklendiği ve bunların tespitinin hayati öneme sahip olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Tablo 1). Özellikle kardiyopulmoner bypass ile kalp cerrahisi, kontrollü hipotansiyon, majör arteriyel klampajlı damar cerrahisi ve vazoaaktif ilaç infüzyonu ihtiyacı gibi durumlarda anlık hemodinamik monitörizasyonun önemi nedeniyle invaziv teknikler tercih edilmektedir. Ayrıca, ciddi kardiyovasküler hastalık veya stabil olmayan bir hemodinami varlığında, planlanan ameliyat prosedürünün ani kardiyovasküler değişikliklere ve hızlı kan kaybı gibi ciddi sıvı değişikliklerine neden olabileceği durumlarda arteriyel kateterizasyon ile kan basıncının invaziv monitörizasyonu planlanmalıdır. Arteriyel kateterizasyonun tek mutlak endikasyonu pulsatil kan akımının sağlanamadığı, bu nedenle noninvaziv kan basıncı ölçümünün mümkün olmadığı kardiyopulmoner bypass cerrahisidir¹⁹⁻²².

Tablo 1. İnvaziv arteriyel basınç monitörizasyonu için endikasyonlar

➤ Büyük sıvı şifflerinin ve/veya kan kayıplarının beklendiği majör cerrahi girişimler
➤ Kardiyopulmoner bypass (KPB) gerektiren cerrahi girişimler
➤ Sık arteriyel kan gazı analizi gerektiren pulmoner hastalığı olan olgular
➤ Anstabil anjina, yeni geçirilmiş myokard enfarktüsü veya ciddi koroner arter hastalığı olan olgular
➤ Sol ventrikül fonksiyonu ciddi derecede bozulmuş veya ciddi valvüler kalp hastalığı bulunan olgular
➤ Şok veya multipl organ yetersizliği
➤ İstemli hipotansiyon veya hipotermi planlanan cerrahi girişimler
➤ Masif travma olguları
➤ Sağ kalp yetmezliği
➤ Kronik obstruktif akciğer hastalığı (KOAH)
➤ Pulmoner hipertansiyon, pulmoner emboli varlığı
➤ İnotrop veya intra-aortik balon pompası kullanımı gerekli olan hastalar
➤ Masif asiti olan olgular
➤ Sık kan örneği alınması gereken, elektrolit veya metabolik bozuklukları olan olgular
➤ Arteriyel basınçın noninvaziv olarak ölçülmesinin mümkün olmadığı olgular (morbid obezite)

Alıntı: TARD Eğitimi Geliştirme Kursu, Kardiyovasküler sistem (modül II)

2.2.2. Arteriyel Kateterizasyon Kontrendikasyonları

Tüm invaziv girişimler belirli endikasyonlar doğrultusunda uygulanmaktadır, ancak bazı özel durumlar varlığında endikasyon dahilinde bile olsa yine de bu işlemlerden kaçınmak gerekebilir. Bu nedenle, işleme yönelik endikasyon ve kontrendikasyonlar doğru belirlenmeli ve hasta için en uygun yaklaşım seçilerek oluşabilecek komplikasyonlar en aza indirilmelidir. Arteriyel kateterizasyon için de diğer invaziv işlemlere benzer kontrendikasyonlar belirlemek mümkündür(Tablo 2).

Bu kontrendikasyonların sınıflandırılması temel olarak aşağıdaki gibi özetlenebilir ²⁰⁻

22.

Lokal enfeksiyon varlığı: Enfekte bir dokudan geçerek kateterin yerleştirilmesi lokalize olmuş bir enfeksiyonun ilerleyerek kateter sepsisi ile sonuçlanmasına neden olabilir.

Koagülopati: Antikoagülan tedavi alan olgularda kateterizasyon gerekli ise periferik arterler tercih edilmelidir. Aksiller ve femoral arter gibi daha geniş çaplı, büyük arterlerin kateterizasyonları sırasında oluşabilecek hematoma gelişimi, vasküler ve nörolojik komplikasyonlarla sonuçlanabilir.

Proksimal obstrüksiyon: İnvaziv basınç ölçümleri sırasında anatomik faktörler santral aortik basıncın yanlış okunmasına neden olabilir. Örnek olarak, üst ekstremitelerin kan akımını azaltan arkus aorta anomalileri ile alt ekstremitelerde kan akımını azaltan aort koarktasyonu verilebilir. Daha önce yapılan girişimler nedeniyle stenoz gelişmiş bir arterde ölçülen nabız basıncı, normal bir arterdeki nabız basıncından düşük olarak ölçülecektir.

Raynaud sendromu: Özellikle perioperatif dönemde önem kazanır çünkü operasyon sırasında meydana gelebilecek hipotermi, olası bir vazospastik atağın tetikleyicisidir. Bu hasta gruplarında femoral ve ya aksiller arter gibi geniş çaplı arterlerin tercih edilmesi uygun olacaktır.

Tablo 2. Arteriyel kateterizasyon kontrendikasyonları

➤ Koagülopati
➤ Lokal enfeksiyon
➤ Proksimal obstrüksiyon
➤ Raynaud sendromu

2.2.3. Arteriyel Kateterizasyon Komplikasyonları

Tüm işlemlerde olduğu gibi arter kateterizasyonunda da bir takım komplikasyonlar mevcuttur (Tablo 3). Komplikasyon riskini azaltmak için kateter çapının arterden küçük olması (örneğin, çalışmamızda kullanılan 20 G iğnenin dış çapı 1,0 mm, radial arter çapı ise ortalama 1,5-3,5mm arasındadır), kateter yıkanmasının sınırlandırılması, aseptik tekniklere dikkat edilmesi gibi yöntemlere özen göstermek gerekmektedir. Ayrıca kateterin mümkün olan en kısa sürede çekilmesi komplikasyon riskini önemli oranda azaltmaktadır²³.

Komplikasyon riskini arttıran faktörler;

- uzamış kateterizasyon,
- hiperlipidemi,
- tekrarlanan girişimler,

- kadın cinsiyet,
- ekstrakorporeal dolaşım,
- vazopresör kullanımı olarak sayılabilir ^{21,22}.

Arter kateterizasyonu sırasında sık görülen komplikasyonlar aşağıda belirtilmektedir ²³⁻²⁵.

Enfeksiyon: Kateter kaynaklı bir komplikasyondur. Enfekte cilt bölgesinden girilmesi ve asepsi kurallarına dikkat edilmemesi ile risk artmaktadır. Uzun süreli kateterizasyon nedeni ile cilt florasının kolonizasyonu da enfeksiyon nedeni olabilir. Lokal enfeksiyon genellikle Staphylococcus epidermidis kaynaklı olmaktadır. Özellikle 4 günden uzun süren kateter uygulamalarında sistemik enfeksiyon riskinde artış olduğu gösterilmiştir ²⁶.

Hemoraji: Arter bağlantı sisteminin ayrılması sonucu ortaya çıkmaktadır ve arter sistemindeki kilitli bağlantılar ile hemoraji önlenebilmektedir.

Tromboz ve distal iskemi: Geniş kateter kullanımı ve arter çapının küçük olması tromboz insidansını arttırmaktadır ²⁷. Amerika Birleşik Devletleri'nde uzun süreli kateterizasyonlarda en sık görülen komplikasyon olarak bildirilmiştir. Trombozun kutanöz dallara kadar ilerlemesi ile cilt nekrozu oluşabilir. Radial arter kateterizasyonu ile hastaların %25'inde genellikle asemptomatik seyreden tromboz gelişebilmektedir. Kateterizasyon işlemi sonrası tromboz gelişimine bağlı, klinik olarak anlamlı olabilecek nekroz veya iskemi nadiren karşımıza çıkmaktadır ²⁸. Kateterizasyon tekniği tromboz insidansını etkilemezken aspirin profilaksisi trombozu önlemede başarılı olabilir. Generalize aterosklerozu olan olgularda distal iskemi insidansında artış beklenir ²⁹. Tromboz oluşumu kateter çıkarıldıktan birkaç gün sonra da meydana gelebilmektedir. Arterde rekanalizasyon oluşumu için geçen sürede yeterli kollateral dolaşım sağlanamazsa tromboz gelişimine bağlı komplikasyonlar ciddi boyutlara ulaşabilmektedir.

Radial arter kateterizasyonu uygulanan olgularda el muayenesi dikkatli şekilde yapılmalı, el iskemisine ait bulgular agresif olarak araştırılmalı ve morbiditeyi azaltmak için erken tedavi edilmelidir. Tedavi genellikle konservatif yaklaşımdır. Fibrinolitik ajanlar, sempatektomi ve cerrahi müdahale ilerleyen olgularda gerekebilir ^{30,31}.

Embolizasyon: Hava veya partiküllerin kateter içine kuvvetle enjeksiyonu distal veya proksimal emboliye neden olabilmektedir. Serebral embolizasyon, sıklıkla aksiller veya temporal arterden kaynaklanır; ancak radial arterden kaynaklanması da mümkündür. Aort arkındaki akımın yönünden dolayı sağ koldan serebral dolaşıma emboli ulaşma olasılığı sol

kola nazaran daha yüksektir. Yıkama solüsyonunun volümü ve hızı da serebral embolizasyon riskini arttırır ³².

Hematom: Özellikle koagülopati varlığında hematom riskinde artış vardır. Direk bası uygulaması ve koagülopatinin düzeltilmesi ile hematom oluşumu azaltılabilir. Hematom gelişimininultrasonografi eşliğinde yapılan kateterizasyon işlemlerinde, klasik yöntemlere kıyasla %43 oranında daha az ortaya çıktığı bildirilmiştir ³³.

Nörolojik hasar: Büyük hematomlar, genellikle kol gibi doku kompartmanının sınırlı olduğu bölgelerde, distal iskemiye ve direk sinir kompresyonuna bağlı nöropatiye yol açabilir. Ayrıca kateterizasyon sırasında direk sinir hasarı da mümkündür. Geniş kılıflı aksiller kateterlerde brakial pleksus hasarı, brakial arter kateterizasyonu sırasında çok sayıda deneme ile median sinir hasarı görülebilmektedir.

Geç vasküler komplikasyonlar: Psödoanevrizma gelişimi, arteriovenöz fistül oluşumu görülebilmektedir ve tedavisi cerrahidir.

Yanlış basınç ölçümü:Kalibrasyonun yanlış yapılmasından veya transduser seviyesinin yanlış ayarlanmasından kaynaklanır. Hipovolemik şoktaki hastalarda radial arter basıncı gerçek aort basıncından anlamlı olarak düşük bulunabilir. Ölçüm yapılan arterin proksimalinde arteriyel stenoz varsa ve Reynaud sendromunda da hatalı ölçümler görülebilir.

Tüm bunlara ilave olarak arterden yanlışlıkla ilaç uygulanması ciddi vazospazm, iskemi ve cilt nekrozu ile sonuçlanabilir.

Tablo 3. Radial arter kateterizasyonunun komplikasyonları

➤ Tromboz, distal iskemi
➤ Psödoanevrizma, arteriyovenöz fistül
➤ Hemoraji, hematom
➤ Arteriyel emboli
➤ Enfeksiyon
➤ Periferik nöropati
➤ Verilerin hatalı yorumlanması
➤ Ekipmanın hatalı kullanımı

2.2.4. Arteriyel Kateterizasyonda Lokalizasyon

Arteriyel kateterizasyonun lokalizasyonunu etkileyen faktörler arasında cerrahinin yeri, hastanın pozisyonu ve cerrahi manüplasyonlar ile arteriyel akımın değişebilecek olması, ekstremitede geçirilmiş cerrahi öyküsü veya iskemi varlığı sayılabilir. Proksimal arteriyel cut-down varlığı da lokalizasyonu etkiler. Bu durum, stenoz veya vasküler tromboz nedeniyle basınç dalgasının sönük ve hatalı olarak düşük basınç okunmasına neden olabilir.

Kateterizasyon için bir çok periferik ve santral arter seçilebilir, ancak uygulama kolaylığı, daha az zaman alması, komplikasyon risklerinin daha düşük olması radial arter seçimini öncelikli olarak akla getirir^{7,23,34}. Arteriyel kateterizasyon için tercih edilen diğer arterler femoral, ulnar, brakial ve aksiller arterlerdir. Ayrıca dorsalis pedis, posterior tibial ve yüzeyel temporal arterlerdaha nadir olarak invaziv basınç izleminde kullanılmaktadır^{19,21,22}.

Radial arterin teknik olarak kanüle edilmesinin kolay oluşu ve elin iyi bir kollateral dolaşıma sahip olmasından dolayı daha az komplikasyon meydana getirir nitelikte oluşu, invaziv kan basıncı izleminde sıklıkla tercih edilen arter olmasına neden olmuştur.

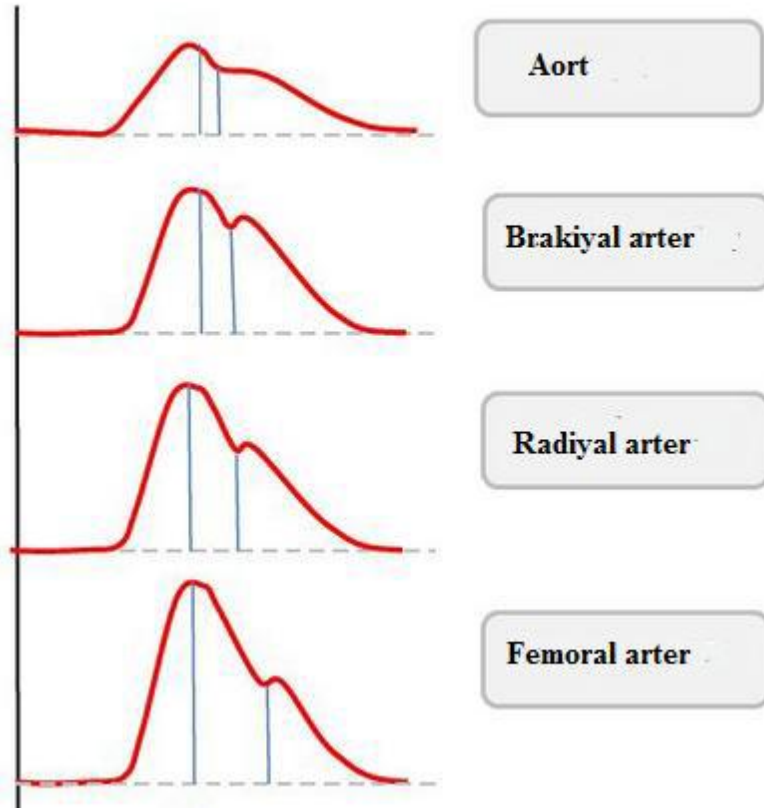
KPB sırasında ve sonrasında hastaların %17-40'ında geçici olarak radial arter ve santral aortik basınç arasında uyumsuzluk gözlenmektedir. Radial arter basıncı genellikle aortik basınçtan daha yüksek ölçülür. Ancak hipotermik kardiyopulmoner bypass sonrası elin vasküler direncinde azalma nedeniyle radial arter basıncı aortik basınçtan daha düşük ölçülür. Bu durumda geçici olarak santral aortik basıncın monitörize edilmesi veya alternatif olarak femoral arter kateterizasyonu faydalı olacaktır²².

Ulnar arter kateterizasyonuradial arter kateterizasyonuna benzer bir teknikle yapılır. İpsilateral radial arter ponksiyonu yapılamamışsa ulnar arter güvenli bir şekilde kanüle edilebilir. Ancak radial arter ponksiyonu olmuş, kateterizasyon başarısız olmuşsa, geçici olarak ortaya çıkabilecek spazm nedeniyle ele giden kan akımını kesintiye uğratmamak ve iskemik komplikasyonlarla karşılaşmamak için ulnar arter kateterizasyonundan kaçınılmalıdır.

Brakial ve aksiller arter basınçlarının KPB öncesinde ve sonrasında radial artere göre santral aortik basıncı daha doğru yansıttığı gösterilmiştir. Aksiller arter, deltoid ve pektoral kasların bileşkesinde Seldinger tekniği ile kanüle edilebilir. Bu teknik, periferik arter hastalığı olanlar için ve yoğun bakım olgularının uzun süreli kateterizasyonunda önerilmektedir. Kateterin ucu aortik arkus içinde olacağı için serebral emboli tehlikesini azaltmak amacı ile yıkama işlemi düşük basınçla yapılmalıdır²⁰.

Toraksik aort cerrahisinde bir üst ekstremitate arterine ilave olarak femoral arter kateterizasyonu da gerekli olabilmektedir. Ayrıca aort koarktasyonu onarımında femoral ve radial arterin aynı anda monitörize edilmesi, onarımı takiben cerrahi girişimin yeterliliğinin denetlenmesine olanak tanır. Femoral arterdeki aterom plakları emboli ve distal iskemi gelişimine neden olabilir. İskemik komplikasyon ve psödoanevrizma riski yüksektir. İnce kateter varlığında komplikasyon oranlarında azalma gözlenmiştir. Şekil 2’de arteriyel dalga formları gösterilmiştir. Aorttan uzaklaştıkça sistolik basınç artar, dikrotik çentik uzaklaşır, ortalama arter basıncı ise genellikle sabittir.

Şekil 2. Arteriyel dalga formları



2.3. RADIAL ARTER KATETERİZASYONUNDA UYGULANAN YAKLAŞIMLAR

Radial arter kateterizasyonu için sıklıkla nondominant el seçilir ve kateterizasyon öncesi radial ve ulnar arterlerin her ikisinin de dolaşıma katılıp katılmadığı yani eldeki kollateral akımın yeterliliği bir takım testlerle araştırılmaktadır. Bu testlere örnek olarak, pulse oksimetri, pletismografi, Doppler ultrasonografi kullanılması ve Allen testi yapılması sayılabilir. Anestezi pratiğinde en sık tercih edilen yöntem Allen testidir. Genel anestezi alan hastalarda bu tanısal testlerin anestezi uygulamasından önce yapılması gerekir; çünkü birçok anestezik ajan meydana getirdiği vazodilatasyon sonucu kan akımlarında ve damar çaplarında değişikliklere sebep olabilir^{7,35}.

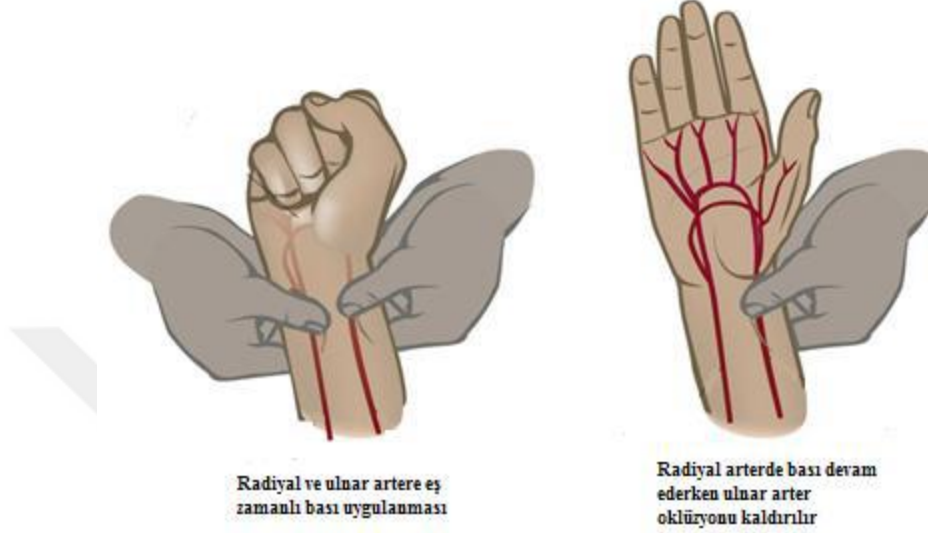
2.3.1. Allen Testi

Bu değerlendirme ilk kez 1929 yılında E.V. Allen tarafından tanımlanmış olup tromboanjitis obliterans bulunan hastaların ellerinde arteriyel stenoz değerlendirmesi için kullanılan bir tekniktir. Klinisyen, radial ve ulnar arterleri sıkıştırarak hastadan yumruğunu sıkmasını ister. Arterler oklüze haldeyken hasta parmaklarını germeden yumruğunu açar, ulnar arter oklüzyonu kaldırılır (Şekil 3). Normal şartlarda, 5 saniye gibi kısa bir sürede avuç içine kan dolması ve elde renk değişikliği meydana gelmesi beklenir. Avuç içi daha uzun süre (10 saniye) solgunluğunu koruyorsa, ciddi ölçüde azalan ulnar kollateral akım varlığı düşünülür. Allen testi ile elin kan dolaşımında dominant arterin radial arter olduğuna karar verilirse, ulnar arter kateterizasyon için seçilebilir³⁶.

Vaglimigli ve ark.³⁷ yaptıkları çalışmada radial arter girişimlerinden sonra iskemi tespitinde Allen testinin güvenilirliğini test etmek için girişim sonrası laktat düzeylerini ölçmüşlerdir. Bu çalışmada iskemik olaylarda beklenen laktat düzeylerindeki artış, kollateral dolaşımı belirleyen Allen testi sonuçları ile karşılaştırıldığında veriler arasında korelasyon olmadığı tespit edilmiştir. Allen testi ile yeterli kollateral akım tespit edilmiş bile olsa laktat düzeylerinde artış olabileceği ve klinik olarak önemi bilinmeyen iskemi gelişebileceği bildirilmiştir³⁷. Distal iskemi tespitinde Allen testinin tamamen güvenilir bir yöntem olmadığı bilinmektedir³⁸. Radial arter kateterizasyonu sonrası, erken veya geç oklüzyon ile sonuçlanabilen radial arter kan akımında azalma ortaya çıkmaktadır. Bu anormal radial akım, kateterizasyon uygulanan hastalarda %28 oranında gözlenebilmekte³⁹, dekateterizasyon sonrası 24 saat boyunca devam edebilmektedir⁴⁰. Radial arter kan akımındaki azalma, ulnar arter çapı ve ulnar kan akımında artış ile kompanse edilebilmektedir. Bu nedenle

kateterizasyon öncesi kollateral dolaşımı ölçen testler, her ne kadar güvenilirlikleri tartışmalı olsa da önerilmektedir ⁴¹.

Şekil 3. Allen testi



2.3.2. Radial Arter Kateterizasyon Teknikleri

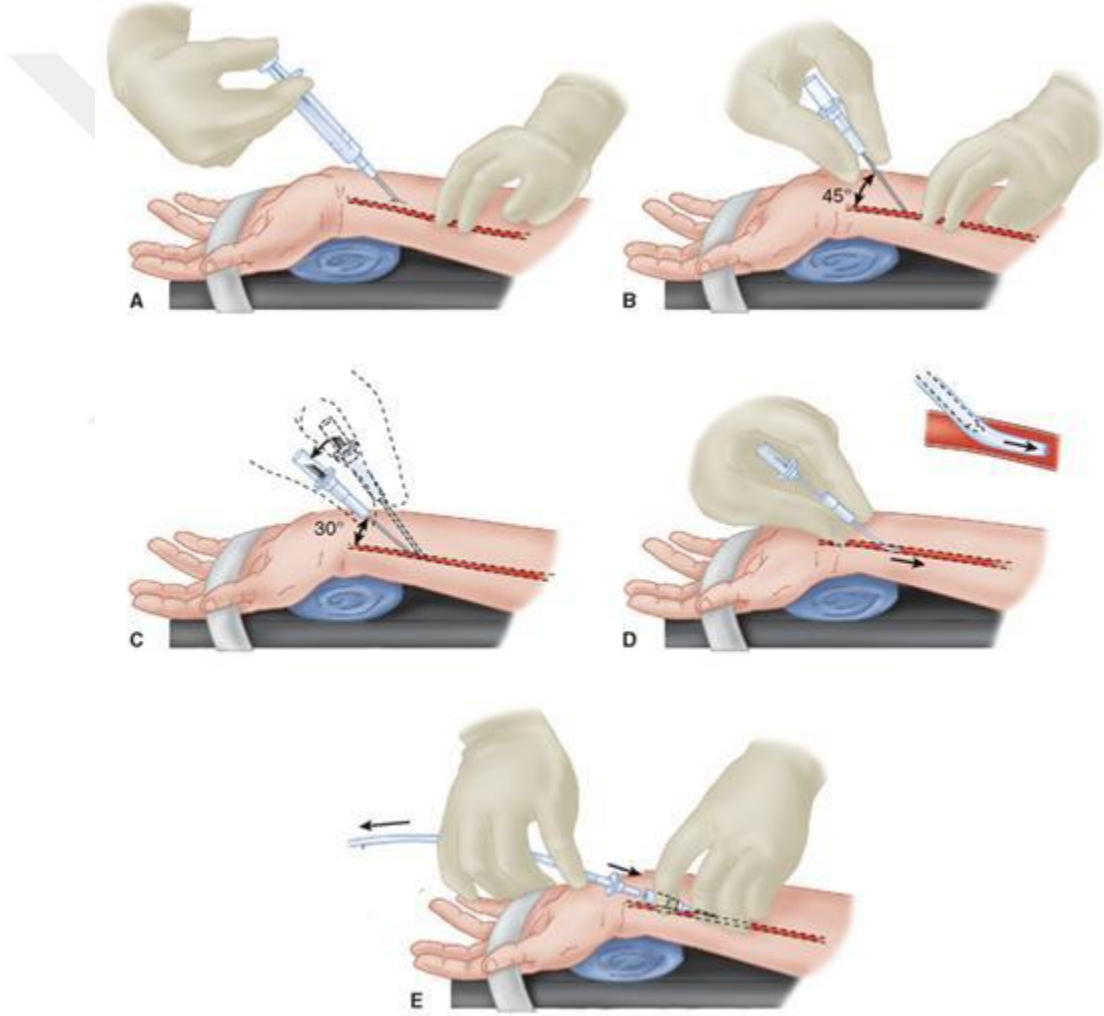
Radial arter kateterizasyonu birkaç farklı teknik kullanılarak uygulanabilir. Arteriyel kateterizasyonun başarı yüzdesini arttırmak, daha az komplikasyona neden olmak için uygun teknik kullanılmalıdır. Günümüzde radial arterin palpasyon ile direkt olarak veya ultrasonografi rehberliğinde kateterize edilmesi diğer yöntemlere kıyasla daha çok tercih edilmektedir ²⁴.

Direkt kateterizasyon: Palpasyon ile arter trasesinin belirlenmesi esasına dayanan bu teknikte bileğin dorsifleksiyona getirilerek tespit edilmesi gerekmektedir. Yapılan çalışmalarda işlem başarısını arttırmak için en uygun açının 45° olduğu belirlenmiştir. 45° 'ye kadar arterin yüksekliğinde değişme olmaksızın arter ve cilt arasındaki mesafe azalmış ve girişim başarısında artış saptanmıştır ⁴². Bileğin süpinasyon ve ekstansiyonu radial arter ve cilt arasındaki mesafeyi azaltarak arterinen iyi şekilde açığa çıkmasını sağlamaktadır ^{43,44}. Ancak bilek açısındaki abartılı artışlar ile median sinir kompresyon riskinde artışa neden olabileceği için dikkatli olunmalıdır ¹⁹.

Bu yöntemde bileğe uygun pozisyon verildikten sonra radial arter atımı palpe edilir, impulsun en iyi hissedildiği bölge üzerinde nondominant elin 2. ve 3. parmakları ile arterin seyri belirlenir, cilt dezenfektan ile temizlendikten sonra uygulayıcıya bağlı olarak lokal anestezi uygulaması yapılabilir, tercihen 20 Gauge (G) intravenöz (IV) kanül ile 45° 'lik bir açı ile cilt/ciltaltı geçilir.

Kan geldiğinde giriş açısı 30°'ye kadar azaltılarak kateterin lümen içinde olduğundan emin olmak için 1-2 mm daha ilerletilir ve iğne çıkarılarak kateter ilerletilir ve basınç hatlı transduser sistemi kanüle bağlanır (Şekil 4). Basınç sisteminin pıhtı oluşumu ile tıkanması sık karşılaşılan bir komplikasyondur, bu riskin en aza indirilmesi için heparinli yıkama solüsyonları kullanılmıştır⁴⁵. Ancak yapılan çalışmalarda heparinsiz yıkama solüsyonlarının trombus oluşumunu önlediği, heparine bağlı gelişebilecek komplikasyonları azalttığı gösterilmiştir^{46,47}.

Şekil 4. Radial arter kateterizasyonu



A: Uygun pozisyon ve arterin palpasyonu. Cilt temizliği sonrası 25 G iğne ile lokal anestetik infiltrasyonu. B: 20-22G kateter kullanılarak 45° açı ile cilt geçilir C:Kateter arkasına kan dolması arter içine girildiğinin göstergesidir, kateter 30° açığa düşürülerek lümen içinde kalmasını sağlamak için 1-2mm daha ilerletilir. D: Kateter içinden iğne çıkarılır. E: Arteriyel basınç monitörizasyon sistemine bağlanır (Alıntı: Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Cardiovascular Monitoring In: Morgan & Mikhail's Clinical Anesthesiology. 5th ed. USA: The McGraw-Hill Companies, 2013: 94)

Seldinger tekniği, transfiksasyon, cerrahi cutdown, ultrasonografi ve Doppler yardımcı teknik diğer kateterizasyon yöntemleridir ¹⁹.

Seldinger tekniği: Arter bir iğne ile lokalize edilir, iğnenin içinden kılavuz tel geçirilerek iğne çıkartılır. Kateter, kılavuz tel üzerinden arter içerisine ilerletilir.

Transfiksasyon: Arterin posterior duvarı kasten delinir, daha sonra kateter geri çekilerek kanın tekrar geldiği gözlendiğinde kateter lümen içinde ilerletilir.

Cerrahi cutdown: Cilt insizyonu ile çevre dokular arter duvarından ayrılır ve doğrudan görerek arter, iğne üzerinden kateter ile kanüle edilir. Girişini kolaylaştırmak için arter duvarına da insizyon yapılabilir.

Doppler yardımcı teknik: Arter, doppler akım probu ile lokalize edilerek kateter bu doppler sinyallerine göre ilerletilir. Özellikle çocuklarda ve bebeklerde yararlı olabilir.

Ultrasonografi eşliğinde kateterizasyon: Arterin ve kateterin ultrasonografi eşliğinde eş zamanlı görüntülenmesi ile uygulanan tekniktir.

2.4. ULTRASONOGRAFİ

Ultrasonografi, vücuda yüksek frekanslı ses dalgaları gönderip farklı doku yüzeylerinden yansımalarını saptama temeline dayanır. 2-15 MHz aralığındaki bu ses dalgalarının yansıması, anatomik yapılar arasındaki “akustik empedans” ve “ultrasonik dalganın açısına” bağlıdır. Sesin yayılım yönündeki dokular arasındaki farklılık ne kadar fazla ise yansıma da o kadar çok olacaktır. Ultrasonografi incelemesinde, sesin frekansı arttıkça görüntünün ayrıntısı artar; fakat sesin penetrasyonu azaldığı için derin yapıların görüntülenmesi olanaksızlaşır.

Ultrasonografi cihazlarında ses dalgalarını ve elektrik sinyalini birbirine dönüştüren seramik disklere transduser, transduseri taşıyan başlığa da prob adı verilmektedir. Probdaki en önemli bileşen piezoelektrik kristalidir. Bu kristal transduserin ön yüzüne yakın yerleştirilir ve kristale voltaj uygulanması ile kristalde mekanik deformiteye neden olarak kristalin fiziksel boyutunun değişmesine neden olur ve ultrases dalgaları oluşur.

Günümüzde farklı derinlik, anatomik yapı ve dokuların izlenebilmesine olanak sağlayan çeşitli prob türleri vardır. Genel olarak incelenen dokuya uygun, en iyi görüntünün elde edilebileceği en yüksek frekanstaki prob tercih edilmelidir. Yüksek frekansta yüzeysel dokular, düşük frekansta ise derin dokular daha iyi görüntülenebilmektedir. Yani yüksek

frekans ile (10-15 MHz) çözünürlük fazla, penetrasyon ise daha azdır (3-4cm). 2-4 MHz gibi penetrasyonu fazla olan düşük frekanslar ekokardiyografi gibi işlemlerde faydalıdır. İncelenen bölge, hastanın boyutları (pediatrik /erişkin, obez/zayıf vucüt yapısı), kas ve yağ dokusu ile derinlik prob seçiminde dikkate alınmalıdır ^{10-12,48,49}.

Transdüser aracılığıyla dönüştürülen ses dalgaları bir monitör üzerinde eş zamanlı olarak görüntülenir. Ultrasonda A mod, B mod ve TM mod olmak üzere üç mod bulunmaktadır. A mod (amplitüd) en basit mod olup dönen ekoların şiddetini ve gecikme zamanlarını gösterir, sanayide kullanılmıştır. B mod (parlaklık-brightness) görüntülemeyi sağlayan esas moddur ve doku kesitlerinin görüntüsünü oluşturur. TM mod (zaman- hareket modu) ise hareketli dokuların incelenmesinde (örneğin EKO) kullanılır.

Gri skala 1972’de geliştirilmiştir ve değişik eko şiddetlerinin farklı gri tonlar olarak görüntülenmesi prensibine dayanır. Gri skala kesit yönteminde görüntüler yansımaların amplitüdüleri ile oluşturulur. Görüntülerde ekoların yoğun olduğu bölgeler hiperekoik (beyaz), az olduğu bölgeler hipoekoik, hiç bulunmadığı kesimler ise anekoik (siyah) olarak tanımlanır ⁴⁹. Dokular farklı ultrasonik parlaklığa yani ekojeniteye sahiptir (Tablo 4). Sert organlar beyaz, yumuşak organlar gri, sıvı organlar siyah olarak gözükür. Bir organda ne kadar değişik yoğunluk bir arada ise o organ o kadar iyi izlenir.

Tablo 4.Dokuların ultrasonografi görüntüleri

DOKU	Ultrasonografi GÖRÜNTÜSÜ
Arter	Anekoik (pulsatil)
Ven	Anekoik (komprese edilebilir)
Sinir	Hiper/hipoekoik
Kemik	Hiperekoik ve hipoekoik gölge
Tendon	Hiper/hipoekoik
Kas	Heterojen (hiperekoik çizgiler ve hipoekoik doku)
Yağ	Hipoekoik, düzensiz hiperekoik çizgiler

Ultrasonografi en çok sıvı içeren organların ve yapıların incelenmesinde yararlıdır. Kemik gibi katı yapılar ve akciğer gibi hava dolu organlar ultrasonografide iyi görünmezler. Fakat sıvı içeren organlardaki kitle ve katı oluşumlar izlenebilir.

İlerleyen teknoloji ile kan damarlarındaki sıvının yönü ve hızı ölçülebilecek duruma gelmiştir. Bu işlem doppler etki denilen fiziksel işlem sayesinde mümkün olmaktadır. Hareket

ile ses dalgalarının değişen frekansı, hareket etmeyen organlardan yansıyan ses dalgalarından farklıdır. Doppler ultrasonografi’de frekans ve faz değişiklikleri işlenerek kan akımı değerlendirilir. Cihaza doğru olan akımlar kırmızı cihazdan uzaklaşan akımlar mavi renkte görülür⁵⁰.

2.4.1. Ultrasonografi Eşliğinde Radial Arter Kateterizasyonu

Tıp alanında ultrasonografi cihazının kullanımı ilk kez 1950’lerde başlamış ve bu güne dek popüleritesi gittikçe artmıştır. Anestezi pratiğinin ultrasonografi ile tanışması ise 1978’de Ia Grange ve arkadaşlarının supraklavikular blok uygulaması ile olmuştur⁵¹. Vasküler girişimlerde ultrasonografi kullanımı daha sonraki yıllarda internal juguler ven kateterizasyonu ile başlamıştır^{52,53}.

Sağlık Hizmeti Araştırma ve Kalite Ajansı (Agency for Healthcare Research and Quality) 2001’de cerrahi, anestezi, acil tıp, dahiliye ve aile hekimliği personeline uyguladığı anket sonucu, kanita dayalı değerlendirmeye hasta güvenliğini arttırmak ve komplikasyon oranını azaltmak için santral venöz kateterizasyonda ultrasonografi kullanımını faydalı bulmuştur⁵⁴. Günümüzde anestezi pratiğinde ultrasonografi en çok santral ven kateterizasyonu (SVK) için kullanılmakta olup arteriyel kateterizasyonlar ve periferik sinir blok uygulamalarında da yeri ve avantajları bulunmaktadır. Ultrasonografi kullanımı, radial arter kateterizasyonunda, santral ven kateterizasyonunda olduğu kadar popüler olmamakla birlikte, komplikasyonların azalması, işlem süresinin kısalması gibi avantajları olduğu bildirilmektedir⁵¹. Arteriyel pulsasyonun palpe edilemediği durumlarda arter trasesinin belirlenip klasik yöntemle kateterizasyon yapılmasının zorlukları bulunmaktadır; tekrarlayan girişimler ile komplikasyonlarda artış⁵⁵, hasta konforunda azalma ve acil girişim gerektiren durumlarda gecikme ve kateterizasyonda başarısızlık yaşanabilmektedir⁵⁰. Yapılan çalışmalarda ventriküler destek cihazı varlığında ve bypass sırasındaki nonpulsatil akım durumunda, radial arter palpasyonunun zor olduğu hastalarda⁵⁶, ayrıca anatomik varyasyonu olan⁵⁷, hipotansif⁵⁸, ödemli⁵⁹ hastalarda ultrasonografi kullanımı özellikle önerilmektedir.

Ultrasonografi kılavuzluğunda arteriyel kateterizasyon bir kaç yolla yapılabilir:

Kateterizasyon öncesinde veya esnasında Doppler ultrasonografi ile arterin yeri tespit edilebilir¹⁹. Doppler ultrasonografi eşliğinde radial arteriyel kateterizasyonu ilk kez 1976’da Nagabhushan tarafından tanımlanmıştır⁶⁰. Arter yerinin belirlenmesinde Doppler ultrasonografi’nin palpasyona üstünlüğü olmadığı kanıtlanmış, ancak nabızsız hastalarda faydalı olabileceği Tada ve ark. tarafından hemorajik şoktaki hastalarda gösterilmiştir⁶¹.

İki boyutlu ultrasonografi ile arter pulsatil bir yapı olarak görülür. Ultrasonografi rehberliğinde hem transvers (kısa aks) hem de longitudinal (uzun aks) görüntüleme uygundur.

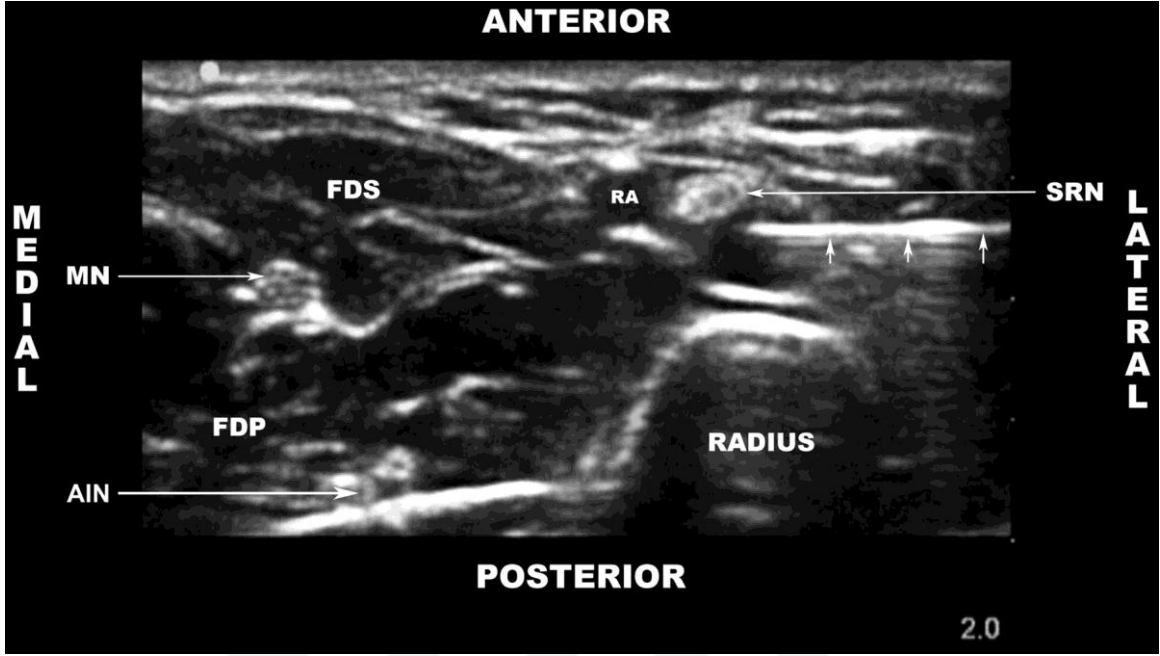
Ultrasonografi rehberliğinde radial arter kateterizasyonunun anahtar basamakları şu şekilde sıralanabilir:

- Ekipmanın hazırlanması
- Asepsinin sağlanması
- Allen testi ile ulnar akım değerlendirilerek el bileğine uygun açı verilmesi
- Ultrasonografi ile anatominin görüntülenmesi
- Kateter ve iğne ucu görüntülenerek arteriyel ponksiyon yapılması
- Branülün arkasına kan doluşu görülerek kateterin ilerletilmesi

Günümüzde popüler olmaya başlayan ultrasonografi eşliğinde arteriyel kateterizasyon yöntemi, arterin ve kateterin ultrasonografi aracılığı ile direk olarak görülmesi prensibine dayanır. Bu teknikte kateter ve iğne ucu gerçek, eş zamanlı olarak ultrasonografi eşliğinde görüntülenerek arter lümenine ilerletilir, lümene girdiği ekranda görülüp kateter arkasına kan geldiği noktada iğne çekilir ve kateter yerleştirilir.

Ultrasonografi aracılı radial arter kateterizasyonu için iki farklı teknik kullanılmaktadır.^{9,13,55} Bunlardan ilki ultrasonografi probunun damara paralel konumlandırılması ile arterin uzun aks görüntüsü oluşturan “in plane” teknik, ikincisi ise probun damara dik konumlandırılması ile kısa aks görüntüsü oluşturan “out of plane” tekniktir. Out of plane teknik ile transdüser damara transvers olarak konumlandırılarak arterin dairesel, anaekoik görüntüsü oluşturulur. Ultrasonografi ekranında eş zamanlı olarak ven, sinir yapıları gibi komşu anatomik oluşumlar da görüntülenmektedir. Ekranda dairesel arterin pulsasyonu gözlenir, dominant elle tutulan iğne transdüserine dik olarak cilt- cilt altını geçecek şekilde ilerletilir, damar içine ulaştığında ultrasonografi ekranında lümen içinde bir nokta olarak görülür (Şekil 5).

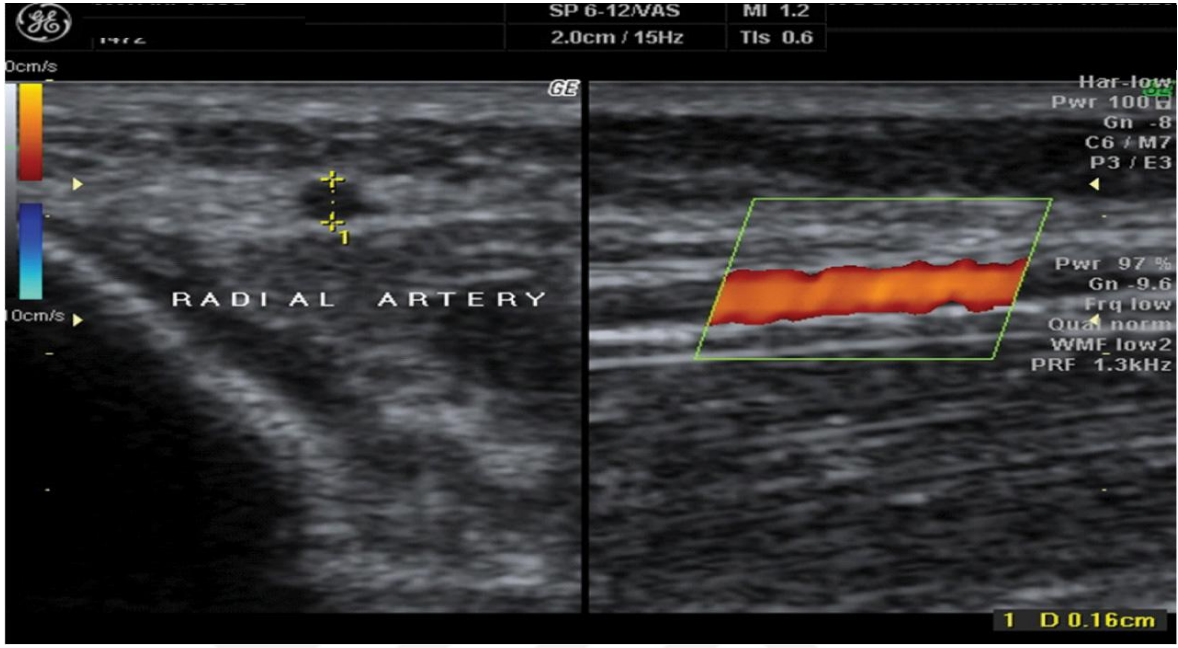
Şekil 5. Out of plane ultrasonografi tekniğinde radial arterin görüntüsü



(Alıntı: Quan Z, Tian M, Chi P, Cao Y, Li X, Peng K. Modified short-axis out-of plane ultrasound versus conventional long-axis in-plane ultrasound to guide radial artery cannulation: a randomized controlled trial. *Anesth Analg*. 2014 Jul; 119 (1): 163-9)

In plane teknikte de out of plane tekniğe benzer şekilde ultrasonografi ekranında arter, ven, sinir yapıları ve iğne hareketi eş zamanlı olarak görüntülenir. Ancak transdüsere konumlandırılması ve ekranda meydana gelen görüntü daha farklıdır. Prob direkt olarak artere paralel olacak şekilde bileğe yerleştirilerek damar yapısının bulunması bir yöntem olabileceği gibi arterin öncelikle out of plane yöntemle dairesel şekilde ekranda gösterilmesi daha çok tercih edilen bir yöntemdir. Transvers yerleştirilen transdüser, arter dairesel bir yapı olarak karşımıza çıkınca 90 derece döndürülür, bu sırada arter görüntüsü ekranın ortasında korunur. In plane teknik ile arter tübül anekoik bir yapı olarak görülür. İğne transdüsere paralel olacak şekilde ilerletilirken iğne ve arter aynı düzlemde görüntülenecektir (Şekil 6).

Şekil 6. In plane ultrasonografi tekniğinde radial arterin görüntüsü



(Alıntı: Quan Z, Tian M, Chi P, Cao Y, Li X, Peng K. Modified short-axis out-of-plane ultrasound versus conventional long-axis in-plane ultrasound to guide radial artery cannulation: a randomized controlled trial. *Anesth Analg*. 2014 Jul; 119 (1): 163-9)

Radial arter kateterizasyonunun ultrasonografi eşliğinde gerçekleştirilmesi için kesin endikasyonlar bulunmamaktadır. Ancak kateterizasyon işlemlerinin ultrasonografi ile yapılmasının kanıtlanmış bir takım avantajları vardır^{62,63}. Ultrasonografi ile gerçek-eş zamanlı inceleme olanağının olması sinir ve damarların çapı, cilde olan uzaklığı ve çevre anatomik yapıları ince şansının bulunması, iğnenin izlediği yolun görülmesi ultrasonografi cihazının taşınabilirliği, uygulama kolaylığı, incelemenin radyasyon içermemesi bu avantajlardan sayılabilir.

Bununla birlikte ultrasonografi kullanımının uygulayıcının bilgi ve becerisine bağlı olması, konvansiyonel yöntemlere kıyasla yüksek maliyet içermesi ve zaman alması dezavantajları olarak sayılabilir. Klinisyen diğer girişimsel işlemlerde ultrasonografi kullanıyorsa ve kateterizasyon uygulamasında deneyimli sayılıyorsa, radial arter kateterizasyonu için ultrasonografi kullanımını kolayca öğrenebilir. Cihaz, işlem sırasında kullanılan steril ultrasonografi örtüleri ve girişimcinin eğitilmesi belli bir maliyete neden olur. Ancak ultrasonografi eşliğinde ilk giriş başarısının artırılması ile kullanılan kateter sayısının azaltılması, özellikle komplikasyonlarda azalma sağlanması uzun dönemde maliyet artışını dengeleyecektir⁵⁶.

Zamanla acil kullanımlar için yüksek frekanslı ve lineer problu taşınabilir ultrasonografi cihazları geliştirilmiştir. Günümüzde sadece anestezi uygulamalarında kullanılmak için tasarlanmış, görüntü kalitesi iyi, aynı zamanda boyutları ve maliyeti göreceli olarak daha küçük, kolaylıkla taşınabilir cihazlar bulunmaktadır. Anestezi doktorlarının ihtiyaçlarına özel yeni cihazların kullanıma sunulması ile ultrasonografinin anestezi uzmanları tarafından rejyonel anestezi, vasküler girişimler, transözefageal ekokardiyografi ve çeşitli amaçlarla yoğun bakım ünitelerinde de kullanımı giderek yaygınlaşmaktadır⁵⁶.



3.GEREÇ ve YÖNTEM

Çalışmamız Bakırköy Sadi Konuk Eğitim ve Araştırma Hastanesi Klinik Araştırmalar Etik kurulundan alınan onay ile 18-60 yaş arası ASA 1-2 sınıfı, elektif cerrahi geçiren 60 hasta ile retrospektif dosya taraması şeklinde yapıldı.

Hastalar arter kateterizasyonu geleneksel palpasyon yöntemiyle yapılanlar ve ultrasonografi eşliğinde yapılanlar olmak üzere 2 gruba ayrıldı. Çalışmaya ASA 3-4 sınıfı, acil cerrahi geçiren, periferik damar hastalığı olan hastalar dahil edilmedi.

Ameliyat masasına alınan hastalar kalp atım hızı,noninvaziv kan basıncı ve pulse oksimetre değerleri açısından monitörize edildi. Bütün hastalara Allen testi uygulandı ve ulnar dolaşımı yeterli olan hastalara kateterizasyon planlandı. Daha sonra hastalara el dorsumundan 20G kateter kullanılarak damar yolu açıldı. Genel anestezi induksiyonu ve entübasyonun ardından kollar abduksiyonda, eller supin pozisyonda, bilekler dorsal yüzden desteklenerek hafif ekstansiyonda fikse edildi. İşlem öncesi radial arter ön duvarının derinliği ve radial arter çapı ölçüldü. Bütün görüntüleme ve girişimsel işlemler arter ponksiyonu için 2 yıllık ultrason kullanım tecrübesi olan kişi tarafından uygulandı.

Geleneksel palpasyon yöntemi ile kateter yerleştirilen hastalara pozisyon verildikten sonra cilt dezenfektan ile temizlendi. Radial arter atımı palpe edildi ve impulsun en iyi hissedildiği bölge üzerinde nondominant elin 2. ve 3. parmakları ile arterin seyri belirlendi. 20 gauge IV kateter ile cilt ve ciltaltı 45° ile geçildi. Kan geldiğinde giriş açısı 30°'ye düşürülerek kanül birkaç milimetre daha ilerletildi. Kanülün damar içinde olduğundan emin olunduktan sonra iğne geri çekilerek kateter yerleştirildi.

Ultrasonografi yardımıyla kateterizasyon yapılan hastalarda ise görüntüleme için lineer ultrason probu (MyLabFive marka ultrason cihazı,10-18MHz) kullanıldı. kateterize edilen hastalara pozisyon verildikten ve asepsi sağlandıktan sonra steril şartlar altında radial arter transvers eksende short axis/out of plane tekniği ile görüntülendi. Radial arter ultrason

ekranında ortalandıktan sonra gene 45° ile cilt ve ciltaltı geçildi. Kateter eş zamanlı olarak arter içinde görüldükten sonra açı 30° 'ye düşürülerek lümen içine ilerletildi.

Süre, geleneksel yöntemle kateterize edilen hastalarda arter palpasyonundan kateterin damar içine yerleştirildiği ana kadardı. Ultrason kılavuzu ile kateterize edilen grupta ise probun cilt ile temasından itibaren kateterin tamamen damar içine yerleştirildiği ana kadar geçen zaman işlem süresi olarak kaydedildi.

Hastaların işlem esnasındaki kan basınçları, radial arter çapları, radial arterin ciltten derinliği, kullanılan kateter sayıları, ne kadar sürede kateterizasyonun gerçekleştirildiği, iğnenin kaç defa yönlendirildiği, gerçekleşti ise komplikasyon, yaş ile boy ve kiloları kaydedildi.

İstatistiksel analizler SPSS versiyon 23.0 yazılımı kullanılarak yapıldı. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu görsel (histogram ve olasılık grafikleri) ve analitik yöntemlerle (Kolmogorov-Smirnov/Shapiro-Wilk testleri) incelendi. Tanımlayıcı analizler normal dağılan değişkenler için ortalama ve standart sapmalar kullanılarak verildi. 2x2 gözlerde Pearson Ki Kare ve Fisher's Exact Testleri ile karşılaştırıldı. 2x2'den fazla gözlerde bonferroni düzeltmesi ve post-hoc analizler uygulandı. Verilerin normal dağılım göstermediği durumlarda 2'li gruplar Mann Whitney U testi ile, 2'den fazla gruplar ise Kruskal Wallis testi ile değerlendirildi. Ölçümsel verilerin korelasyonunda Spearman korelasyon testinden faydalanıldı. P-değerinin 0.05'in altında olduğu durumlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar şeklinde değerlendirildi.

4. BULGULAR

Hastaların gruplara göre yaş, boy, ağırlık, VKİ ortalamaları ve kadın/erkek oranları arasında arasında anlamlı bir fark olmadığı saptanmıştır (Tablo 5).

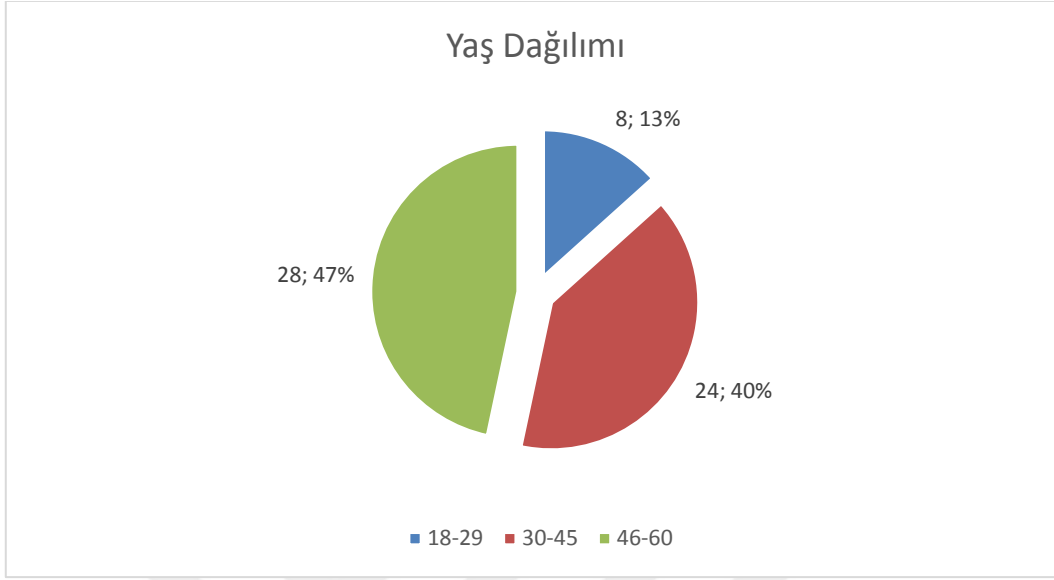
Tablo 5. Hastaların gruplara göre demografik özellikleri

	Geleneksel		Ultrasonografi Eşliğinde		p
	Kateterizasyon		Kateterizasyon		
Yaş	42,03	±11,77	44,53	±11,32	0,403
Boy (m)	1,70	±0,07	1,72	±0,08	0,225
Ağırlık (kg)	71,47	±9,70	74,77	±9,88	0,258
VKİ (kg/m²)	24,78	±2,84	25,32	±3,60	0,615
Erkek	13	(43,3)	19	(63,3)	0,121
Kadın	17	(56,7)	11	(36,7)	

*Değerler ortalama ±ss veya n (%) olarak verilmiştir.

Katılımcıların 30'u (%50) geleneksel yöntem ile kateterize edilirken, 30'u ise ultrasonografi eşliğinde kateterize edilmiştir. Yaş grupları incelendiğinde hastaların %28'i 46-60 yaşındadır ve erkek cinsiyet oranı %53,3 bulunmuştur (Şekil 7). Ayrıca hastaların 33'ü (%55,0) normal kiloda iken, %43,3'ü kilolu ve %1,7'si ise obezdir.

Şekil 7. Hastaların yaş dağılımı



Hastaların yaş ortalaması $43,2 \pm 11,5$ (min:18 max:60) olarak bulunmuştur. Boy ortalaması $1,7 \pm 0,08$ metre iken; ağırlık ortalaması $73,12 \pm 9,8$ 'dir. Katılımcıların VKİ'leri hesaplandığında ortalama $25,05 \pm 3,22$ (min: 20,4 max:39,64) olarak saptanmıştır.

Kateterizasyon grupları arasında perforasyon sayısı ve benzeri değişkenler arasındaki ilişki incelendiğinde; ultrasonografi eşliğindeki kateterizasyonda kateter takılma süresi (ortalama $16,7 \pm 8,1$) geleneksel kateterizasyon grubuna göre (ortalama $12,1 \pm 5,5$) anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur ($p:0,020$). Gruplar arasında ciltteki perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, kullanılan kateter sayısı, arterin ciltten derinliği (mm), arter çapı (mm) ve ortalama arter basıncı (mm/hg) açısından anlamlı bir fark saptanmamıştır (tablo 6).

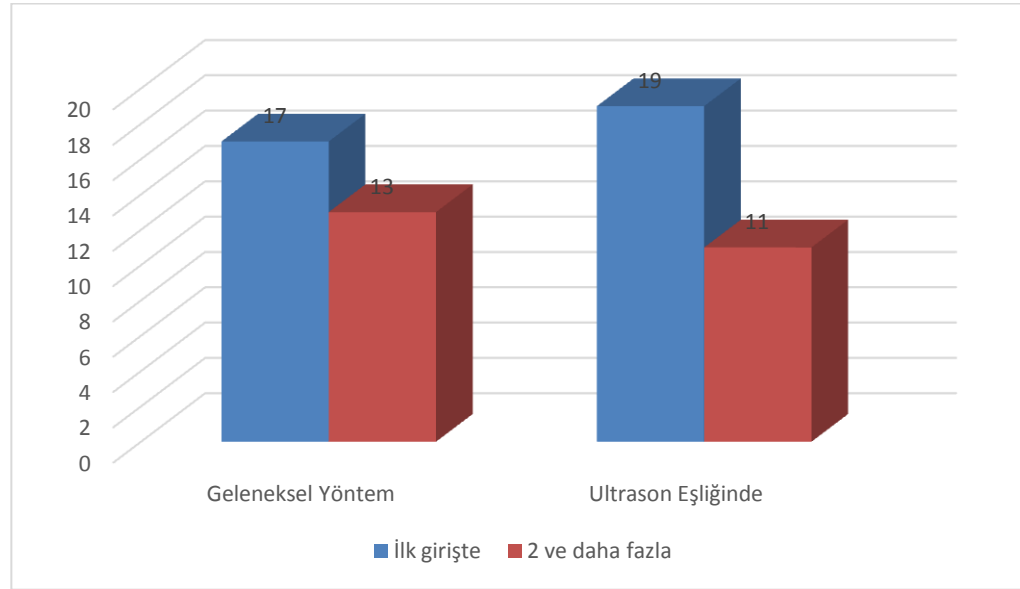
Tablo 6. Gruplara göre kateterizasyon özellikleri ve arter basınçları

	Geleneksel Kateterizasyon		Ultrasonografi Eşliğinde Kateterizasyon		p
Cilt Perforasyon Sayısı	1,47	±0,57	1,47	±0,68	0,784
İğneyi Yönlendirme Sayısı	1,57	±0,63	1,87	±1,01	0,379
Kateter Takılma Süresi (sn)	12,17	±5,55	16,73	±8,13	0,020
Kullanılan Kateter Sayısı	1,33	±0,55	1,47	±0,68	0,497
Arterin Ciltten Derinliği (mm)	2,51	±0,33	2,61	±0,36	0,280
Arter Çapı (mm)	2,35	±0,36	2,46	±0,43	0,063
Ortalama Arter Basıncı (mm/hg)	90,33	±14,89	91,46	±16,60	0,756

*Değerler ortalama ±ss olarak verilmiştir.

Geleneksel yöntemde ilk giriş başarısı % 56,7 iken bu oran ultrason eşliğinde kateterizasyon yapılan grupta %63,3 olarak saptanmıştır ve gruplar arasında anlamlı bir fark bulunamamıştır (p:0,917) (Şekil 8).

Şekil 8. Yöntemler arasında ilk giriş başarı oranı

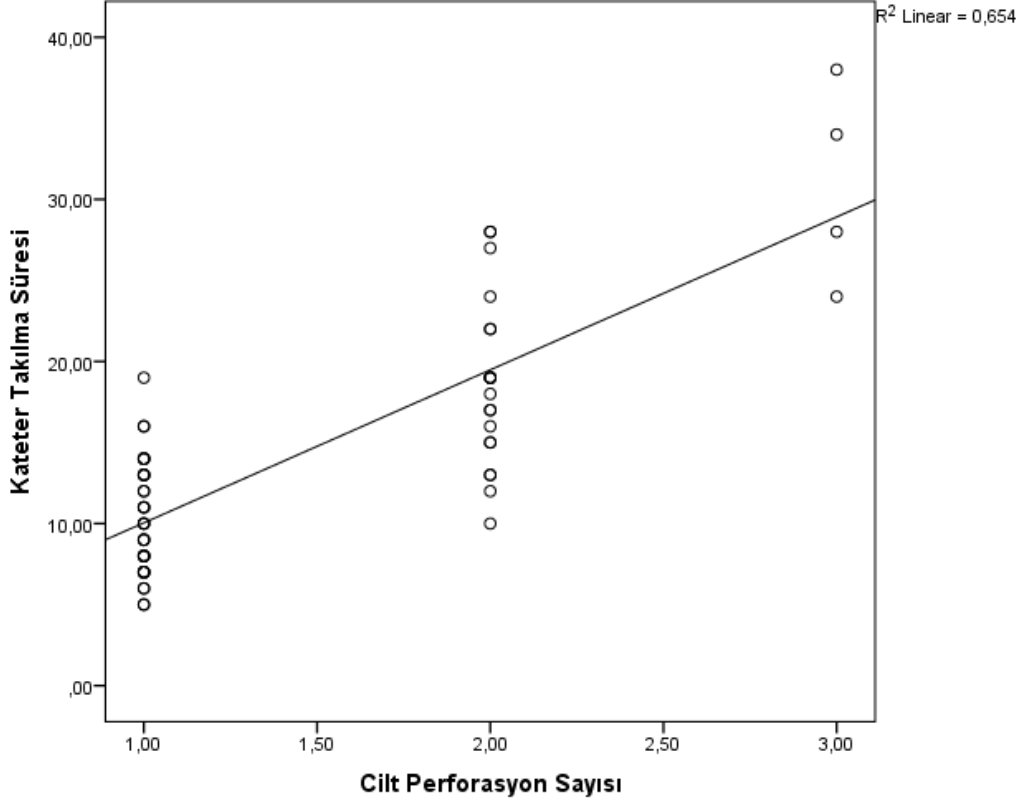


Tablo 7. Yaş ve VKİ ile çalışmaya ait değişkenlerinin korelasyonu

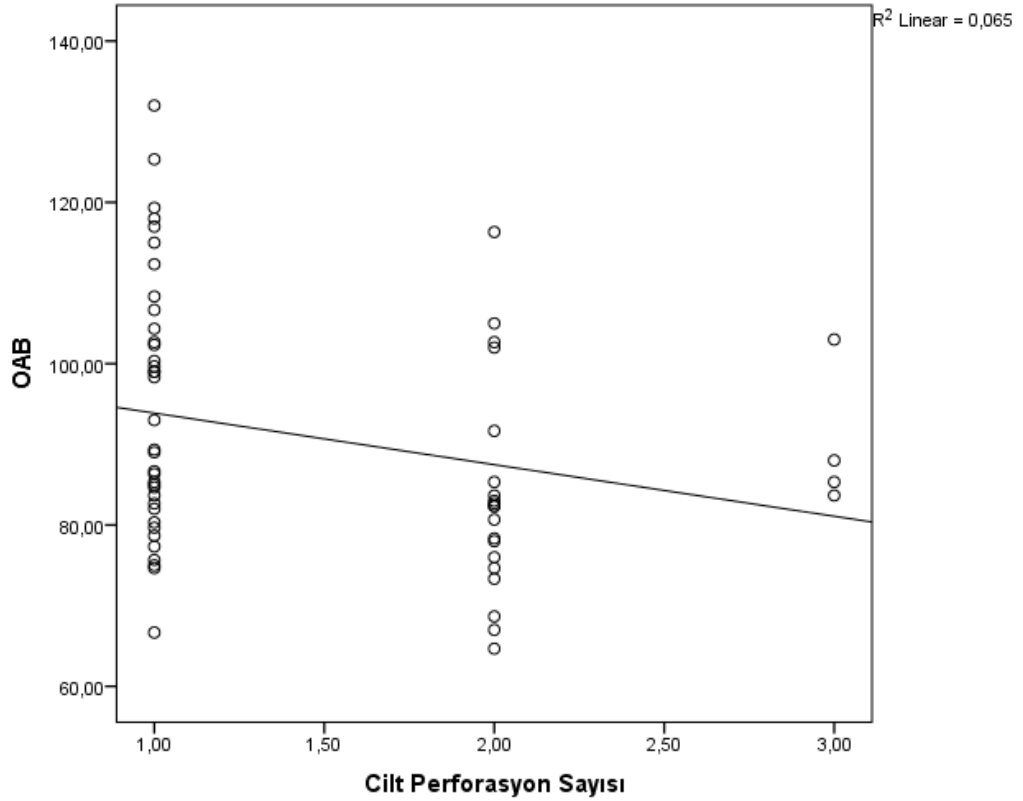
		Yaş	VKİ	Cilt Perforasyon Sayısı	İğneyi Yönlendirme Sayısı	Takılma Süresi	Kullanılan Kateter Sayısı	Ciltten Derinliği	Arter Çapı	Ortalama Arter Basıncı
Yaş	r	1,000	,045	,117	,130	,058	,104	,036	-,020	,220
	P	.	,734	,374	,324	,662	,429	,783	,877	,092
VKİ	r	,045	1,000	,106	,004	,019	,143	,209	,067	,161
	P	,734	.	,418	,979	,888	,276	,109	,611	,219
Cilt Perforasyon Sayısı	r	,117	,106	1,000	,860**	,753**	,888**	-,180	-,016	-,263*
	P	,374	,418	.	,000	,000	,000	,168	,903	,042
İğneyi Yönlendirme Sayısı	r	,130	,004	,860**	1,000	,859**	,777**	-,200	,060	-,283*
	P	,324	,979	,000	.	,000	,000	,126	,651	,028
Kateter Takılma Süresi	r	,058	,019	,753**	,859**	1,000	,704**	-,183	,129	-,231
	P	,662	,888	,000	,000	.	,000	,162	,327	,076
Kullanılan Kateter Sayısı	r	,104	,143	,888**	,777**	,704**	1,000	-,099	,082	-,197
	P	,429	,276	,000	,000	,000	.	,453	,534	,132
Arterin Ciltten Derinliği	r	,036	,209	-,180	-,200	-,183	-,099	1,000	,467**	,327*
	P	,783	,109	,168	,126	,162	,453	.	,000	,011
Arter Çapı	r	-,020	,067	-,016	,060	,129	,082	,467**	1,000	,020
	P	,877	,611	,903	,651	,327	,534	,000	.	,881
Ortalama Arter Basıncı	r	,220	,161	-,263*	-,283*	-,231	-,197	,327*	,020	1,000
	P	,092	,219	,042	,028	,076	,132	,011	,881	.

Yaş, VKİ, ciltteki perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, kateter takılma süresi, kullanılan kateter sayısı, arterin ciltten derinliği, arter çapı ve ortalama arter basıncı arasındaki korelasyon incelendiğinde; yaş ve VKİ ile diğer parametreler arasında herhangi bir korelasyon saptanmamıştır (tablo 7). Buna karşın; ciltteki perforasyon sayısı ile iğneyi yönlendirme sayısı, kateter takılma süresi ve kullanılan kateter sayısı arasında pozitif yönde ileri düzeyde anlamlı korelasyon saptanmıştır (tablo 7). Ayrıca ciltteki perforasyon sayısı ile ortalama arter basıncı arasında negatif yönde zayıf düzeyde anlamlı korelasyon saptanmıştır (tablo 7). Arter çapı ile arterin ciltten derinliği arasında da pozitif yönde orta düzeyde anlamlı bir korelasyon saptanmıştır (tablo 7).

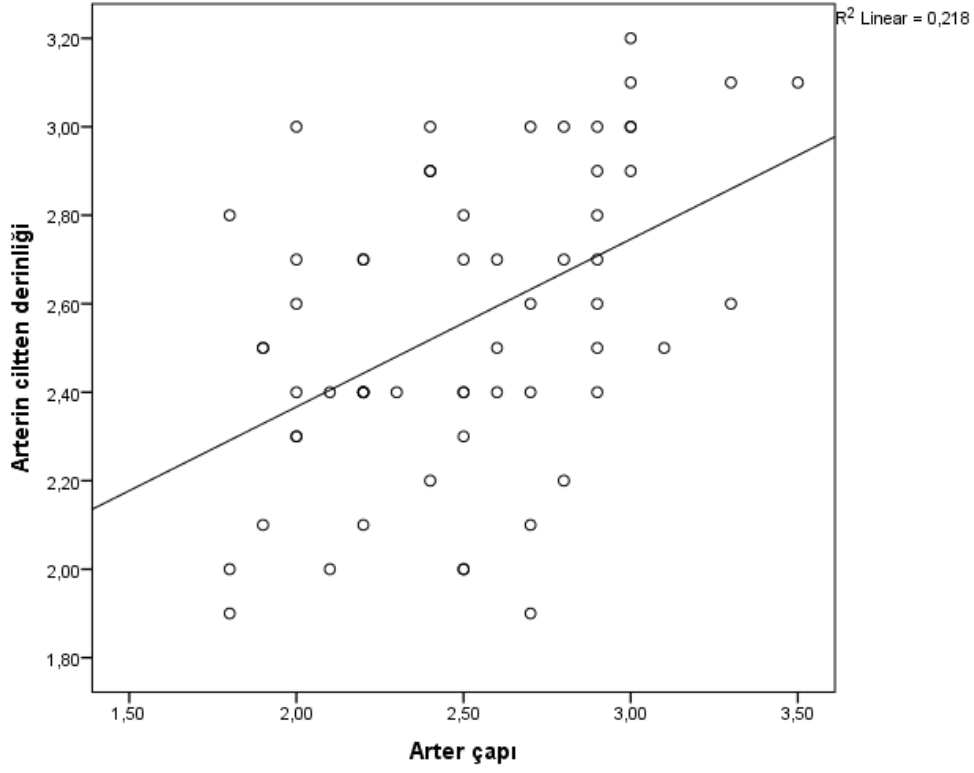
Şekil 9. Kateter takılma süresi ile ciltteki perforasyon sayısı arasındaki korelasyon grafiği



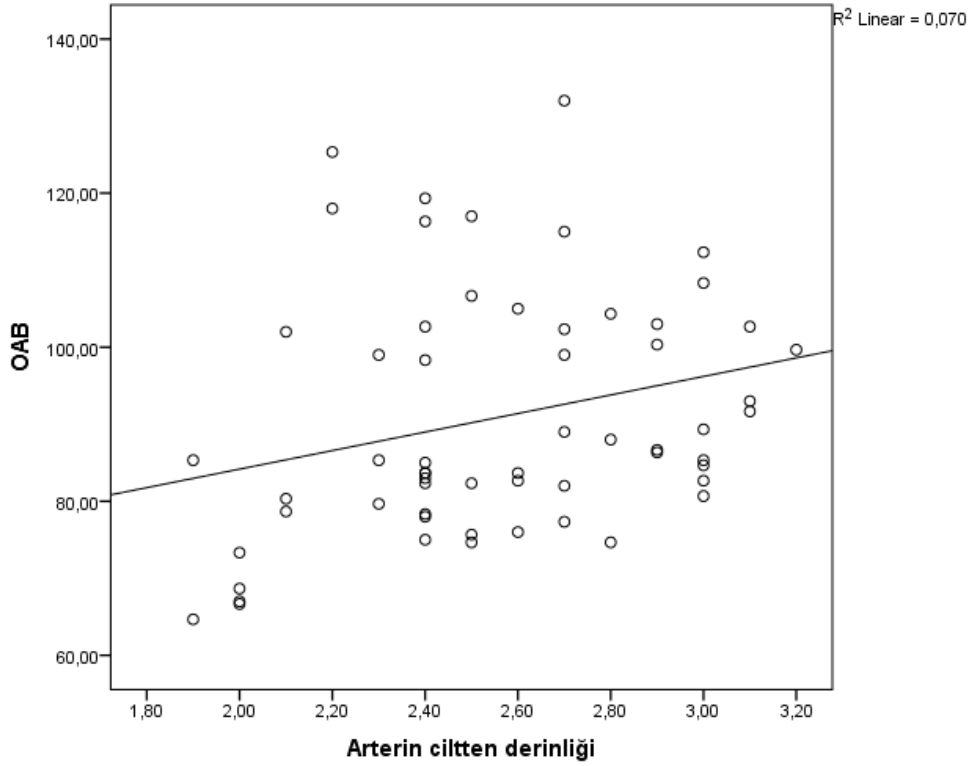
Şekil 10. Ortalama arter basıncı ile ciltteki perforasyon sayısı arasındaki korelasyon grafiği



Şekil 11. Arter çapı ile ciltteki arterin ciltten derinliği arasındaki korelasyon grafiği



Şekil 12. Ortalama arter basıncı ile arterin ciltten derinliği arasındaki korelasyon grafiği



Hastaların VKİ'lerine göre ciltteki perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, kateter takılma süresi, kullanılan kateter sayısı, arterin ciltten derinliği, arter çapı ve ortalama arter basıncı arasındaki ilişki incelendiğinde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (tablo 8).

Tablo 8. VKI gruplarına göre kateterizasyon özellikleri ve arter basınçları

	Normal		Kilolu ve Obez		P
Cilt Perforasyon Sayısı	1,33	±,48	1,63	±,74	0,130
İğneyi Yönlendirme Sayısı	1,61	±,70	1,85	±,99	0,446
Kateter Takılma Süresi (sn)	13,36	±6,14	15,78	±8,39	0,364
Kullanılan Kateter Sayısı	1,27	±,45	1,56	±,75	0,161
Arterin Ciltten Derinliği (mm)	2,50	±,38	2,63	±,28	0,178
Arter Çapı (mm)	2,45	±,41	2,57	±,44	0,208
Ortalama Arter Basıncı (mm/hg)	91,11	±17,23	90,63	±13,77	0,953

*Değerler ortalama ±ss olarak verilmiştir.

Hastaların yaş gruplarına göre ciltteki perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, kateter takılma süresi, kullanılan kateter sayısı, arterin ciltten derinliği, arter çapı ve ortalama arter basıncı arasındaki ilişki incelendiğinde anlamlı bir ilişki bulunamamıştır (tablo 9).

Tablo 9. Yaş gruplarına göre kateterizasyon özellikleri ve arter basınçları

	18-29	30-45	46-60	P
Cilt Perforasyon Sayısı	1,50 ±,53	1,38 ±,58	1,54 ±,69	0,658
İğneyi Yönlendirme Sayısı	1,63 ±,74	1,67 ±,87	1,79 ±,88	0,836
Kateter Takılma Süresi(sn)	14,62 ±6,25	14,04 ±6,98	14,75 ±7,98	0,883
Kullanılan Kateter Sayısı	1,25 ±,46	1,38 ±,58	1,46 ±,69	0,776
Arterin Ciltten Derinliği(mm)	2,57 ±,44	2,49 ±,39	2,61 ±,27	0,469
Arter Çapı (mm)	2,39 ±,56	2,54 ±,37	2,51 ±,44	0,751
Ortalama Arter Basıncı(mm-hg)	82,96 ±7,09	91,49 ±16,92	92,65 ±15,99	0,538

*Değerler ortalama ±ss olarak verilmiştir.

Bütün gruplarda hastaların hiçbirinde hematoma, psödoanevrizma, arteriyovenöz fistül, enfeksiyon veya iskemik komplikasyonlar görülmemiştir.

5. TARTIŞMA

Arteriyel kateterizasyon, özellikle acil servis ünitelerinde ve ameliyathanelerde yakın kan basıncı görüntülenmesi ve diğer laboratuvar analizleri için kullanılacak kan örneklerinin temin edilmesinde sıkça uygulanan bir işlemdir⁶⁴. Arteriyel kateterizasyon işlemi özellikle hipotansif, ödemli ve obez olan hastalarda genellikle zordur ve bu işlem için birden fazla girişim gerekebilmektedir. Tekrarlanan kateterizasyon işlemlerinin sebep olduğu arteriyel spazm nedeniyle bu işlem giderek daha da zor bir hale gelebilmektedir. Genellikle güvenli bir prosedür olmasına rağmen arteriyel kateterizasyon vakalarının %1-5'inde enfeksiyon ve tromboembolik komplikasyonlar meydana gelmektedir⁶⁵. Arteriyel kateterizasyon için radial arterin yüzeysel lokalizasyonu ve elin eş zamanlı olarak ulnar arter ile beslenmesi gibi çok önemli avantajlarından dolayı en yaygın kullanılan bölge radial arterdir⁶⁵.

Nagabhushan ve ark. 1976 yılında ilk defa ultrasonografi kılavuzluğunda arteriyel kateterizasyonu rapor ettiğinden beri bu yöntem damar erişiminin sağlanmasına yardımcı olmak için artan bir sıklıkla kullanılmaya devam etmektedir⁶⁰. Ultrasonografi kılavuzluğunda arteriyel kateterizasyonu hedef damarların belirlenmesine kollateral damarların ve sinir yapılarının görüntülenmesine eş zamanlı olarak imkan sağlamaktadır¹³. Yapılan çalışmalarda ultrason kılavuzu kullanılarak yapılan santral venöz kateterizasyonunda geleneksel olarak kullanılan yöntemlere göre anlamlı olarak çeşitli faydalar sağladığı gösterilmiştir⁶⁶. Bununla beraber, ultrason kılavuzluğunda yapılan damar erişimi bazı çalışmalarda önerilmekle birlikte, arteriyel kateterizasyona spesifik ultrasonografi teknikleri hakkında bilimsel çalışmalar oldukça sınırlıdır¹³. Santral venöz kateterizasyonun ultrasonografi kılavuzluğunda yapılması işlem başarısı ve ilk giriş başarı oranını arttırırken, girişim sayısı ve komplikasyon oranını azalttığına yönelik çok sayıda çalışma mevcuttur⁶⁷⁻⁷⁰. Benzer şekilde periferik sinir blokları uygulamalarında da hem kullanılan lokal anestezi dozunu azaltarak, hem de eş zamanlı görüntüleme ile ultrasonografi kullanımı komplikasyon riskini azaltıp başarılı blok oranını

arttırmakta hatta konvansiyonel tekniklerin başarısız olduğu durumlarda kurtarıcı olabilmektedir⁷¹⁻⁷³.

Bu tez çalışmasında ultrason kılavuzluğunda yapılan arter kateterizasyonu ile geleneksel nabız palpasyon yöntemi çeşitli kriterler bakımından kıyaslanarak her iki tekniğin olumlu ve olumsuz yönlerinin saptanması amaçlanmıştır. Bu çalışma geleneksel yöntem ve ultrason kılavuzluğunda kateterize edilen toplam 60 hastadan elde edilen bilgiler ışığında gerçekleştirilmiştir.

Bizim çalışmamızda ilk girişte başarı oranı tüm hastalarda % 60 iken, geleneksel kateterizasyon grubunda %56,7 ve ultrason eşliğinde kateterizasyon grubunda %63,3 olarak saptanmıştır. Ultrason eşliğinde kateterizasyonda ilk başarı oranı geleneksel yöntemle göre daha yüksek olmasına rağmen muhtemel örneklem yetersizliğinden dolayı anlamlı bir fark bulunamamıştır. Levin ve arkadaşlarının¹⁰ yapmış olduğu çalışmada elektif cerrahi geçirecek hastalarda ultrason kullanımı ile ilk giriş başarı oranı bizim çalışmamıza benzer şekilde %62 olarak saptanmış fakat çalışmamızdan farklı olarak geleneksel yöntemle kıyasla anlamlı olarak yüksek bulunmuştur. Shiver ve arkadaşlarının 60 hastayla yaptığı çalışmasında da benzer şekilde ultrason kullanımı ile ilk giriş başarı oranı (%87) geleneksel yöntemle oranla (%50) anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur¹².

Çalışmamızda geleneksel palpasyon tekniği kullanılarak arteriyel kateterizasyon süresi ortalama 12,1 saniye bulunurken ultrason kullanılarak arteriyel kateterizasyon süresi anlamlı bir şekilde daha yüksek (ortalama 16,7 saniye) bulunmuştur. Levin ve ark. çalışmasında da benzer şekilde ultrason kullanılarak arteriyel kateterizasyon süresi (ortalama 26 saniye) geleneksel yöntemle göre (ortalama 17 saniye) anlamlı bir şekilde yüksek bulunmuştur¹⁰. Shiver ve ark. çalışmasında ise süre hesaplanmasındaki muhtemel metod farklılığından dolayı diğer çalışmalara göre çok daha yüksek sürelerle ulaşılmıştır¹².

Çalışmamıza göre geleneksel yöntem ve ultrason kılavuzluğunda kateterize edilen hastaların ciltteki perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, kullanılan kateter sayısı, arterin ciltten derinliği ve ortalama arter basıncı kriterleri karşılaştırıldığında bu iki grup arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark tespit edilememiştir. Shiver ve ark'nın rastgele seçilmiş toplam 60 hasta üzerinde yapmış olduğu çalışmada da geleneksel yöntem ve ultrason kılavuzluğunda kateterize edilen hastaların kan basınçları karşılaştırılmış fakat anlamlı bir fark bulunamamıştır¹². Çalışmamızda elde ettiğimiz bulgular, Shiver ve ark'nın bulgularını teyit etmekle beraber bu yöntemlerin kullanılması ile hastaların kan basıncı arasında bir ilişki

olmadığı düşüncesini desteklemektedir. Yine aynı çalışmada ultrason kılavuzluğunda kateterize edilen hastaların toplam cilt perforasyon sayısı 36 iken, geleneksel yöntemle kateterize edilen hastaların toplam cilt perforasyon sayısı 65 olarak bulunmuştur. Bizim çalışmamızda ise bu iki grup arasında ciltteki perforasyon sayısı bakımından istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunamamıştır. Bu çelişki her iki çalışmada arter kateterizasyonu yapan kişilerin tecrübesi ile ilişki olabileceği gibi tamamen tesadüfi de olabilir.

Arteriyel kanulasyon, hastalarda en yaygın olarak kontrol edilmesi gereken hemodinamik instabilite, cerrahi işlemler sırasındaki ciddi kan kaybı ve radial arter basıncını izlemek için kullanılan çok kritik bir işlemdir ⁷⁴. Ultrason grubu ile geleneksel yöntem karşılaştırıldığında damara erişim işlemi boyunca damara ilk ulaşım başarısının arttığı ve çeşitli komplikasyonların sayısında azalmalar görüldüğü rapor edilmiştir ⁷⁴. Bu bağlamda Shiver ve ark'nın yapmış olduğu çalışmada geleneksel yöntemle kateterize edilen hastaların yarısında hematoma geliştiği buna karşın ultrason kılavuzluğunda kateterize edilen hastaların ise sadece %7'sinde hematoma geliştiği rapor edilmiştir. Bu çalışmaya göre radial arter kanulasyonu sırasında meydana gelebilecek komplikasyonların azaltılması veya önlenmesi ultrason kullanımı ile mümkün olabilmektedir. Bu açıdan ultrason kullanımının geleneksel yöntemle göre ciddi komplikasyonları azaltabileceği söylenebilir.

Berk ve ark'nın yapmış olduğu çalışmada ultrason kılavuzluğunda damara ulaşım için kullanılan iki ana yaklaşım incelenerek (LA-IP ve SA-OOP) bu iki yöntem; ilk giriş başarı oranları, iğneyi yönlendirme sayısı, ödem, tromboz, hematoma ve kateter takılma süresi gibi parametreler ışığında karşılaştırılmıştır ⁹. Ultrason kılavuzluğunda damara ulaşım için kullanılan LA-IP yaklaşımında ilk giriş başarı oranı daha yüksek olarak tespit edilmiştir ⁹. Ayrıca, LA-IP yaklaşımında kanulasyon zamanının da daha kısa olduğu ve komplikasyon sıklığının azaldığı rapor edilmiştir. Bununla beraber bu iki grup arasında arterin ciltten derinliği ve arter çapı karşılaştırıldığında iki grupta da benzer sonuçlar elde edilmiştir ⁹. Bizim çalışmamızda SA-OOP (short axis-out of plane) tekniği uygulanmıştır.

Çalışmamızda geleneksel kateterizasyon grubundaki hastalar ile ultrason kullanılan gruptaki hastaların cinsiyet, ağırlık, yaş ve VKİ arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır. Literatürde Ganesh ve ark'nın rastgele seçilmiş 152 hastada geleneksel yöntemi ve ultrason yöntemini karşılaştırdığı çalışmada bu iki grup arasında yaş, cinsiyet, ağırlık ve sistolik kan basıncı arasında anlamlı bir fark tespit edilememiştir⁷⁴. Ayrıca bizim

çalışmamızdan farklı olarak hastaların kateterizasyon süreleri arasında da geleneksel yöntem ve ultrason yöntemi arasında istatistiksel olarak anlamlı bir fark bulunamamıştır.

Çalışmamızda dikkat çeken bir bulgu ise kateter takılma süresinin, ultrason kullanılan grupta geleneksel grupla karşılaştırıldığında daha yüksek bulunmasıdır. Kateter takılma süresinin bu grupta daha uzun olması ultrason yönteminin geleneksel yönteme göre uygulamasının daha zor ve uzun zaman aldığını göstermektedir. Ayrıca bu sonuçların, ultrason yöntemini gerçekleştiren klinisyenin bu konudaki deneyiminden, ultrason yönteminin geleneksel yönteme göre daha zor olmasından ve hastalar arasındaki çeşitli farklılıklardan kaynaklandığı düşünülmektedir. Ayrıca bu sonuçlara göre arter katetizasyonunda ultrason kullanmanın süre kısaltıcı bir etkisinin olmadığı buna karşın geleneksel yönteme göre daha uzun bir süre aldığı söylenebilir.

Çalışmamızda yaş, VKİ, ciltteki perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, kateter takılma süresi, kullanılan kateter sayısı, arterin ciltten derinliği, arter çapı ve ortalama arter basıncı arasındaki korelasyon sonucuna göre ciltteki perforasyon sayısı ile iğneyi yönlendirme sayısı, kateter takılma süresi ve kullanılan kateter sayısı arasında pozitif korelasyon tespit edilmiştir.

Shiloh ve ark'nın yapmış olduğu literatür taramalarında arteriyel kateterizasyon işleminde ultrason kılavuz kullanımının ilk giriş başarı oranının geleneksel palpasyon yöntemi ile karşılaştırıldığında %71 daha başarılı olduğu rapor edilmiştir⁵⁶. Diğer bir çalışmada ise Ganesh ve ark'ı ultrason kılavuz kullanımının geleneksel yönteme göre bir yarar sağlamadığını rapor etmiştir⁷⁴. Ultrason kılavuz kullanımında bir fark görememesinin nedenini, yöntemi gerçekleştiren klinisyenlerin deneyim eksikliğine ve bu konuda herhangi bir eğitim almamalarından kaynaklanabileceğini rapor etmiştir. Ek olarak Ganesh ve ark'ı ilk giriş başarı oranını geleneksel yöntemde %13.9, ultrason kılavuz kullanımında ise % 13.8 olarak belirtmiştir⁵⁶. Gu ve ark'ı ise 7 farklı çalışmadan toplam 546 hasta içeren çalışmada arteriyel kateterizasyon işleminde ultrason kılavuz kullanımının hastalar için daha etkili ve güvenilir bir yöntem olduğunu belirtmiştir¹⁵. Ayrıca arteriyel kateterizasyon işleminde ultrason kılavuz kullanımının hem pediatrik hastalarda hem de yetişkinlerde ilk giriş başarı oranını istatistiksel olarak anlamlı bir şekilde artırdığını bulmuşlardır¹⁵.

Diğer bir taraftan çalışmamızda her iki gruptaki hastaların VKİ ve yaşları arasında herhangi bir korelasyon saptanamamıştır. Literatürde Lieberman ve ark'nın yaptığı bir çalışmada santral ven kateterizasyonunda VKİ'ndeki artış ile karotis ponksiyon riskinin

anlamli olarak arttiğı bildirilmiştir ⁷⁵. Çalışma grubumuzdaki hastaların kilolarının gruplara göre dağıtıldığında geleneksel yöntemde kateterizasyon yapılan hastaların 12 tanesinin kilolu olduğu ve bu grupta hiç obez hastanın bulunmadığı belirlenmiştir. Bununla beraber ultrason kılavuz kullanılan hastalarda ise 14 tane kilolu ve 1 obez hasta bulunduğu görülmektedir. Bu sonuçlara göre ultrason kılavuz kullanılan hastalarda fazla kilolu hasta sayısı yaklaşık olarak %10 daha fazla bulunmuştur. Bu durum ultrason kılavuz kullanılan hastalarda hastaların nabızlarının palpe edilememesinden dolayı geleneksel yöntem kullanılamadığını düşündürmektedir. Bununla beraber fazla kilolu hastaların geleneksel yöntemle daha az kateterizasyon yapıldığı sonucu çıkarılabilir.

Sonuç olarak geleneksel ve USG kılavuzluğunda yapılan kateterizasyon grupları arasında değerlendirilen cilt perforasyon sayısı, iğneyi yönlendirme sayısı, kateter takılma süresi ve kullanılan kateter sayısı parametreleri arasında kateter takılma süresi dışında istatistiksel olarak anlamlı fark bulunamamıştır.

Çalışmamızda toplam hasta sayısının 60 olması, özellikle VKİ, cinsiyet ve yaş gibi kriterlerin analizlerinde anlamlı bir sonuç bulunamamasının bir nedeni olabilir. Bu yüzden bu kriterler hakkında daha sağlıklı yorum ve analizler yapabilmek için hasta sayısının arttırılması ve çeşitli kriterlerdeki hastaların geleneksel yöntem ve ultrason kılavuzluğunda kateterize edileceği yeni çalışmalara ihtiyaç vardır.

KAYNAKLAR

1. Booth J. A short history of blood pressure measurement. *Proceedings of the Royal Society of Medicine*. 1977;70(11):793.
2. Peterson L, Dripps R, Risman G. A method for recording the arterial pressure pulse and blood pressure in man. *American heart journal*. 1949;37(5):771-782.
3. Peirce 2nd E. Percutaneous femoral artery catheterization in man with special reference to aortography. *Surgery, gynecology & obstetrics*. 1951;93(1):56-74.
4. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: a new technique. *Acta radiologica*. 1953;39(5):368-376.
5. Jones Rm, Hill Ab, Nahrwold MI, Bolles RE. The effect of method of radial artery cannulation on postcannulation blood flow and thrombus formation. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 1981;55(1):76-77.
6. Stafford R. Placement of arterial line. *Operative Techniques in General Surgery*. 2003;5(3):151-157.
7. Brzezinski M, Luisetti T, London MJ. Radial artery cannulation: a comprehensive review of recent anatomic and physiologic investigations. *Anesthesia & Analgesia*. 2009;109(6):1763-1781.
8. Altunel E, Oran İ, Parıldar M, Memiş A. Santral venöz kateter disfonksiyonlarında girişimsel radyoloji. *Tamsal ve Girişimsel Radyoloji*. 2004;10:69-77.
9. Berk D, Gurkan Y, Kus A, Ulugol H, Solak M, Toker K. Ultrasound-guided radial arterial cannulation: long axis/in-plane versus short axis/out-of-plane approaches? *Journal of clinical monitoring and computing*. 2013;27(3):319-324.
10. Levin PD, Sheinin O, Gozal Y. Use of ultrasound guidance in the insertion of radial artery catheters. *Critical care medicine*. 2003;31(2):481-484.
11. Schwemmer U, Arzet H, Trautner H, Rauch S, Roewer N, Greim C-A. Ultrasound-guided arterial cannulation in infants improves success rate. *European journal of anaesthesiology*. 2006;23(06):476-480.
12. Shiver S, Blaivas M, Lyon M. A Prospective Comparison of Ultrasound- guided and Blindly Placed Radial Arterial Catheters. *Academic emergency medicine*. 2006;13(12):1275-1279.
13. Hansen M, Juhl- Olsen P, Thorn S, Frederiksen C, Sloth E. Ultrasonography- guided radial artery catheterization is superior compared with the traditional palpation technique. *Acta Anaesthesiologica Scandinavica*. 2014;58(4):446-452.
14. Tiru B, Bloomstone JA, McGee WT. Radial artery cannulation: a review article. *Journal of Anesthesia & Clinical Research*. 2012;2012.
15. Gu W-J, Tie H-T, Liu J-C, Zeng X-T. Efficacy of ultrasound-guided radial artery catheterization: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Critical Care*. 2014;18(3):1.
16. Gellman H, Botte MJ, Shankwiler J, Gelberman RH. Arterial patterns of the deep and superficial palmar arches. *Clinical orthopaedics and related research*. 2001;383:41-46.
17. Joshi SB, Vatsalaswamy P, Bahetee B. Variation in formation of superficial palmar arches with clinical implications. *Journal of clinical and diagnostic research: JCDR*. 2014;8(4):AC06.

18. Quan Z, Tian M, Chi P, Cao Y, Li X, Peng K. Modified short-axis out-of-plane ultrasound versus conventional long-axis in-plane ultrasound to guide radial artery cannulation: a randomized controlled trial. *Anesthesia & Analgesia*. 2014;119(1):163-169.
19. Schroeder R, Barbeito A, Bar-Yosef S, Mark J. Cardiovascular Monitoring in Miller's Anesthesia 7th ed. 1267-1328. *Churchill Livingstone*. 2010.
20. Gerhardt MA, Walosik-Arenall KM. Monitoring the cardiac surgical patient. *A Practical Approach to Cardiac Anesthesia*. 2012.
21. Kaplan JA. *Cardiac anesthesia*. Grune & Stratton; 1987.
22. Butterworth IV JF, Mackey DC, Wasnick JD. *Morgan & Mikhail's*. 2013.
23. Scheer B, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. *Critical care (London, England)*. Jun 2002;6(3):199-204.
24. Mitchell JD, Welsby IJ. Techniques of arterial Access. *Surgery (Oxford)*. 2004 Jan; Volume 22, Issue 1, p 3-4
25. Dandekar VK, Vidovich MI, Shroff AR. Complications of transradial catheterization. *Cardiovascular Revascularization Medicine*. 2012;13(1):39-50.
26. Shoemaker WC, Velmahos GC, Demetriades D. Procedures and monitoring for the critically ill. *Journal of Cardiac Surgery*. 2002;17(6):513-513.
27. Davis F. Radial artery cannulation: influence of catheter size and material on arterial occlusion. *Anaesthesia and intensive care*. 1978;6(1):49-53.
28. Mandel M, Dauchot P. Radial artery cannulation in 1,000 patients: precautions and complications. *The Journal of hand surgery*. 1977;2(6):482-485.
29. Chitte SA, Veltri K, Thoma A. Ischemia of the hand secondary to radial artery thrombosis: A report of three cases. *The Canadian Journal of Plastic Surgery*. 2003;11(3):145.
30. Johnson SP, Durham JD, Subber SW, et al. Acute arterial occlusions of the small vessels of the hand and forearm: treatment with regional urokinase therapy. *Journal of vascular and interventional radiology*. 1999;10(7):869-876.
31. Wheatley MJ, Marx MV. The use of intra-arterial urokinase in the management of hand ischemia secondary to palmar and digital arterial occlusion. *Annals of plastic surgery*. 1996;37(4):356-363.
32. Chang C, Dughi J, Shitabata P, Johnson G, Coel M, Mcnamara JJ. Air embolism and the radial arterial line. *Critical care medicine*. 1988;16(2):141-143.
33. McCormack LJ, Cauldwell EW, Anson BJ. Brachial and antebrachial arterial patterns; a study of 750 extremities. *Surgery, gynecology & obstetrics*. 1953;96(1):43.
34. De Oliveira GS, Beckmann K, Salvacion A, Kim J, Sherwani S, McCarthy RJ. The effect of the arterial catheter insertion technique on the success of radial artery cannulation: A prospective and randomized study. *Journal of critical care*. 2014;29(3):475. e477-475. e410.
35. Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L, Simard S, Larivière MM. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen's test in 1010 patients. *American heart journal*. 2004;147(3):489-493.
36. Allen EV. Thromboangiitis obliterans: methods of diagnosis of chronic occlusive arterial lesions distal to the wrist with illustrative cases. *The American Journal of the Medical Sciences*. 1929;178(2):237-243.

37. Valgimigli M, Campo G, Penzo C, Tebaldi M, Biscaglia S, Ferrari R. Transradial coronary catheterization and intervention across the whole spectrum of Allen test results. *Journal of the American College of Cardiology*. 2014;63(18):1833-1841.
38. Bertrand OF, Carey PC, Gilchrist IC. Allen or no Allen? That's the question! *J Am Coll Cardiol*. 2014 May 13; 63 (18): 1842-4
39. Sfeir R, Khoury S, Khoury G, Rustum J, Ghabash M. Ischaemia of the hand after radial artery monitoring. *Vascular*. 1996;4(4):456-458.
40. Eker HE, Tuzuner A, Yilmaz AA, Alanoglu Z, Ates Y. The impact of two arterial catheters, different in diameter and length, on postcannulation radial artery diameter, blood flow, and occlusion in atherosclerotic patients. *Journal of anesthesia*. 2009;23(3):347-352.
41. Kim S, Lee J, Kim W, Sun J, Kwon M, Kil H. Evaluation of radial and ulnar blood flow after radial artery cannulation with 20- and 22- gauge cannulae using duplex Doppler ultrasound. *Anaesthesia*. 2012;67(10):1138-1145.
42. Mizukoshi K, Shibasaki M, Amaya F, et al. Ultrasound evidence of the optimal wrist position for radial artery cannulation. *Canadian Journal of Anesthesia/Journal canadien d'anesthésie*. 2009;56(6):427-431.
43. Kucuk A, Yuce HH, Yalcin F, Boyacı FN, Yıldız S, Yalcin S. Forty-five degree wrist angulation is optimal for ultrasound guided long axis radial artery cannulation in patients over 60 years old: a randomized study. *Journal of clinical monitoring and computing*. 2014;28(6):567-572.
44. Aydoğan H, Kucuk A, Boyacı F, et al. Optimal wrist position for long and short axis ultrasound guided radial artery cannulation. *La Clinica terapeutica*. 2012;164(4):e253-257.
45. Mortensen J. Clinical sequelae from arterial needle puncture, cannulation, and incision. *Circulation*. 1967;35(6):1118-1123.
46. Randolph AG, Cook DJ, Gonzales CA, Andrew M. Benefit of heparin in peripheral venous and arterial catheters: systematic review and meta-analysis of randomised controlled trials. *Bmj*. 1998;316(7136):969-975.
47. Tuncali BE, Kuvaki B, Tuncali B, Capar E. A comparison of the efficacy of heparinized and nonheparinized solutions for maintenance of perioperative radial arterial catheter patency and subsequent occlusion. *Anesthesia & Analgesia*. 2005;100(4):1117-11121.
48. Sandhu NS, Patel B. Use of ultrasonography as a rescue technique for failed radial artery cannulation. *Journal of clinical anesthesia*. 2006;18(2):138-141.
49. Gürkan Y, Tekin M. Ultrasonografide Temel Prensipler. In: Ultrasonografi Rehberliğinde Rejyonel Anestezi. Birinci Baskı. Antalya: Nobel Tıp. 2011: 13-18
50. Shiloh AL, Eisen LA. Ultrasound-guided arterial catheterization: a narrative review. *Intensive care medicine*. 2010;36(2):214-221.
51. La Grange PdP, Foster P, Pretorius L. Application of the Doppler ultrasound bloodflow detector in supraclavicular brachial plexus block. *British Journal of Anaesthesia*. 1978;50(9):965-967.
52. Schregel W, Straub H, Cunitz G, Ulmer W. [Ultrasound Doppler sonography: a simple method for the improvement of internal jugular vein catheterization]. *Der Anaesthesist*. 1985;34(2):93-97.
53. Yonei A, Nonoue T, Sari A. Real-time ultrasonic guidance for percutaneous puncture of the internal jugular vein. *The Journal of the American Society of Anesthesiologists*. 1986;64(6):830-831.

54. Rothschild JM. Ultrasound guidance of central vein catheterization. *Making healthcare safer: a critical analysis of patient safety practices. AHRQ Publication No 01-E058*: Agency for Healthcare Research and Quality, Rockville, MD; 2001:245-253.
55. Sandhu NS, Patel B. Use of ultrasonography as a rescue technique for failed radial artery cannulation. *J Clin Anesth*. Mar 2006;18(2):138-141.
56. Shiloh AL, Savel RH, Paulin LM, Eisen LA. Ultrasound-guided catheterization of the radial artery: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *CHEST Journal*. 2011;139(3):524-529.
57. İnangil G, Deniz S, Şen H. Ultrasound-guided cannulation of radial artery with anatomic variation. *Journal of cardiothoracic and vascular anesthesia*. 2012;26(3):e30-e31.
58. Maher JJ, Dougherty JM. Radial artery cannulation guided by Doppler ultrasound. *The American journal of emergency medicine*. 1989;7(3):260-262.
59. Kannan S. Another use for ultrasound in the ICU. *Anaesthesia*. 2005;60(9):944-944.
60. Nagabhushan S, Colella Jr JJ, Wagner R. Use of Doppler ultrasound in performing percutaneous cannulation of the radial artery. *Critical care medicine*. 1975;4(6):327-327.
61. Tada T, Amagasa S, Horikawa H. Usefulness of ultrasonic two-way Doppler flow detector in percutaneous arterial puncture in patients with hemorrhagic shock. *Journal of anesthesia*. 2003;17(1):70-71.
62. Acosta S. *The use of ultrasound for placement of intravenous catheters*. DTIC Document;2004.
63. Aygün M, Yaman HE, Bayindir A. Acil Servislerde Yasanan Periferik İntravenöz Girişim Güçlüklerinde Ultrasonografi Kullanımı/The use of Ultrasonography-guided peripheral intravenous access in Emergency Department Patients with Difficult Venous Access. *Journal of Academic Emergency Medicine*. 2010;9(1):9.
64. Rippe J. Arterial line placement and care in intensive care medicine. *Intensive Care Medicine*. 2003:36-45.
65. Scheer BV, Perel A, Pfeiffer UJ. Clinical review: complications and risk factors of peripheral arterial catheters used for haemodynamic monitoring in anaesthesia and intensive care medicine. *Critical Care*. 2002;6(3):1.
66. Gualtieri E, Deppe SA, Sipperly ME, Thompson DR. Subclavian venous catheterization: greater success rate for less experienced operators using ultrasound guidance. *Critical care medicine*. 1995;23(4):692-697.
67. Balls A, LoVecchio F, Kroeger A, Stapczynski JS, Mulrow M, Drachman D. Ultrasound guidance for central venous catheter placement: results from the central line emergency access registry database. *The American journal of emergency medicine*. 2010;28(5):561-567.
68. Stone MB, Nagdev A, Murphy MC, Sisson CA. Ultrasound detection of guidewire position during central venous catheterization. *The American journal of emergency medicine*. 2010;28(1):82-84.
69. Hind D, Calvert N, McWilliams R, et al. Ultrasonic locating devices for central venous cannulation: meta-analysis. *Bmj*. 2003;327(7411):361.
70. Seto AH, Abu-Fadel MS, Sparling JM, et al. Real-time ultrasound guidance facilitates femoral arterial access and reduces vascular complications: FAUST (Femoral Arterial Access With Ultrasound Trial). *JACC: Cardiovascular Interventions*. 2010;3(7):751-758.

71. Cuvillon P. [Axillary nerve block under ultrasonography: review of evidence]. Paper presented at: *Annales francaises d'anesthesie et de reanimation*2012.
72. Marhofer P, Harrop-Griffiths W, Kettner S, Kirchmair L. Fifteen years of ultrasound guidance in regional anaesthesia: part 1. *British journal of anaesthesia*. 2010;104(5):538-546.
73. Sandhu NS. Ultrasound imaging in anesthesia: an overview of vascular access and peripheral nerve blocks. Paper presented at: *Seminars in Anesthesia, Perioperative Medicine and Pain*2007.
74. Ganesh A, Kaye R, Cahill AM, et al. Evaluation of ultrasound-guided radial artery cannulation in children. *Pediatric Critical Care Medicine*. 2009;10(1):45-48.
75. Lieberman JA, Williams KA, Rosenberg AL. Optimal head rotation for internal jugular vein cannulation when relying on external landmarks. *Anesthesia & Analgesia*. 2004;99(4):982-988.

