

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**RADİYAL ARTER KANÜLASYONUNUN DAMAR ÇAPI, KAN
AKIMI VE İNCE MOTOR BECERİYE GEÇ DÖNEM ETKİLERİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Akın BİLİR

DANIŞMAN

Prof. Dr. Erkan TOMATIR

DENİZLİ – 2017

**T.C.
PAMUKKALE ÜNİVERSİTESİ
TIP FAKÜLTESİ
ANESTEZİYOLOJİ VE REANİMASYON ANABİLİM DALI**

**RADİYAL ARTER KANÜLASYONUNUN DAMAR ÇAPI, KAN
AKIMI VE İNCE MOTOR BECERİYE GEÇ DÖNEM ETKİLERİ**

UZMANLIK TEZİ

Dr. Akın BİLİR

DANIŞMAN

Prof. Dr. Erkan TOMATIR

DENİZLİ – 2017

Prof. Dr. Erkan TOMATIR danışmanlığında Dr. Akın BİLİR tarafından yapılan “Radyal Arter Kanülasyonunun Damar Çapı, Kan Akımı Ve İnce Motor Beceriye Geç Dönem Etkileri” başlıklı tez çalışması 23/05/2017 tarihinde yapılan tez savunma sınavı sonrası yapılan değerlendirme sonucu jürimiz tarafından Pamukkale Üniversitesi Tıp fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Anabilim Dalında TIPTA UZMANLIK TEZİ olarak kabul edilmiştir.

BAŞKAN: Prof. Dr. Rıza Hakan ERBAY

ÜYE: Prof. Dr. Erkan TOMATIR

ÜYE: Prof. Dr. Feray GÜRSOY

Yukarıdaki imzaların adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylım.

Doç. Dr. Şahika Pınar AKYER

Dekan a.

Dekan Yardımcısı

Pamukkale Üniversitesi

Tıp Fakültesi Dekanı

TEŐEKKÖR

Uzmanlık eğitimim süresince değerli bilgi ve deneyimlerini benden esirgemeyen ve tezimi başından sonuna kadar destekleyerek her aşamasında yol gösteren tez danışmanım Prof. Dr. Erkan TOMATIR başta olmak üzere, anabilim dalı başkanımız Prof. Dr. Rıza Hakan ERBAY'a, değerli hocalarım Prof. Dr. Simay SERİN'e, Prof. Dr. Hülya SUNGURTEKİN'e, Prof. Dr. Ercan Lütfi GÖRSES'e ve Doç. Dr. Habip ATALAY'a teşekkür ederim.

Birlikte çalışmaktan mutluluk duyduğum ve her konuda birbirimize destek olduğumuz değerli yandal ve anadal asistan arkadaşlarıma, yoğun bakım ve ameliyathane ünitesindeki özverili hemşire, personel ve sekreter arkadaşlarıma, bugünlere gelmemde büyük katkısı olan, her türlü maddi ve manevi desteğini esirgemeyen abim ve ablalarıma, varlığıyla hayatıma anlam katan eőim Dr. Yeliz BİLİR'e ve yokluğuma olgunca katlanan neőe ve mutluluk kaynağım kızlarım Defne ve Begüm'e sonsuz sevgi ve teőekkürlerimi sunarım.

Dr. Akın Bilir

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No:
ONAY SAYFASI.....	III
TEŞEKKÜR	IV
İÇİNDEKİLER	V
SİMGELER VE KISALTMALAR	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
TABLolar DİZİNİ	VIII
ÖZET.....	IX
SUMMARY	X
GİRİŞ	1
GENEL BİLGİLER.....	3
İNVAZİV ARTERİYEL KANÜLASYON	3
Arteriyel Kanülasyon Endikasyonları	3
Arteriyel Kanülasyon Kontrendikasyonları	3
Arteriyel Kanülasyon Komplikasyonları	5
Arteriyel Kanülasyonda Lokalizasyon	5
ELİN ARTER ANATOMİSİ (PALMAR ARK).....	5
Radyal Arter Anatomisi.....	6
Ulnar Arter Anatomisi	6
RADİYAL ARTER KANÜLASYON İŞLEMİ	6
Allen Testi.....	7
Radyal Arter Kanülasyon Teknikleri.....	8
ULTRASONOGRAFİ.....	8
USG Fiziği.....	8
Ultrason Modları	9
USG Eşliğinde Radyal Arter Kanülasyonu.....	10
Doppler USG	11
İNCE MOTOR BECERİLER ve PURDUE PEGBOARD TESTİ.....	12
İnce Motor Beceriler.....	12
GEREÇ VE YÖNTEM	15
BULGULAR	18
TARTIŞMA	22
SONUÇ.....	31
KAYNAKLAR	33

SİMGELER VE KISALTMALAR

USG	: Ultrasonografi
VKİ	: Vücut kitle indeksi
TSH	: Tepe sistolik hız
OHA	: Ortalama hacim akışı
DSH	: Diyastol sonu hız
Pİ	: Pulsatil indeks
Dİ	: Direnç indeksi
KPB	: Kardiyopulmoner bypass
MHz	: Megahertz
ASA	: <i>American Society of Anesthesiologists</i>
dk	: Dakika
mcg	: Mikrogram
mg	: Miligram
mL	: Mililitre
mmHg	: Milimetre civa
Ort	: Ortalama
SS	: Standart sapma
İV	: İntravenöz
İM	: İntramüsküler
kg	: Kilogram
EF	: Ejeksiyon fraksiyonu
KAH	: Koroner arter hastalığı
MAK	: Minimum alveoler konsantrasyon
min	: Minimum
maks	: Maksimum
EKG	: Elektrokardiyografi
G	: Gauge

ŞEKİLLER DİZİNİ

	Sayfa No:
Şekil 1. Elin arter anatomisi (palmar ark).....	6
Şekil 2. (a) B-mod görüntüsü (b) M-mod (alt kısmında) ve B-mod görüntüsü ..	9
Şekil 3. (a) Renkli Doppler (b) Power Doppler görüntüsü.....	10
Şekil 4. Purdue pegboard testi	14
Şekil 5. Radyal arter tepe sistolik hız değişiklikleri (cm sn^{-1}) (Ort \pm SS)	19
Şekil 6. Ulnar arter tepe sistolik hız değişiklikleri (cm sn^{-1}) (Ort \pm SS).....	19
Şekil 7. Radyal arter diyastol sonu hız değişiklikleri (cm sn^{-1}) (Ort \pm SS)	19
Şekil 8. Ulnar arter diyastol sonu hız değişiklikleri (cm sn^{-1}) (Ort \pm SS).....	20
Şekil 9. Radyal arter ortalama hacim akışı değişiklikleri (ml dk^{-1}) (Ort \pm SS)	20
Şekil 10. Ulnar arter ortalama hacim akışı değişiklikleri (ml dk^{-1}) (Ort \pm SS).....	20
Şekil 11. Radyal ve ulnar arter pulsatil indeks değişiklikleri (Ort \pm SS).....	21
Şekil 12. Radyal ve ulnar arter direnç indeksi değişiklikleri (Ort \pm SS)	21

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No:

Tablo 1.	İnvaziv arteriyel basınç monitörizasyonu için endikasyonlar	4
Tablo 2.	Arteriyel hat yerleşimi için mutlak kontrendikasyonlar.....	4
Tablo 3.	Arteriyel hat yerleşimi için göreceli kontrendikasyonlar.....	4
Tablo 4.	Demografik veriler (Ort±SS), n (%)	18
Tablo 5.	Radiyal ve ulnar arter çap değişiklikleri (mm) (Ort±SS).....	18
Tablo 6.	Purdue pegboard test skorları.....	21
Tablo 7.	Purdue pegboard test normal değerleri	29

ÖZET

Radiyal arter kanülasyonunun damar çapı, kan akımı ve ince motor beceriye geç dönem etkileri

Dr. Akın BİLİR

Radiyal arter kanülasyonu, sürekli kan basıncı izleme ve arteriyel kan örnekleme için sık kullanılan ve önemli bir prosedür olup, en korkulan komplikasyonu iskemik sekeldir. İşlemin geç dönem damar akış parametrelerine etkisi ve el ince motor becerisinde azalmaya neden olup olmadığı bilinmemektedir. Bu çalışmada; radiyal arter kanülasyonu işleminin damar kan akım parametreleri ve el ince motor fonksiyonlarına olan etkilerinin değerlendirilmesi amaçlandı.

Etik Kurul onayından sonra Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi ameliyathanelerinde cerrahi girişim planlanan ve arter kanülasyonu gereken 18-80 yaş aralığında ASA 1-3 fiziksel durumundaki 50 hastanın işlem öncesi radiyal ve ulnar arter Doppler parametreleri ile Purdue pegboard skorları ölçüldü ve işlem sonrası belli aralıklarla Doppler parametreleri 3 aylık periyotta 7 kez daha; motor beceri skorları ise 2 kez daha ölçüldü.

Kanülasyon sonrası ilk ölçümde radiyal arter çapı azalırken ulnar arter çapı ise kompensatuvar olarak arttı ($p<0.05$). Her iki arterin de başlangıç ve son ölçümdeki çapları arasında istatistiksel olarak fark olmadığı bulundu. Ulnar veya radiyal arter kan akımı parametreleri açısından (TSH, DSH, Dİ, OHA ve Pİ) başlangıç ve son ölçümler arasında anlamlı bir fark olmadığı saptandı. İnce motor beceri testi sonuçları da kanülasyon öncesi ve sonrası anlamlı bir fark göstermedi.

Sonuç olarak; radiyal arter kanülasyonunun arter çap ve akım parametreleri ile el ince motor becerisi üzerine kalıcı bir olumsuz etki göstermediği kanısına varıldı.

Anahtar kelimeler: radiyal arter kanülasyonu, USG, ince motor beceri

SUMMARY

Late effects of radial artery cannulation on vascular diameter, blood flow and fine motor skills

Dr. Akin BİLİR

Radial artery cannulation is a common and important procedure for continuous blood pressure monitoring and arterial blood sampling and ischemic sequelae are the most feared complication of the procedure. It is not known whether the procedure has a late effect on vascular flow parameters or decreases hand fine motor skills. In this study, the aim was to evaluate the effects of radial artery cannulation on vascular flow parameters and hand fine motor skills.

Upon approval by the Ethics Committee, in 50 patients of 18-80 years of age with an ASA physical status of 1-3 who were scheduled to undergo surgical interventions requiring arterial cannulation at the Cardiovascular Surgery Department of Pamukkale University Medical School, preoperative radial and ulnar artery Doppler parameters and Purdue Pegboard scores were measured and 7 and 2 additional measurements of Doppler parameters and motor skills scores, respectively, were performed at certain intervals during the postoperative 3-months period.

The first measurement after cannulation revealed a decrease in the radial artery diameter and a compensatory increase in the ulnar artery diameter ($p<0.05$). There was no statistical difference between the baseline and final diameter measurements of both arteries. There was no significant difference between the baseline and final measurements of ulnar and radial artery blood flow parameters (PSV, EDV, RI, MVF and PI). Fine motor skill test results also did not show any significant difference between pre- and post-cannulation measurements.

It was concluded that radial artery cannulation did not have a permanent negative effect on arterial diameter, flow parameters and hand fine motor skills.

Key words: radial artery cannulation, USG, fine motor skills

GİRİŞ

Kardiyovasküler sistemin değerlendirilmesinde kan basıncı ölçümü değerli bir göstergedir ve arter kanülasyonu bu ölçümde önemli bir yer tutar. Kan basıncı ölçümü için en ideal yer asendan aortadır, ancak bu işlem için farklı damarlar da kullanılır. Bunlardan birisi de radyal arterdir. Radyal arter genellikle yüzeysel konumu ve ulnar arter tarafından ele sağlanan kollateral kan akımı varlığı nedeniyle arteriyel kateter yerleştirilmesi için ilk tercihtir (1). Kan basıncını ilk defa doğru tahmin eden ve aynı zamanda ilk arter kanülasyonunu yapan kişi, 1856 yılında operasyonda civalı manometreye bir arter bağlayan ve böylece doğrudan okuma elde edebilen, cerrah Faivre idi (2).

Radyal arter kanülasyonunun 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 edilmiştir (3). 1951'de polietilen kateterler, arteriyel kanülasyon amacıyla kullanılmaya başlanmış (4) ve 1953'te günümüzde de uygulanan Seldinger tekniği literatürde belirtilmiştir (5). Arteriyel kanülasyon için şu anda kullanılan perkütan teknikler; damarı delip, sonra bir kılavuz tel üzerinden kateter ilerletme (modifiye Seldinger tekniği) veya damarı delip daha sonra doğrudan atardamara kateter ilerletilmesidir (1). Her invaziv girişimde olduğu gibi, arteriyel kanülasyonlar da bazı komplikasyonları beraberinde getirmektedir. Dahili ve cerrahi yoğun bakım ünitelerinde yatan 4932 hastanın analizinde; en sık gözlenen komplikasyon olarak %4.6 oranında arteriyel kateter yerleşimine bağlı vasküler yetmezlik yer almaktadır (6). İkinci sırada, %3 oranında görülen komplikasyon ise kanamadır. Girişim yerinde görülen enfeksiyon en sık üçüncü komplikasyondur. Diğer nadir komplikasyonlar ise psödoanevrizma ve sepsis olarak belirtilmektedir (7,8).

Arteriyel kanülasyon işlemlerinde en sık kullanılan teknik palpasyon ile arter atımının hissedilerek girişim noktasının belirlenmesidir. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak radyal arter kanülasyonunda da, girişimsel işlemlerde klasik yöntemlere kıyasla daha az komplikasyona neden olduğu ve girişim süresini kısalttığı gösterilen ultrasonografi (USG), anestezi uzmanları tarafından daha sık olarak

kullanılmaya başlanmıştır (9). Radyal arter kanülasyonu için USG kılavuzluğunun kullanımı ise iyi bir şekilde belirlenmemiştir. Son zamanlarda, konuyla ilgili birçok çalışma yayınlanmış ve sonuçlar çelişkili olmuştur (10,11). Özellikle radyal arter kanülasyonunun Doppler USG kullanılarak elde edilebilen damar akış parametrelerinde sebep olabileceği geç dönem değişimler ile bu işlemin el ince motor becerisine erken veya geç dönemde olumsuz katkıda bulunup bulunmadığına dair çalışmaya ise rastlanmamıştır. Bizim çalışmamızda ameliyathane koşullarında, elektif vakalarda uygulanan radyal arter kanülasyonu işleminin geç dönem damar kan akım parametreleri ve el ince motor fonksiyonlarına olan etkilerinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

GENEL BİLGİLER

İNVAZİV ARTERİYEL KANÜLASYON

Arter kanülasyonu, acil servis, yoğun bakım ünitesi ve ameliyathane dahil birçok klinik ortamda sürekli kan basıncı izleme ve arteriyel kan örnekleme için sık başvurulan ve önemli bir prosedürdür (12). Kan basıncı takibinde intra-arteriyel monitörizasyon noninvaziv tekniklerle kıyaslandığında “altın standart” yaklaşım olarak kabul edilmektedir (13). Radyal arter kanülasyonunda geleneksel yaklaşım, kılavuz olarak anatomik bilgi ve nabız palpasyonu kullanılmasıdır. Palpasyonla radyal arter kanülasyonunun ilk girişimdeki başarı oranı, erişkin ve pediatrik hastalarda farklılık göstermekle birlikte %13.8 ile %68.6 arasında değişmektedir (10, 11).

Arteriyel Kanülasyon Endikasyonları

Doğrudan arteriyel basınç izlemi, anlık kan basıncı değişikliklerinin beklendiği ve bunların hızlı tespiti için hayati öneme sahip olduğu durumlarda kullanılmalıdır. Bu koşullar, tipik olarak, ciddi kardiyovasküler hastalık veya hemodinamik kararsızlık öyküsü bulunan hastalar için ve planlanan ameliyat prosedürünün, büyük, ani kardiyovasküler değişiklikler, hızlı kan kaybı veya büyük sıvı değişikliklerine neden olabileceği durumlar için geçerlidir. Arteriyel kanülasyonun tek mutlak endikasyonu pulsatil kan akımının sağlanamadığı, bu nedenle noninvaziv kan basıncı ölçümünün mümkün olmadığı kardiyopulmoner bypass (KPB) cerrahisidir (14).

Arteriyel Kanülasyon Kontrendikasyonları

Bir arteriyel hattın yerleştirilmesinde kontrendikasyonlar azdır, ama özel önem arz etmektedir. Bir arteriyel hattın yerleştirilmesi, giriş bölgesinin distalindeki dolaşımdan ödün vermemelidir; bu da kollateral dolaşımda eksiklikler olduğu bilinen yerlerden kaçınılmasını gerektirir (15).

Tablo 1. İnvaziv arteriyel basınç monitörizasyonu için endikasyonlar

Büyük sıvı şifitlerinin veya kan kayıplarının beklendiği cerrahi girişimler
Kardiyopulmoner bypass gerektiren cerrahi girişimler
Sık arteriyel kan gazı analizi gerektiren pulmoner hastalıklar
Stabil olmayan anjina, yeni geçirilmiş miyokard enfarktüsü veya ciddi KAH
Sol ventrikül fonksiyonunda ciddi bozukluk veya ciddi valvüler kalp hastalığı
Şok veya multipl organ yetersizliği
İstemli hipotansiyon veya hipotermi planlanan cerrahi girişimler
Masif travma olguları
Sağ kalp yetmezliği
Kronik obstruktif akciğer hastalığı
Pulmoner hipertansiyon, pulmoner emboli varlığı
İnotrop veya “intra-aortik balon kontrpulsasyonu” kullanılan hastalar
Masif asit varlığı
Sık kan örneği alınması gereken, elektrolit veya metabolik bozukluklar
Arteriyel basıncın noninvaziv olarak ölçülmesinin mümkün olamaması

Tablo 2. Arteriyel hat yerleşimi için mutlak kontrendikasyonlar

Nabız yokluğu
Tromboanjitis obliterans
Kanülasyon bölgesi üzerinde tam kat yanıklar
Ekstremiteye yetersiz dolaşım
Raynaud sendromu

Tablo 3. Arteriyel hat yerleşimi için göreceli kontrendikasyonlar (16)

Antikoagülasyon
Ateroskleroz
Koagülopati
Yetersiz kollateral akım
Kanülasyon yerinde enfeksiyon
Kanülasyon yerinde kısmi kalınlıkta yanma
Bölgedeki daha önceki cerrahi

Arteriyel Kanülasyon Komplikasyonları

Arteriyel kanülasyon olası birkaç ciddi komplikasyona karşın genelde güvenli bir prosedür olarak kabul edilmektedir. Kanülasyon bölgesinin komplikasyon riski üzerine etkisi hakkında çok az bilgi vardır. En sık karşılaşılan komplikasyon, arterin geçici oklüzyonudur. İnsidansı %1.5 ile %35 (ortalama %19.7) arasında değişmektedir (17); değişkenlik, kullanılan farklı yöntemlere ve bu komplikasyonun saptanmasında ne kadar çaba harcandığına bağlıdır. Genellikle, arterin geçici olarak oklüzyonu ciddi şekillere sahip değildir ve radyal arterin kalıcı oklüzyonu nadir görülür.

Diğer bir ciddi komplikasyon ise psödoanevrizmadır (17); psödoanevrizmanın kendisi de enfeksiyon, sepsis ve rüptür için bir risk oluşturmaktadır (17,18). Radyal kanülasyon %0.13 sepsis ile ilişkili iken, %0.72 kanülasyon yerinde lokal enfeksiyonla ilişkilidir (17). Diğer komplikasyonlar arasında apse, selülit, medyan sinir felci (19-21), süperatif tromboarterit (22), hava embolisi (23), kompartman sendromu ve karpal tünel sendromu (24-26) sayılabilir. Tüm bunlara ilave olarak arterden yanlışlıkla ilaç uygulanması ciddi vazospazm, iskemi ve cilt nekrozu ile sonuçlanabilir.

Arteriyel Kanülasyonda Lokalizasyon

Arteriyel kanülasyonun lokalizasyonunu etkileyen faktörler arasında cerrahinin yeri, hastanın pozisyonu ve cerrahi manipülasyonlar ile arteriyel akımın değişebilecek olması, ekstremitede geçirilmiş cerrahi öyküsü veya iskemi varlığı sayılabilir.

Radyal arter; teknik olarak kanüle edilmesinin kolay oluşu ve elin iyi bir kollateral dolaşıma sahip olmasından dolayı daha az komplikasyon riski taşıması nedeniyle invaziv kan basıncı izleminde sıklıkla tercih edilen arter olmuştur.

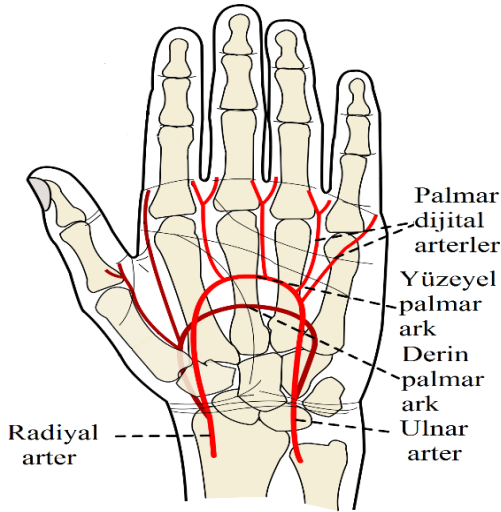
ELİN ARTER ANATOMİSİ (PALMAR ARK)

Fonksiyonel bir elin yeterli beslenmesi radyal ve ulnar arterler ile sağlanır. Çok nadir olarak geniş bir medyan arter mevcuttur. Ulnar ve radyal arter, brakial arterin proksimal volar ön koldaki terminal dallarıdır. Ulnar arterin ilk dallarından olan *common interosseous* arter, 1–2 cm sonra ikiye ayrılarak volar ve dorsal *interosseous* arterleri oluşturur. Medyan arter, volar *interosseous* arterin dalıdır. Volar digital arterlerin çoğunu veren yüzeysel palmar arkın ana kaynağı ulnar arterdir (27, 28).

Radiyal Arter Anatomisi

Brakiyal arterin iki terminal dalından daha ince ve dış tarafta olanıdır. *Collum radii* hizasında ve *m. biceps brachii*'nin kirişinin hemen mediyalinde başlar. Radiyal arterin proksimal kısmını, brakioradiyal kasın üst bölümü örter. Brakiyal arter ile radiyal arter aynı doğrultuda bulunurlar. Ön kolda radiyal arterin arka yüzünde kaslar bulunur. Sadece el bileği yakınında doğrudan radyusun üzerinde yer alır. Bu nedenle burada radiyal arteri parmaklarımız ile radyus arasına sıkıştırarak nabız alabiliriz (29).

Şekil 1. Elin arter anatomisi (palmar ark)



Radiyal arter, radyusun distal ucunu dış taraftan dolanarak el sırtında fovea radiyalis'e (enfıye çukuru) gelir. Burada *m. ekstensör pollicis brevis*, *m. abductor pollicis longus* ve *m. ekstensör pollicis longus*'un kirişlerinin derininden geçerek el sırtında 1. metakarpal aralığa ulaşır. Bu aralıktaki adduktor pollicis kasını delerek palmar tarafa geçer ve a. ulnaris'in derin dalı ile ağızlaşarak arcus palmaris profundus'u oluşturur (29).

Ulnar Arter Anatomisi

Brakiyal arterin iki terminal dalından daha kalın olanıdır. Ön kolun ve elin dominant arteridir. *Collum radii* hizasında veya dirsek ekleminin 1 cm distalinde başlar. El bileğinde *retinaculum flexorum*'un yüzeyinden ve *os. pisiforme*'nin de radiyal tarafından geçerek ele girer. Burada radiyal tarafa dönerek *arcus palmaris superficialis*'i oluşturur (29). Eldeki arteriyel ark yapıları sayesinde radiyal arter kanülasyonu ile iskemik komplikasyon riskinin düşük olduğu söylenebilir (30).

RADİYAL ARTER KANÜLASYON İŞLEMİ

Radiyal arter kanülasyon işlemi komplikasyon ihtimaline karşın genellikle hastanın aktif kullanmadığı, yani non-dominant elden yapılır. Hastanın hem radiyal

hem de ulnar arterinin dolaşıma yeterli miktarda katılıp katılmadığı, yani kollateral akım yeterliliği işlem öncesi bazı testlerle saptanır. Bu testlere örnek olarak; puls oksimetri, pletismografi, Doppler USG kullanılması ve modifiye Allen testi yapılması sayılabilir. Pratik uygulamada bu testlerden en sık olarak modifiye Allen testi kullanılır.

Allen Testi

Doktor Edgar V. Allen Mayo kliniği'nde eğitim alırken Ağustos 1929'da adını taşıyan bu yöntemi açıklamış ve *Tromboanjitis obliterans*'lı üç hastada ulnar dolaşımın oklüzif hastalıklarının teşhisinde kullanmıştır (31). Modifiye Allen testinde uygulayıcı, radyal ve ulnar arterleri sıkıştırarak hastadan yumruğunu sıkmasını ister. Arterler oklüze haldeyken hasta parmaklarını germeden yumruğunu açar, ulnar arter oklüzyonu kaldırılır. Normal şartlarda, 5 saniye (sn) gibi kısa bir sürede avuç içine kan dolması ve elde renk değişikliği meydana gelmesi beklenir. Avuç içi daha uzun süre (15 sn) solgunluğunu koruyorsa, ciddi ölçüde azalan ulnar kollateral akım varlığı düşünülür (32). Akım normal ise test negatif kabul edilir.

Görsel modifiye Allen testi subjektif olması (33) ve objektif bir sonlanım noktası olmaması (34) nedeniyle eleştirilmiş ve araştırmacılar tarafından geliştirilip diğer yöntemlerle tamamlanmıştır (35-41). Doppler görüntüleme, palmar kolateral dolaşımın altın standart testi olarak düşünülür (33, 35). Puls oksimetre ile yapılan modifiye Allen testi Doppler görüntüleme ile karşılaştırılabilir (42). Ameliyathanelerde ve kritik bakım ortamlarında puls oksimetre kullanımının yaygın olması nedeniyle, puls oksimetreli modifiye Allen testi herhangi bir radyal arter kanülasyonundan önce kolayca gerçekleştirilebilir ve belgelendirilebilir.

Puls oksimetre ile Allen testi aynı taraftaki elin işaret parmağına yerleştirilen puls oksimetre ile gerçekleştirilebilir. Arter sıkıştırılmadan önce normal bir dalga formu gözlemlenmelidir. Test aynı şekilde yapılır, ancak ulnar arteri serbest bırakırken el rengini gözlemek yerine, pletismografi incelenir. Hem radyal hem de ulnar arter tıkandığında, dalga başlangıçta künt veya düzdür. Testin normal kabul edilmesi için izlem 15 sn içinde başlangıç çizgisine dönmelidir (32).

Radiyal Arter Kanülasyon Teknikleri

Radiyal arter kanülasyonunda birkaç farklı teknik kullanılabilir; bunlardan radiyal arterin palpasyon ile direkt olarak veya USG rehberliğinde kanüle edilmesi diğer yöntemlere kıyasla daha çok tercih edilmektedir. Arteriyel basınç ölçümü için yapılacak olan kanülasyonda sıklıkla ince lümenli 20-22 gauge (G) ve 2.5-5 cm uzunluğundaki radiyal arter kateterleri kullanılır (43).

Kanülasyon için kullanılan yöntemlerden birisi transfiksiyondur ve burada kanülasyon için intraket kullanılır. Bu yöntemde arterin posterior duvarı kasten delinir, daha sonra kateter geri çekilerek kanın tekrar geldiği gözlemlendiğinde kateter lümen içinde ilerletilir. Bu yöntem hatalı enjeksiyon, pıhtı oluşma riski ve kateterin kink yapma olasılığının yüksek olması nedeni ile pek önerilmez (44).

Seldinger tekniğinde ise radiyal artere iğne ile ponksiyon yapılır. Ponksiyon iğnesinin içinden kılavuz tel geçirilir. İğne çıkarıldıktan sonra arter kanülü kılavuz tel üzerinden artere yerleştirilir ve kanülasyon tamamlanır.

ULTRASONOGRAFİ

USG Fiziği

USG cihazı ses dalgalarının değişik yoğunluktaki dokular içinde farklı hızlarda ilerlemesi ve yansımaları prensibine dayanan bir mekanizma ile çalışır. USG'de transdüserden (prob) dokulara iletilen yüksek titreşimli ses dalgaları kullanılır. İnsan kulağının duyamadığı bu ses dalgaları genellikle 2-15 MHz (1 Hertz=1 titreşim/sn, 1 MHz=1 milyon titreşim/sn) aralığındadır.

Her dokunun ses dalgasına karşı farklı direnci vardır. Bu durum dokuların ekranda farklı tonlarda görünmesi ile sonuçlanmaktadır. 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. Prob seçiminde incelenen bölge, hastanın boyutları (pediyatrik/erişkin, obez/zayıf vücut yapısı), kas ve yağ dokusu ile derinlik dikkate alınmalıdır (10, 44-46).

Ultrason Modları

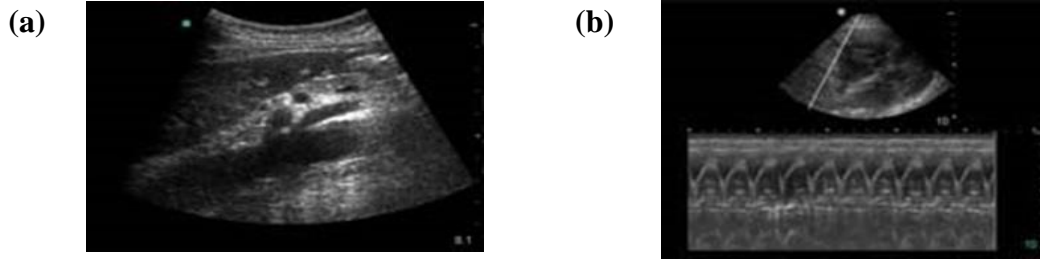
B-mod (brightness mode-parlaklık modu)

USG'ye yeni başlayanlar için en kullanışlı olan moddur. Bu taramada probdan gelen ses dalgaları dokular içinde yayılma ve kırılma/yansıma ile geri dönerek iki boyutlu (2D) bir görüntü oluştururlar. Bu görüntüler, dokuların sese tepkisine göre ekranda değişik parlaklıktaki gri tonlar şeklinde oluşmaktadır (beyaz-siyah arası) (47).

M-mod (motion mode-hareket modu)

Hareketli olan B-mod'un sadece bir parçası alınarak zaman ekseninde görüntü oluşturmak için kullanılır. Kardiyak olayların zamansal incelemesi ve yüksek hızlı hareketlerin kaydedilmesi amaçlı kullanılır (47). M-mod, kalbin belirli bir kısmının hareketini yakalamaktadır.

Şekil 2. (a) B-mod görüntüsü (b) M-mod (alt kısmında) ve B-mod görüntüsü



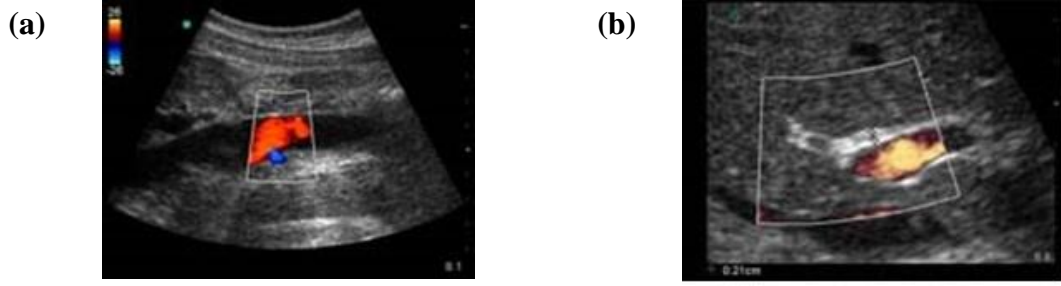
Renkli Doppler

Renk-akım modu olarak bilinir ve B-mod üzerinde kan akımı veya doku hareketlerini renklendirerek görüntüleme sağlar (47).

Power Doppler

Renkli Dopplerin aksine akım hızı ve yönünü değil, dönen frekans genişliğini ve çok düşük akımları ölçmede kullanılan moddur. Testiküler veya over torsiyonu gibi vasküler acillerde kullanılır (47).

Şekil 3. (a) Renkli Doppler (b) Power Doppler görüntüsü



Spektral Doppler

Sürekli ve atım dalga formundan oluşur. Sıklıkla damarları göstermek ve fetal kalp atımı tayininde kullanılır. Venöz akımda daha düz iken, arteryal akımda daha keskin şekillidir (47).

USG Eşliğinde Radyal Arter Kanülasyonu

İşlem öncesi, patent bir radyal ve ulnar arterin yanısıra sağlam bir palmar ark yoluyla çift akım desteğinin korunmasını sağlamak için modifiye Allen testi yapılmalıdır.

Hastanın Konumlanması ve Pozisyonu

Radyal erişime optimal konumlandırma sağlamak için bir yaklaşım, kolu yaklaşık 45° abduksiyona getirmek ve eli splint veya kol tahtası üzerinde uzatılmış bir konumda hareketsiz kılmaktır. Operatör, işlem sırasında hastanın kolu ile aynı tarafta durur. Bilek alanı başparmaktan brakiyal fossaya kadar sterilize edilerek hazırlanır. Kol ve el örtülür, böylece sadece radiusun stilyid prosesinden yaklaşık 4 cm proksimal alanı açıkta bırakılır. USG ünitesi, hastanın karşı tarafına yerleştirilir ve böylece ekran görüntüsü kolaylıkla görülebilir (48).

Ultrason Kurulum ve Görüntüleme

Eğrisel, doğrusal veya hokey çubuğu transdüseri frekansı 5 ila 10 MHz arasında ayarlanmış olarak seçilir. Steriliteye özen göstererek, transdüser kafasına ve steril plastik kılıfın tabanına ultrasonik jel uygulanır. Prob kafası ve kablo steril bir kılıf içine konur ve elastik bir bant ile yerine sabitlenir.

Transdüser başlangıçta enine görüntü elde etmek için damar duvarına dik olarak tutulur. Enine görünümdeki arter, statik, yankı önleyici materyalin ortasında

yuvarlak, pulsatil, ekolusen bir yapıdadır ve çoğu vakada bir veya iki küçük damar ile birlikte görülür. Radyal arterin maksimum ve minimum çapları enine görünümde, ideal olarak radiusun stiloyid prosesine yaklaşık 1 cm proksimalde ölçülür.

Radyal Arter Kanülasyonu

Cilt anestetize edildikten sonra radyal arter, USG görüntüleme ekranının ortasında yeniden düzenlenir. Deri yüzeyinden yaklaşık 45°'de konumlandırılmış 20 gauge (G) iğne ile (her ne kadar 19-22 G ve 2-5 cm uzunluğunda iğne kullanılabilirse de), USG ile giriş izlenirken subkutan doku içine girilir. Operatör, doğrusal, yoğun ekojenik iğnenin subkutanöz dokuya girmesini gözlemler. Genellikle iğnenin ucunu görmek zordur, dolayısıyla arterin sıkıştırıldığına dair dolaylı kanıt, iğne ucu konumu hakkında bir fikir verebilir. İğne arterin ön duvarından geçerken, iğnede dokusal bir çatlama meydana gelebilir. İğne ucu USG'de damarın lümeninde gözlemlenebilir. Operatör, iğnenin damarda olduğunu gösteren kan dönüşünü gözlemler. İğne görselleştirilemiyorsa, cilt yüzeyine çekilmeli ve kanülasyon işlemi tekrar başlatılmalıdır (49).

Kılıf yerleştirildiğinde, hemen aspire edilir ve yıkanarak temizlenir. Vazospazmı ve oklüzyonu önlemek için heparinli mayi uygulanmalıdır. Karışımın enjeksiyondan önce kan ile seyreltilmesi, enjeksiyon esnasında hastanın rahatsızlığını önleyebilir. USG rehberli radyal erişim, sistemli, adım adım bir yaklaşımla gerçekleştirilmelidir.

Doppler USG

Doppler etkisi ilk defa 1842'de Avusturyalı bir fizikçi olan Johann Christian Doppler tarafından tanımlanmıştır. Doppler etkisi hareketli bir kaynaktan çıkan sesin farklı frekanslarda algılanmasıdır. Bu kavrama klasik örnek; yerinde sabit duran bir dinleyicinin, kendisine yaklaşan ya da uzaklaşan trenin düdüğünü değişik frekanslarda duymasındır (50).

Hareket etmeyen bir nesneden dönen ekolar USG demetinin frekansında hiçbir değişiklik oluşturmaz. Oysa probdan uzaklaşan yönde hareket eden nesneden dönen ekolar daha düşük frekansa sahiptir. Dolayısıyla alınan ve gönderilen frekanslar

arasındaki fark negatif bir Doppler frekans şiftine ya da farkına neden olur. Buna karşılık proba doğru hareket eden nesnelere dönen ekolar gönderilen frekansa daha yüksek bir frekansa sahiptir. Fark, pozitif bir Doppler şifti oluşturur. Kısaca gönderilen frekans F_o ve alınan frekans F_r olarak ifade edilirse frekans şifti bu ikisi arasındaki farktır. Yani: Frekans şifti = $F_d = F_o - F_r$ 'dır.

Bu sonuç (F_d) pozitif ($F_o > F_r$) ise nesne proba yaklaşıyor, negatif ($F_o < F_r$) ise probadan uzaklaşıyor demektir. İncelenen bölgede hareket halinde bir nesne yoksa $F_r = F_d$ 'dir. Doppler etkisinin keşfi ile şu ana kadar olan gelişmeler sonucunda tıpta kullandığımız yöntemler şöyle özetlenebilir:

Sürekli dalga formu: Genellikle ekstremiteler damarlarının değerlendirilmesi ve çocuk kalp seslerinin izlenmesinde kullanılır (50).

Puls dalga formu: Sinyalin geri gelme zamanı sinyali aldığımız derinlik konusunda bize bilgi verebilmektedir.

Dupleks Doppler: Aslında bir puls dalga formu Doppler'dir. Tek farkı Doppler spektrum bilgisi ile B-mod görüntü bilgisinin birlikte kullanımındadır (50).

Renkli Doppler görüntüleme: Renkli Doppler görüntüleme, iki tip bilginin birleştirilmesine dayanır; gri skala görüntü ve çok daha düşük frekanslarda oluşturulan (3 ile 10 MHz'e karşılık 20.000 Hz gibi) renkli Doppler bileşenin oto korelasyonu sonucu renkli Doppler görüntüsü oluşturulur (50).

İNCE MOTOR BECERİLER ve PURDUE PEGBOARD TESTİ

İnce Motor Beceriler

Motor beceriler kasların hareketleri ve eylemleridir. Tipik olarak, bunlar iki gruba ayrılır: kaba motor beceriler ve ince motor beceriler. Kaba motor beceriler kolların, bacakların ve diğer büyük vücut parçalarının ve hareketlerinin işleme ve koordinasyonunda yer alır. Koşu, sürünme, yüzme gibi eylemlere katılırlar. İnce motor beceriler bileklerde, ellerde, parmaklarda, ayaklarda ve ayak parmaklarında meydana gelen daha küçük hareketlerle ilgilidir. Bu iki motor beceri, koordinasyon sağlamak için birlikte çalışır. İnce motor hareketler küçük kas gruplarının koordineli çalışmasıyla yürütülen hareketler olarak tanımlanabilir. İnce el becerisi, parmakların distal kısmını kullanarak nesnelere manipüle etme kabiliyetini ifade eder (51).

İnce motor beceriler, çocuklar ve yetişkinlerde standartlaştırılmış ve standartlaştırılmamış testlerle değerlendirilebilir. İnce motor değerlendirmeler zorla eşleme görevlerini içerebilir. İnsanlar, parmakla uygulanan bir referans kuvvetinin eşleştirilmesi talimatı verildiğinde, aynı veya farklı bir parmakla kuvvet eşleştirme görevlerinde yüksek derecede bir doğruluğa sahiptir (52). İnsanlar aynı zamanda kavrama kuvveti eşleme görevleri sırasında da yüksek doğruluk sergiler (53). El becerilerinin bu yönleri, insanların araçları etkili bir şekilde kullanma ve dengesiz nesnelere idare etme gibi zorlu işleme görevlerini yapma kabiliyetinde belirgindir (54).

İnce motor hareketlerin, özellikle el hareketleri için içine girdiğinde, motor ve bilişsel bileşenlerini ayrı ayrı ele almak önem kazanmaktadır. Burada mutlak bir ayrıştırma oldukça zordur. Bazı çalışmalarda ince motor hareketlerde bilişsel bileşenin rolünü belirgin kılmak için verilen görevlerin karmaşıklığının artırılması yoluna gidilmiştir (55). Ayrım yapılırken göz önüne alınması gereken bir başka husus da kullanılan testlerde verilen görevlerin karmaşıklığının bilişsel yükü artıracak olmasıdır (56). Test örnekleri şunları içerir: Purdue pegboard testi, kutu ve blok testi, dayanıklılık-beceri testi.

Purdue Pegboard Testi

Purdue Üniversitesindeki endüstriyel psikolog Dr. Joseph Tiffin, testi 1948'de tasarlamıştır. Test aslen montaj hattı işçilerinin el becerilerini değerlendirmek için tasarlanmıştır (57). Daha sonra nöropsikolojik değerlendirmede serebral lezyonların ve defisitlerin lokalizasyonu için bir yardımcı olarak kullanılmıştır (58). Yıllar boyunca Purdue pegboard testi, rehabilitasyon bağlamında üst ekstremitelerin fonksiyon kaybına bağlı olan beceri özrünü değerlendirmek için kullanılmıştır. Purdue pegboardun çeşitli güvenilirlik ve geçerlilik çalışmaları çocuklar ve yetişkinler için yapılmıştır (59,60). Testin ilk uygulamasında ve tekrarlayan uygulamalarında test güvenilirliği testin yapılan alt kümesine göre değişir; bir çalışmada 0.60'dan 0.76'ya (60), üç çalışmanın ortalamasında ise 0.82'den 0.91'e değişen güvenilirlik değerleri bulunmuştur (61-63).

Purdue pegboard (Model 32020, Lafayette Instrument Co., Lafayette, Indiana), iki paralel sütun halinde düzenlenmiş 50 delikten ve tahtanın üst kısmındaki 4 kâsede bulunan çiviler, pullar ve bileziklerden oluşur. Çiviler, tahtanın en sağında ve en solundaki yuvalara yerleştirilir ve her iki elin rahatça ulaşabilmesi sağlanır. Pegboard

bir masanın üzerinde düz olarak dururken, denekler onun önünde rahat bir şekilde otururlar. Deney yapan kişi testin bir kronometre ile zamanlamasını yaparken deneklere sözlü olarak başlama talimatı verir.

Test dört alt kümeden oluşur. İlk üç alt kümede, deneklerin delikleri başta dominant el (yazma için kullanılan el olarak tanımlanmıştır), ardından diğer elle ve son olarak her iki elle aynı anda delikleri doldurması için 30 sn süre verilir. Testin dördüncü alt kümesinde ise 60 sn içerisinde önce dominant elle bir çivi sonra diğer elle bir pul çivinin içine, sonra dominant elle bir bilezik ve en son diğer elle yine bir pul bunların üzerine yerleştirilir. Her alt küme, bir ortalama elde edebilmek için üç kez tekrarlanır. Test puanı, test alt kümesine bağlı olarak doldurulan deliklerin sayısına ya da monte edilen parçaların sayısına eşittir (57).

Şekil 4. Purdue pegboard testi



GEREÇ VE YÖNTEM

Bu çalışma; Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulu onayını takiben, Haziran ve Eylül 2016 ayları arasında, Pamukkale Üniversitesi Tıp Fakültesi, Kalp ve Damar Cerrahisi tarafından ameliyata alınan 50 hasta üzerinde gerçekleştirildi. Çalışmaya 18-80 yaş aralığında, elektif olarak opere edilecek, radyal arter kanülasyon endikasyonu bulunan KPB, kapak replasman cerrahileri, Bentall prosedürü, atriyal septal defekt onarımı gibi cerrahi işlem geçirecek, *American Society of Anesthesiologists* (ASA) fiziksel durumları 1-3 olan hastalar dahil edildi. İşlem öncesi hastalardan yazılı bilgilendirilmiş onam alındı.

Cerrahi işlem için femoral arter kanülasyonu yapılmış veya hemodinamik olarak stabil olmayan, vücut kitle indeksi (VKİ) >35 olan, acil cerrahi gerektiren, modifiye Allen testinde yeterli kollateral akım saptanamayan, periferik vasküler hastalığı olan ve ponksiyon yerinde enfeksiyonu olan hastalar çalışmaya dahil edilmedi.

Postoperatif dönemde uzun takip süreci içerisinde ölçümleri tamamlanma olanağı bulunamayan hastaların çalışmadan çıkarılması ve benzer özellikte yeni hastalarla hedef sayıya ulaşılması planlandı.

Hastalar yattıkları serviste ön değerlendirmeye tabi tutulup, Purdue pegboard testi dominant el, diğer el ve her iki eli kapsayacak şekilde 3 alt kümede yapıldı ve skorları not edildi. Hastaların boy ve ağırlıkları yattıkları serviste hemşire tarafından ölçülerek her hastanın $VKİ = \text{vücut ağırlığı (kg)} / \text{boy}^2 (\text{m}^2)$ formülüyle hesaplandı.

Hastalar, 0.01-0.05 mg kg⁻¹ dozunda İV (intravenöz) midazolam (Demizolam, Dem Medikal ve Ecza Deposu San Tic Ltd Şti, İstanbul) ile sedasyon sağlandıktan sonra operasyon odasına kabul edildi. SpO₂, EKG ve non-invaziv arteriyel basınç monitörizasyonunu takiben öncelikle nondominant el seçilerek puls oksimetrelili modifiye Allen testi yapıldı.

Kanülasyon için kontrendikasyon yoksa el bileğine radyal arter kanülasyonunda optimum açı olan 45°'lik dorsifleksiyon pozisyonu verildi. İşlem

öncesinde USG ile radyal arter görüntülenerek çapı ölçüldü. Girişim yeri povidon iyot (Batticon, Adeka İlaç Sanayi, Samsun) ile sterilize edilerek işlem öncesi girişim yapılacak bölgeye lokal anestezi sağlamak için 26 G hipodermik iğneli enjektör ile 0.2 mL prilokain %2 (Citanest, Astra Zeneca Türkiye İlaç, İstanbul) enjekte edildi. Kanülasyon işlemi 20 G kanül kullanılarak yapıldı.

Kanülasyon işlemi el bilek çizgisinin 5 cm proksimalinden gerçekleştirilip, yedi farklı zaman dilimindeki ölçümlerimizin tamamı, kanülasyon yerinin 1 cm distalinden (el bilek çizgisinin 4 cm proksimali) gerçekleştirildi. Yerleştirilen kanül bir dönüştürücü ile basınç izleme setine bağlandı, flaster kullanılarak sabitlendi. Ölçümler taşınabilir USG cihazı (GE Marka LOGIQ E9; GE Healthcare, Chalfont St. Giles, UK) ve ona ait 4.2–13.0 MHz frekanslı lineer proba yapıldı.

Genel anestezi indüksiyonu 1.5–2 mg kg⁻¹ tiyopental sodyum (Pental, İbrahim Etem Ulagay İlaç Sanayi Türk AŞ, İstanbul) ve 0.5–1 µg kg⁻¹ remifentanil (Ultiva, Glaxo Smith Kline İlaçları San ve Tic AŞ, İstanbul) ile İV yapıldı. 0.6 mg kg⁻¹ rokuronyum bromür İV (Esmeron, Merck Sharp Dohme İlaçları Ltd Şti, İstanbul) uygulamasından 3 dk sonra orotrakeal entübasyon gerçekleştirildi. Anestezi idamesi %50-60 O₂ içinde 1 MAK eşdeğeri end-tidal konsantrasyon sürdürülecek şekilde sevofluran (Sevorane, Abbott Laboratuvarları İth İhr ve Tic Ltd Şti, İstanbul) ve 0.05–0.15 µg kg⁻¹ dk⁻¹ remifentanil infüzyonu ile sürdürüldü.

Doppler parametre ve çap ölçümlerinin zamanlaması şu şekilde gerçekleştirildi; T0: işlem öncesi, T1: anestezi indüksiyonundan 1 dk sonra, T2: işlemden 30 dk sonra, T3: yoğun bakımda işlemden 1 gün sonra T4: kanülasyondan 3 gün sonra, T5: taburculuk sonrası 10. günde, T6: taburculuk sonrası 1. ayda ve T7: taburculuk sonrası 3. ayda. İnce motor beceri testi için yapılan Purdue pegboard testi T0: işlem öncesi, T5: taburculuk sonrası 10. günde ve T7: taburculuk sonrası 3. ayda tekrar edildi.

USG ile bütün zaman dilimlerinde hem radyal ve ulnar arter ön-arka çapı ölçüldü, hem de Doppler parametreleri değerlendirildi. Doppler parametresi olarak; tepe sistolik hız (TSH), diyastol sonu hız (DSH), direnç indeksi (Dİ), pulsatil indeks (Pİ) ve ortalama hacim akımı (OHA) kaydedildi. B-mod USG kullanılarak, prob,

işaretli noktanın 1 cm proksimaline, ulnar ve radyal arter ön-arka iç çapını ölçmek için kısa ekseninde dik yerleştirildi. Ölçüm sonrası TSH, DSH, Dİ, Pİ ve OHA değerleri ise uzun ekseninde çift yönlü Doppler spektral dalga formu ile 55°-60° açı düzeltilmesi yapılarak elde edildi. Doppler örnek giriş genişliği olası damar duvarı kapanması olmadan ve hafif bir hareket için izin verir biçimde mümkün olan en geniş şekilde yerleştirildi. Damar sıkışması iletken jel kullanımı ile önleildi. Bu parametreler toplamda sekiz farklı zaman noktasında ölçüldü. Her noktada, her parametre üç kez arka arkaya ölçüldü ve daha sonra değerlerin ortalaması alındı.

Verilerin İstatistiksel Analizi

Çalışma öncesi uygun hasta sayısını belirlemek için, örneklem büyüklüğü hesaplaması yapıldı. Daha önceki benzer çalışmaların sonuçları da göz önünde bulundurularak (64), bu araştırma için %99 güç ve %5 tip-1 hata ile standart sapmanın 0.5 olduğu kabul edilerek, gruplar arasındaki arter çap değerlendirmesindeki 0.4 birimlik farkın anlamlı olarak gösterilebilmesi için, çalışma grubuna 50 olgunun alınmasının uygun olduğu saptandı (StateMate 2 Windows Program).

Verilerin analizi SPSS 18 (SPSS Inc., Chicago, IL, USA) paket programında yapıldı. Tanımlayıcı istatistikler dağılımı normal olan değişkenler için ortalama \pm standart sapma, dağılımı normal olmayan değişkenler için medyan (min – maks), nominal değişkenler ise vaka sayısı ve (%) olarak gösterildi. Tekrarlı ölçümlerde ortalamalar arası farkın anlamlılığı için varyans analizi yapıldı. Sürekli değişkenler arasında ilişki araştırılırken dağılım normal ise, Pearson korelasyon testi, dağılım normal değilse Spearman korelasyon testi uygulandı. $p < 0.05$ istatistiksel olarak anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

DEMOGRAFİK VERİLER

Çalışma kapsamına alınan hasta sayısı postoperatif uzun takip döneminde; kontrole gelememe, ciddi morbidite ya da mortalite nedeniyle ölçümleri tamamlanamayanlar yerine yenileri alındığı için 103 oldu. Çalışmanın tamamlandığı 50 hastanın 28'i (%56) erkek, 22'si (%44) kadın olup hastaların ortalama yaşı 60.44 ± 14.32 yıl, işlem öncesi sistolik kan basıncı 139.78 ± 16.23 mmHg, VKİ 25.80 ± 3.57 olarak bulundu. Çalışmaya dahil edilen hastaların tümünde kanülasyon sol radyal arterden yapıldı. Çalışmaya alınan tüm hastaların modifiye Allen testi sonuçları negatifti. Demografik veriler ve dağılımları Tablo 4'te verildi.

Tablo 4. Demografik veriler (Ort \pm SS) (min-maks) (n) (%)

Demografik veriler	
Yaş (yıl)	60.44 ± 14.32 (19-78)
Boy (cm)	167.38 ± 6.76 (155-180)
Vücut ağırlığı (kg)	72.34 ± 11.18 (49-106)
Cinsiyet (K/E)	22 (%44) / 28 (%56)
VKİ	25.80 ± 3.57 (19.14-35.58)
Nabız	83.38 ± 13.01 (59-130)
Kanülasyon yapılan el (sağ/sol)	0 (%0) / 50 (%100)
Dominant el (sağ/sol)	50 (%100) / 0 (%0)
Sigara kullanımı (var/ yok)	24 (%48) / 26 (%52)
EF (%)	55.70 ± 6.47 (35-65)

Kanülasyon sonrası radyal arter çapı ilk ölçümde (T1) azalırken ($p < 0.001$) ulnar arter çapı ise kompensatuvar olarak arttı ($p < 0.001$). Arter çaplarındaki bu artış ve azalış kanülasyon sonrası 30. dk'da yapılan ikinci ölçümde (T2) ise tekrar başlangıç seviyesine döndü. Bu noktadan sonra yapılan diğer çap ölçümlerinde her iki arter çapında başlangıca göre anlamlı bir fark saptanmadı. Her iki arter çap ölçümleri Tablo 5'te verildi.

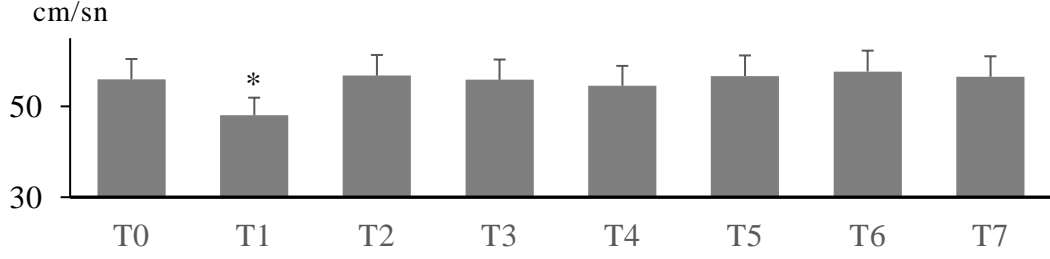
Tablo 5. Radyal ve ulnar arter çap değişiklikleri (mm) (Ort \pm SS)

	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7
Radyal arter çapı	2.49 ± 0.19	$2.17 \pm 0.23^*$	2.51 ± 0.19	2.47 ± 0.19	2.50 ± 0.18	2.47 ± 0.19	2.53 ± 0.19	2.51 ± 0.19
Ulnar arter çapı	1.97 ± 0.17	$2.41 \pm 0.19^\dagger$	1.99 ± 0.21	1.89 ± 0.22	2.03 ± 0.22	2.01 ± 0.18	1.95 ± 0.17	2.04 ± 0.18

* $p < 0.001$, $^\dagger p < 0.001$: Başlangıç değerlerine göre

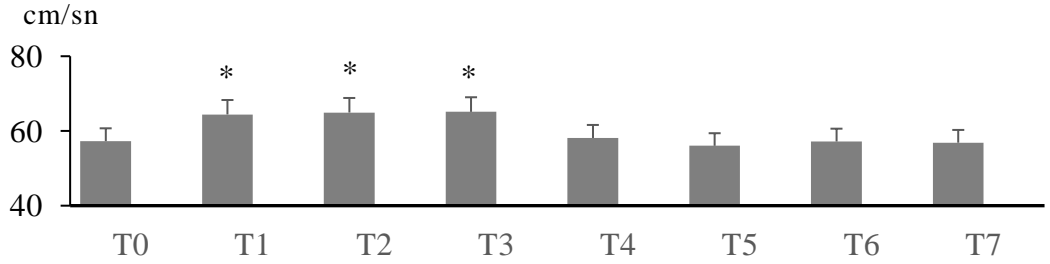
Kanülasyon sonrası radyal arter TSH değeri ilk ölçümde (T1, T2) azalırken ($p=0.041$) ulnar arter TSH değeri ise kanülasyon sonrası 1. gün ölçümü dahil anlamlı bir artış gösterdi ($p<0.05$), daha sonraki ölçümlerde ise her iki arter TSH değerinde de başlangıca göre anlamlı bir fark saptanmadı. Radyal ve ulnar arter TSH değişiklikleri Şekil 5 ve 6’da gösterildi.

Şekil 5. Radyal arter tepe sistolik hız değişiklikleri (cm sn^{-1}) ($\text{Ort}\pm\text{SS}$)



* $p=0.041$ Başlangıç değerine göre

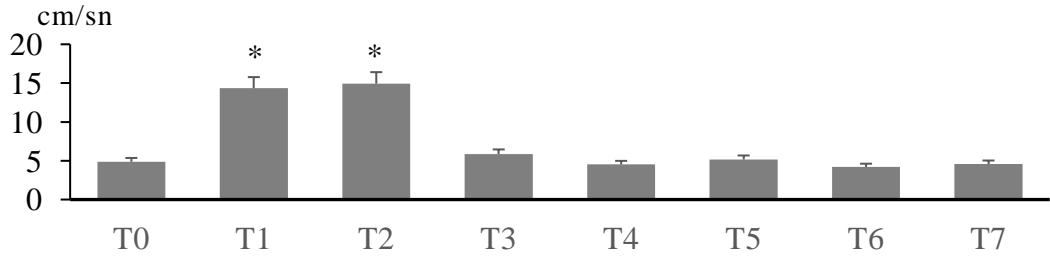
Şekil 6. Ulnar arter tepe sistolik hız değişiklikleri (cm sn^{-1}) ($\text{Ort}\pm\text{SS}$)



* $p < 0.05$: Başlangıç değerine göre

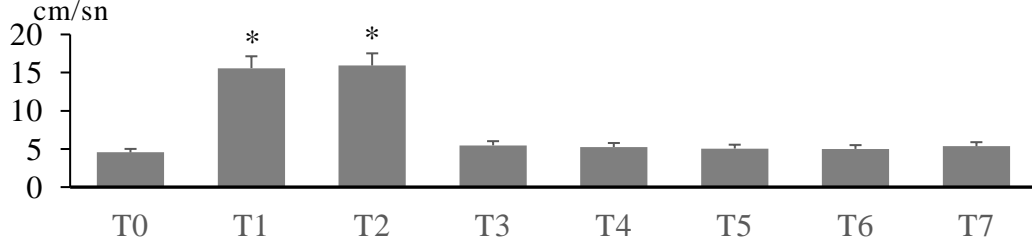
Radyal ve ulnar arter DSH girişimden sonraki ilk iki ölçümde (T1, T2) arttı ($p<0.05$) daha sonraki ölçümlerde başlangıca göre anlamlı bir fark saptanmadı. Radyal ve ulnar arter DSH değişiklikleri Şekil 7 ve 8’de gösterildi.

Şekil 7. Radyal arter diyastol sonu hız değişiklikleri (cm sn^{-1}) ($\text{Ort}\pm\text{SS}$)



* $p < 0.05$: Başlangıç değerine göre

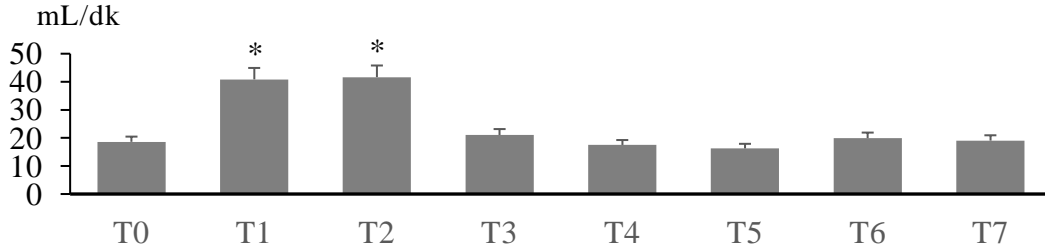
Şekil 8. Ulnar arter diyastol sonu hız değişiklikleri (cm sn⁻¹) (Ort±SS)



* $p < 0.05$: Başlangıç değerine göre

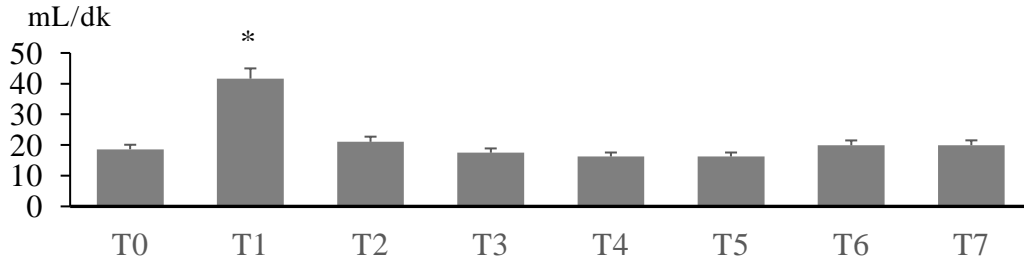
Kanülasyon sonrası radyal arter OHA ilk iki ölçümde (T1, T2) arttı ($p < 0.05$), ulnar arter OHA da ilk ölçümde arttı ($p < 0.05$). Her iki arterin bu ölçümlerden sonraki OHA değeri başlangıca göre farklılık göstermedi. Radyal ve ulnar arter OHA değişiklikleri Şekil 9 ve 10'da gösterildi.

Şekil 9. Radyal arter ortalama hacim akışı değişiklikleri (ml dk⁻¹) (Ort±SS)



* $p < 0.001$: Başlangıç değerine göre

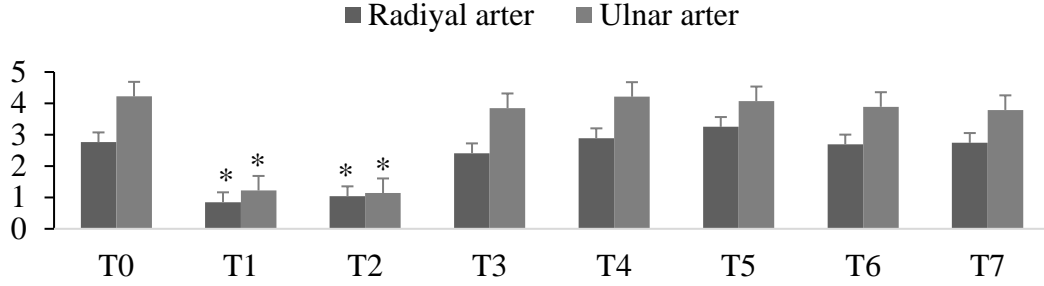
Şekil 10. Ulnar arter ortalama hacim akışı değişiklikleri (ml dk⁻¹) (Ort±SS)



* $p < 0.05$: Başlangıç değerine göre

Radyal ve ulnar arter Pİ değerleri kanülasyon sonrası ilk ve ikinci ölçümlerde (T1, T2) anlamlı azalma gösterirken ($p < 0.05$) daha sonraki ölçümlerde anlamlı bir değişiklik gözlenmedi, ölçüm değerleri ilk ölçümle benzer çıktı. Radyal ve ulnar arter pulsatil indeks değişiklikleri Şekil 11'de gösterildi.

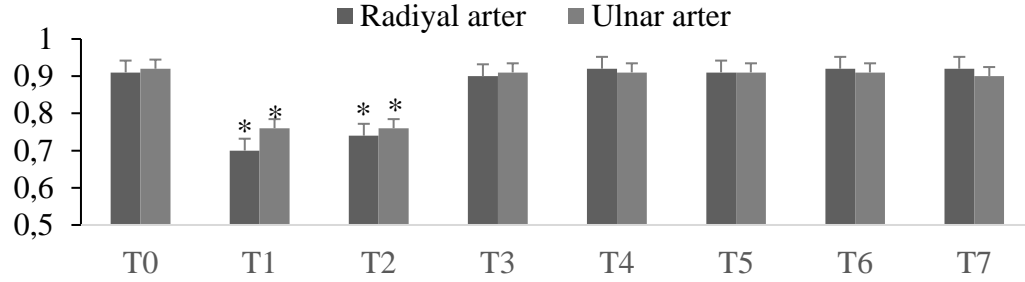
Şekil 11. Radyal ve ulnar arter pulsatil indeks değişiklikleri (Ort±SS)



* $p < 0.001$: Başlangıç değerlerine göre

Radyal ve ulnar arter Dİ değerleri kanülasyon sonrası ilk ve ikinci ölçümlerde (T1, T2) anlamlı azalma gösterirken ($p < 0.05$) daha sonraki ölçümlerde anlamlı bir değişiklik gözlenmedi, ölçüm değerleri ilk ölçümle benzer çıktı. Radyal ve ulnar arter direnç indeksi değişiklikleri Şekil 12’de gösterildi.

Şekil 12. Radyal ve ulnar arter direnç indeksi değişiklikleri (Ort±SS)



* $p < 0.05$: Başlangıç değerlerine göre

Kanülasyon yapılan hastaların, el ve parmak ince motor becerisine yönelik olarak yapılan Purdue pegboard test skorları Tablo 6’da verildi. Buna göre kanülasyondan sonra iki ayrı zaman noktasında yapılan, her iki elin ayrı ayrı ve birlikte değerlendirildiği testin sonuçlarında, başlangıç skorlarına göre istatistiksel olarak anlamlı bir fark saptanmadı.

Hastaların sol el ve her iki test skor ortalamaları, sağ el test skorlarına göre daha düşük çıktı ($p < 0.05$). Değerlerdeki bu düşüklük, testin yapıldığı her üç zaman noktasında da değişmedi.

Tablo 6. Purdue pegboard test skorları

	T0	T5	T7
Sağ El	10.61±1.92	10.63±1.92	10.58±1.92
Sol El	9.71±1.97	9.64±1.85	9.81±1.97
Her İki El	9.35±1.99	9.37±1.93	9.53±1.94

TARTIŞMA

Arter kanülasyonu kritik durumda olan ve/veya büyük cerrahi girişim uygulanan hastalarda oldukça yararlı bir monitorizasyon tekniğidir. Arteriyel kanül kullanarak kan basıncının kesin bir doğrulukla ölçümü mümkündür ve özellikle zor klinik durumlarda, örneğin kardiyak veya nörolojik cerrahide kontrollü hipotansiyon sırasında, kan gazı seviyelerini ve havalandırma yeterliliğini sürekli olarak ölçmenin istendiği durumlarda gereklidir. Sürekli basınç izlemine ek olarak, arteriyel kanülasyon güvenilir vasküler erişim sağlamakta ve sık kan örnekleme için multipl arteriyel veya venöz ponksiyon ihtiyacını ortadan kaldırmaktadır (65). Doğrudan arteriyel basınç izlemine belki de en az değinilen avantajı, arteriyel basınç dalga biçimi analizinin, hastanın durumuna ilişkin birçok önemli tanısal ipuçları vermesidir.

Arteriyel kanülasyon için radyal, ulnar, dorsalis pedis, femoral ya da brakial arterler kullanılabilir. Ancak radyal arter, kanülasyon işleminde birtakım avantajları bulunduğu için öncelikli olarak seçilen arter olmaktadır. Bu avantajlar; radyal arterin yüzeysel yerleşimi, elin eş zamanlı olarak ulnar arter ile beslenmesi ve işleme özgü komplikasyonların nispeten daha az olması olarak sayılabilir.

Herhangi bir invaziv monitorizasyon tekniğinde olduğu gibi, özellikle de kalıcı bir kateterin kullanıldığı durumlarda, kanülasyona bağlı birçok komplikasyon bildirilmiştir. Sorunlar; hematoma ve arter anevrizmalarının yanı sıra kısmi veya komple damar tıkanıklığı ile sonuçlanan iskemi ve hatta bir parmak veya el kangrenidir. Beyinde retrograd embolizasyon dahi kaydedilmiştir (66). Büyük çalışmalarda radyal arter kanülüne bağlı akım azalması hastaların yaklaşık %25'inde görülürken, ciddi el iskemisi %0.2'si veya daha azında görülmüştür (67). Radyal arter kanülasyon işleminin tromboz, ödem, hematoma, posterior duvar ponksiyonu gibi komplikasyonlarına ilave olarak sinir hasarı, cilt nekrozu, iskemi gibi daha ciddi komplikasyonları da bulunmaktadır. İskemik komplikasyonlar %0.09 gibi düşük bir oranda karşımıza çıkmaktadır. Kanülasyon sonrası gelişebilecek geçici radyal arter oklüzyonu birçok hastada asemptomatik seyretmektedir (68).

Bazı çalışmalarda, arteriyel kateterizasyon yapılan kritik hastaların %25'inden fazlasında Doppler USG ile tromboz saptanmıştır. Buna karşın tromboz varlığı, klinik olarak hastaların %1'den daha azında tespit edilmiştir (69). Kateterizasyonun 72 saat veya daha fazla sürdüğü hastalar, geniş ve kalın kateter kullanılanlar, ince ve küçük damarları olanlar ile periferik arter hastalığı, düşük debili kalp hastalığı, Raynoud fenomeni ve diğer vazospastik bozukluklar gibi kalp-damar hastalığı olanlarda tromboz riski daha fazladır (70). Radyal arter kateterizasyonuna özgü bir komplikasyon da periferik nöropatidir (70). Sterilizasyon yöntemlerinin kötü olması ve uzun süreli kateterizasyon enfeksiyona yol açabilir. Arteriyel kateter ile ilişkili bölgesel enfeksiyonların %10-20, bakteriyemi ve sepsis sıklığının ise %0.4-5 arasında olduğu belirtilmiştir (71). Arteriyel kateter solüsyonla yıkanırken oluşan hava kabarcığı, kan akımı boyunca öne veya geriye doğru ilerleyerek beyin, spinal kord, kalp ve cilt gibi organlarda iskemik hasara yol açabilir. Primatlarda yapılan bir çalışmada, radyal kateterden standart basınç ile infüzyon yapılırken 2 mL kadar hava enjeksiyonunun serebral hava embolisine neden olduğu gösterilmiştir (72). Bazı yayınlarda anormal akımın kanül tipi, kalınlığı veya uygulama süresi ile ilgili olmadığı bildirilmiştir. Arteriyel duvarın tüm katlarında yırtılma olmadan ortaya çıkan psödoanevrizma, uzun süreli kateterizasyonun önemli bir komplikasyonudur (73).

USG cihazının kullanıma girmesiyle birçok klinisyen tarafından periferik sinir blokları, santral venöz ve arteriyel kateterizasyon USG rehberliğinde yapılmaktadır. Özellikle klasik, geleneksel yöntemlerin başarısız kaldığı durumlarda USG gerçek zamanlı görüntü oluşturarak anatominin anlaşılmasına ve iğne gidiş yolunun görüntülenmesine olanak tanımaktadır. Santral venöz kateterizasyonun USG kılavuzluğunda yapılması işlem başarısı ve ilk giriş başarı oranını arttırırken, girişim sayısı ve komplikasyon oranını azaltmaktadır (74). USG, periferik ve santral kateterizasyonlarda primer teknik olarak kullanıldığı gibi konvansiyonel yöntemler başarısız olunca kurtarıcı teknik olarak da kullanılabilir (45). Santral venöz kateterizasyon uygulamalarına kıyasla, radyal arter kanülasyonu için USG deneyimi günümüzde daha sınırlıdır ve USG aracılığıyla vasküler girişimler adına yapılan çalışmalar sıklıkla internal juguler ven kateterizasyonu ile ilişkilidir.

Yapılan çalışmalarda arter kanülasyonunda USG kullanımı geleneksel yöntemlerle kıyaslandığında faydalı bulunmuştur (10-12). Bu çalışmalarda ilk giriş başarı oranları, deneme sayıları, kateterizasyon süresi gibi parametreler incelenmiş ve USG kullanımının avantajları bildirilmiştir. Ayrıca tromboz, hematoma, ödem ve vazospazm gibi komplikasyonların USG kullanımı ile daha az ortaya çıktığı belirtilmiştir (45,76).

Bizim çalışmamızda; arter kanülasyonu, operasyona alınacak bütün hastalarda endike olduğu için elektif açık kalp cerrahisi geçirecek hasta popülasyonu seçildi, pediyatrik hastalar çalışmaya dahil edilmedi ve toplamda 50 hastada USG eşliğinde yapılan radyal arter kanülasyonu çalışma kapsamına alındı. Çalışmamızda Purdue pegboard testinin uygulanması, USG ile radyal ve ulnar arter çap ölçümleri, Doppler ile kan akım parametreleri ölçümü ve tüm kanülasyon girişimleri tek bir anestezi asistanı tarafından gerçekleştirildi. Girişimleri yapan asistan kıdemliydi ve araştırma öncesinde geleneksel palpasyon yöntemi ile radyal arter kanülasyon işleminde, USG eşliğinde santral ven kateterizasyonunda ve USG eşliğinde radyal arter kanülasyonunda yeterince deneyim kazanmıştı.

İlk girişte kanülasyon başarı oranı bizim çalışmamızda %84 oldu. Levin ve ark. (10) elektif cerrahi geçirecek erişkin hastalar üzerinde yaptıkları çalışmalarında, USG kullanımı ile ilk giriş başarı oranını %62 olarak bulmuştur. Shiver ve ark. (44) USG kullanımı ve palpasyon tekniğini 60 hasta üzerinde karşılaştırmışlar, Levin ve ark.'a (10) benzer şekilde USG kullanımı ile ilk giriş başarı oranını yüksek (%87) olarak bulmuşlardır. USG ile radyal arter kanülasyonu yapılan hastaları içeren çalışmaların meta-analizini gerçekleştiren White ve ark.'larının yaptığı çalışmada ve daha önce yapılmış olan diğer çalışmalarda ilk girişte kanülasyon başarı oranı %51-95 oranları arasında bulunmuştur (45,75). Başarı oranının hastaların kan damarı durumuna bağlı olarak farklı olabileceği akılda tutulmalıdır. Çalışmaya dahil edilen 50 hastadan 8 tanesinde iki veya daha fazla girişimde bulunulmuş ve bütün hastalarda hedeflenen taraf radyal arter kanülasyonu başarılı bir şekilde gerçekleştirilmiştir.

Çalışmamızda kanülyasyondan sonra yapılan ilk ölçümde radyal arter çapı azalırken, ulnar arter çapı kompensatuvar olarak artmış bulundu. Radyal ve ulnar arter çapları kanülyasyon sonrası 2. ölçüm noktası olan 30. dk'da ise tekrar başlangıç seviyelerine döndü. Daha önce Kim ve ark. (76) tarafından yapılan çalışmada da kanülyasyon sonrası arter çap değışikleri sonuçlarımıza benzer bulunmuştur.

Çalışmamızda radyal arter TSH'ı kanülyasyon sonrası ilk ölçümde (T1=1. dk) azalırken, ulnar arter TSH'ı da artmış olarak bulundu. Kim ve ark. (76) tarafından yapılan çalışmada da benzer şekilde radyal arter TSH'ındaki bu düşüşün ve ulnar TSH'ındaki artışın 5 dk kadar devam ettiği bulunmuştur. Kanülyasyon sonrası 30.dk'daki ölçümümüzde radyal ve ulnar arter TSH'ının başlangıç değerine döndüğünü bulduk. Brodman ve ark. (77) tarafından yapılan bir çalışmada, radyal arter girişimi kaynaklı hemen oluşan bir ulnar arter çap (%15.7) ve akım hızı (%17.4) artışı bildirilmiştir. Bizim çalışmamızda da ulnar arter çap ve TSH değerleri artışı (sırasıyla %22.3 ve %12.4) bu çalışma ile yakın oranlarda çıkmıştır.

Arter kan akımının kalitesini gösteren değerlerden birisi olan OHA değeri, radyal arter için kanülyasyon sonrası ilk iki ölçümde (T1=1. dk ve T2=30. dk), ulnar arter içinse ilk ölçümde istatistiksel olarak anlamlı ($p<0.05$) artış göstermiş olsa da, daha sonraki noktalarda ölçülen her iki arterin OHA değerini başlangıç değerine dönmüş olarak bulduk. Radyal ve ulnar arter DSH değeri ilk iki ölçümde artarken ($p<0.05$), daha sonraki ölçümlerde DSH değerini de başlangıç değerine dönmüş olarak bulduk. Kim ve ark.'nın (76) yaptığı çalışmada radyal arter kanülyasyonu sonrası radyal arter DSH ve OHA değeri azalmış, ulnar arter DSH ve OHA ise artmış olarak bulunmuştur. Ancak Kim ve ark. hastalarına kanülyasyon işlemi yapmadan önce genel anestezi indüksiyonu yapmış ve kanülyasyon yapmadan önceki ölçümlerinde onlarda tıpkı bizim gibi hem radyal hem de ulnar arter DSH ve OHA değerlerinin arttığını gözlemlemişlerdir. Bu sonuçlardan genel anestezinin radyal ve ulnar arter DSH ve OHA değerlerini kanülyasyondan bağımsız bir şekilde arttırdığını söylemek mümkündür. Kim ve ark.'nın yaptığı çalışma ile farklı yönlerde gözükten ve bizde ilk iki ölçümde artmış bulunan radyal arter DSH ve OHA değerlerinin, genel anestezi indüksiyonundan hemen önce ilk ölçümü alıp ikincisini hastaya anestezi verildikten sonra; yani radyal arter DSH ile OHA'da artışa sebep olduktan daha sonra yapmamız

olduğunu düşünmekteyiz. Kısaca, radyal arterde girişime bağlı oluşması beklenen DSH ve OHA düşüşünün genel anesteziye bağlı DSH ve OHA artışı daha baskın olduğu için farkedilmediği söylenebilir. Fakat çalışmamızın esas amacı olan uzun dönem kan akım parametre ölçümlerinin aradaki bu yöntem farkından etkilenmiş olma ihtimali gözükmemektedir.

Pİ ve Dİ her iki arterde de ilk iki ölçüm noktasında azalmış olarak bulundu ($p<0.05$). Yine Kim ve ark. tarafından yapılan radyal arter kanülasyonun kısa dönemli akım parametrelerini araştıran çalışmada her iki arter Pİ ve Dİ değerleri kanülasyondan sonra 5. dk'da gerçekleştirilen ölçümde azalmış olarak bulunmuştur. Bu parametrelerin kanülasyon sonrası daha uzun dönem takibinin yapıldığı bir çalışmaya literatürde rastlayamadık. 3 aylık sürenin sonunda ulnar veya radyal arter kan akımı parametreleri açısından (TSH, DSH, Dİ ve OHA) başlangıç ve son ölçümler arasında anlamlı bir fark bulamadık.

Bu arada, yapılan bir çalışma, radyal arter çıkartılması sonrası radyal kan akımı yokluğunda, ulnar arter kan akımının birkaç aydan 10 yıla kadar önemli ölçüde arttığını göstermiştir (78). Gaudino ve ark.'nın (78) yaptığı çalışmada kanülasyondaki gibi geçici bir süre olan tıkanıklık yerine radyal arter tamamen çıkartılarak kalıcı bir tıkanıklık oluşmuş (brakiyal arterden geçen kanın radyal artere giden yönünün tamamen tıkanmasına bağlı olarak) ve bunun sonucunda ulnar arter akım ve çap değişiklikleri 10 yıla kadar uzamış bulunmuştur. Buradan çıkartılabilecek sonuç; radyal arter kanülasyonu sonrası kanülün kendisinin damar lümeni içerisindeki varlığının kan akım parametrelerinde doğal olarak bozulmaya yol açması, fakat dekanülasyon işleminden sonra lümenin boşalması ile parametrelerin normale dönmesi olabilir. Bizim çalışmamızda da ortaya çıkan dekanülasyon sonrası akım parametrelerinin normal değerlerine dönmesi bu yüzden olabilir. Aynı şekilde radyal arter lümeninin kanül tarafından kısmi tıkanmaya uğraması sonucu brakiyal arterden radyal artere geçişte zorlanan kanın etkisi ile ulnar arter kan akım hızı ve buna bağlı olarak ulnar arter damar çapı artmış gözükmektedir. Bu hipotezi, yani radyal arter lümeni içindeki kısmi tıkanmaya bağlı ulnar arter çap ve akım hızında değişiklik olmasını, Gaudino ve ark.'nın yaptığı bu çalışma da dolaylı biçimde desteklemektedir

(78). Yapılacak daha fazla çalışmanın bu konudaki sebep-sonuç ilişkisini daha net ortaya çıkarabileceğini düşünmekteyiz.

Önceki iki çalışmada, 20 G kanül kullanılarak radyal arter kanülasyonu sonrası radyal arterde geçici vazospazm görüldüğü rapor edilmiştir (79, 80). De-An ve ark. anlık vazospazmı, yapılan nabız takibi sırasında palpasyonla nabız alamama olarak tarif etmelerine karşın, kanülasyon kaynaklı anlık vazospazmın, anjiyografi için transradyal kardiyak kateterizasyon sırasında dahi kabul görmüş net klinik tanımı yoktur (80, 81). Çalışmamıza alınan hastalarda radyal arter çapını kanülasyon sonrası ilk ölçümde ölçümde azalmış ve 30. dk'da ise normal olarak bulduk. Bu sonucu geçici vazospazm olarak değerlendirmek mümkün olabilir. Geçici vazospazmın klinik önemi belirsiz olmakla birlikte, ponksiyona bağlı vazospazm daha sonraki başarılı ponksiyonu engelleyebilir ve ilk ponksiyon başarısız olduğunda, tekrarlayan ponksiyonlar damar travma derecesini artırabilir.

Çalışmamızda kan akım parametreleri üzerinde hasta popülasyonunun yarattığı bazı sınırlamalar vardır; hastaların bazılarında hipertansiyon, diyabetes mellitus veya sigara içimi söz konusudur. Buna ek olarak, çalışmaya dahil edilen hastaların yaş aralığı da çok geniştir (18-80 yaş). Hipertansiyon ve/veya diyabeti olan, sigara içen veya yaşlı hastalarda mediyal hiperplazi ve hipertrofi yanı sıra ateroskleroz ve azalmış kompliyans da dâhil olmak üzere vasküler değişiklikler oluşabilir (82,83). Bu durumun akım parametreleri üzerine olumsuz etkileri olabilir.

Çalışmamızın 3 aylık akım parametre takibi sonucunda ortaya çıkan değerler; özellikle USG ile yapılan, fazla girişim sayısına ulaşmayan, girişim esnasında hassas davranılan radyal arter kanülasyonu işleminin akım parametreleri yönünden yeterli derecede güvenilir olduğu ve akımın kalitesini bozmadığı yönündedir. Elin damar ağlarındaki anatomik varyasyonlar kanülasyon sonrası kan akımını etkileyebilmesine rağmen, sonuçlarımız radyal arter kanülasyonu sonrası ulnar kan akımındaki artışın genel anestezi sırasında elin kan akımını karşılamada yeterli olacağını gösterdi. İstatistiksel olarak 3 ayın sonunda radyal arter akım parametreleri başlangıçtaki dekanülasyon öncesi ölçüm değerleri ile hiçbir fark içermemektedir.

Arter kanülasyonu işlemi neticesinde aşağıda bahsedileceği üzere birçok yolla elin hem ince motor hem de kaba motor becerisine zarar verebilme ihtimali olduğunu düşünmekteyiz. Kanülasyon komplikasyonları arasında saydığımız etmenlerden bazıları elin ince motor becerisinin ötesinde kaba motor hareketlere dahi zarar verebilmektedir. Bu tarz bir hasar elin dolaşımında oluşabilecek bir kan akımı azalması veya iskemi nedeni ile oluşabileceği gibi, iğnenin radyal girişim bölgesindeki sinirlere direkt olarak morfolojik hasar vermesiyle de oluşabilir. Ayrıca yine girişim bölgesindeki sinirleri besleyen vasa nervorumlarda oluşacak bir hasar sinirin beslenmesini bozup vaskülitik nöropatiye yol açabilir (84). Aynı şekilde nervi vasorumlarda meydana gelebilecek bir hasar da bölge arter ve kapillerlerin innervasyonunu bozarak elin ince motor becerisinde bir azalmaya yol açabilir.

Bu konuda daha önce yapılan herhangi bir çalışmaya rastlamadığımızdan ötürü elin ince motor becerisini de 3 ay boyunca oluşabilecek komplikasyon ve sonuçlar açısından gözlemledik. Bu konuda özellikle sanatsal düzeyde el becerisine sahip olan ve bu beceri ile enstrüman kullanan veya el sanatları konusunda hassas becerilere sahip kişilerin ince motor becerilerinde oluşabilecek kısa veya uzun süreli bir kayıp olup olmadığını takip ettik. Buna göre her üç zaman noktasında yapılan (girişim öncesi, girişimden 10 gün sonra ve girişimden 3 ay sonra) ve her iki elin ayrı ayrı ve birlikte değerlendirildiği Purdue pegboard test sonuçlarında kanülasyon işleminin gerçekleştirildiği sol ele ait her iki ölçümde de anlamlı fark saptanmamış olup (sırası ile $p=0.79$ ve $p=0.29$), kanülasyon işlemi elin ince motor becerisine zarar vermiyor gözükmektedir.

Çalışma kapsamına alınan hastaların kalp akciğer pompasına girmeleri yüzünden uğramış olabilecekleri bilişsel fonksiyon kaybı ihtimali mevcuttur. KPB cerrahisi sıklıkla kısa süreli bilişsel işlev bozukluğuna neden olur. Perioperatif bilişsel işlev bozukluğu genellikle düzelir, ancak cerrahi hastaların bir alt grubu uzun süreli bilişsel işlev bozukluğu göstermeye devam edebilir (85). Çalışmalar yaşa ek olarak, KPB'nin uzun süreli olmasının da postoperatif bilişsel işlev bozukluğu riskini arttırdığını göstermiştir (86). Daha önce de belirttiğimiz gibi ince motor hareketlerin, özellikle el hareketleri için içine girdiğinde, motor ve bilişsel bileşenlerini ayırtmak oldukça zordur. Çalışmamızda olası bilişsel bozukluğun etkisini en aza indirmek için

ince motor beceriye yönelik testin bilişsel yükü en fazla gözüken 4. alt kümesi hastalarımızda uygulanmamıştır. Diğer yandan, bilişsel fonksiyonlarda bir azalma neticesinde olabilecek el ince motor beceri kaybı ihtimali nedeniyle (gerekirse kanülasyon yapılmış elde oluşabilecek bir kayıp ile farkını ortaya koyabilmek için) takip ettiğimiz sağ ve her iki el skorlarında da anlamlı bir fark saptanmamıştır. Çalışmamızda sol ve her iki el Purdue pegboard test skorlarının genel olarak sağ el skorlarından düşük olmasını hastalarımızın dominant elinin sağ el olmasına bağlamaktayız.

Çalışmamızın ince motor beceri testi ile ilgili kısıtlamaları mevcuttu; test skorlarımız normal sağlıklı popülasyona ait Purdue pegboard normal populasyon erişkin test skorlarının çok altında kalmış olup (Bkz. Tablo 7), hastaların gerek yaş ortalamalarının yüksek olması gerekse komorbiditelerinin önemli ve fazla olmasının buna sebep olduğu düşünülebilir. Daha genç ve komorbiditeleri olmayan popülasyonda yapılacak bir çalışmada, başlangıç değerlerinin normal erişkin kişilerde elde edilen değerlerle anlamlı bir fark göstermeyeceği beklenebilir. Bu şekilde ortaya çıkabilecek olası bir el ince motor beceri azalmasının tespiti daha sağlıklı bir şekilde ortaya konulabilir.

Tablo 7. Purdue pegboard test normal değerleri

Purdue pegboard testi			
Normal populasyon ortalama değerleri			
Meslek alanı	Sağ el	Sol el	Her iki el
Montaj sektörü bay & bayan katılımcı	17.86	16.60	14.38
Genel fabrika işi bay & bayan katılımcı	17.15	16.01	13.79
Üretim işi bay & bayan katılımcı	17.94	16.81	14.10
Elektronik ürün bayan katılımcı	18.47	16.77	14.53
Bayan saatlik üretim işçisi	18.02	16.81	14.34
Erkek bakım ve servis çalışanı	16.45	16.31	13.37
Bayan dikiş makine operatörü	15.49	15.25	12.31
3 deneme toplamı	55.20	51.78	44.03

Test seçiminde oldukça hassas davranmamıza rağmen sanatsal düzeyde el ince motor becerisine odaklanmış herhangi bir teste rastlanmamıştır. Kullanacağımız teste karar verirken görece kaba motor hareketlere yönelmiş bir test yerine, özellikle elin ilk üç parmağının distal kısımları kullanılarak uygulanan ve yukarıda bahsedilen kıstaslara göre elin ince motor becerilerini ölçme imkânı veren Purdue pegboard testinde karar kıldık. Purdue pegboard testinin güvenilirlik oranları yüksek olmasına rağmen, testin geliştirilme amacı fabrikalara işe alımlarda montaj hattı çalışanlarına yöneliktir. Daha sonraları spastisitesi olan çocukların rehabilitasyonunda el motor becerilerini değerlendirmek için kullanılan test, virtüöz seviyelerde müzikal enstrüman kullanan veya sanatsal düzeyde el becerisi yüksek kişilerin el ince motor becerilerini ortaya koymak için yetersiz olabilir. Çok daha hassas bir şekilde el ince motor becerisini ölçebilecek ve bu amaca yönelik geliştirilen bir test varlığında yapılacak bir çalışmanın sonuçlarının daha anlamlı olacağını söylemek doğru olur.

Yine de tüm çıkan sonuçların eşliğinde şunu söyleyebileceğimizi düşünüyoruz; radyal arter kanülasyonu elin ince motor becerileri üzerine belirgin derecede zararlı gözükmemekte ve en azından USG eşliğinde yapılan bu tıbbi girişim ince motor beceri korunması amaçlanan hastalarda dahi güvenli bir şekilde uygulanabilir gözükmektedir.

SONUÇ

Ameliyathane koşullarında, elektif vakalarda uygulanan radyal arter kanülasyonu işleminin Doppler USG kullanılarak elde edilebilen damar akış parametrelerinde sebep olabileceği erken ve özellikle geç dönem değişimler ile bu işlemin el ince motor becerisine erken veya geç dönemde olumsuz katkıda bulunup bulunmadığını araştırdığımız çalışmada;

1. Kanülasyon sonrası ilk ölçümde radyal arter çapı (2.17 ± 0.23 mm) başlangıç değerine göre (2.49 ± 0.19 mm) anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p < 0.001$). Ulnar arterin kanülasyon sonrası ilk ölçümdeki çapı da (2.41 ± 0.19 mm) başlangıç değerine göre (2.17 ± 0.23 mm) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0.001$). Radyal ve ulnar arterin üç ay sonraki çapları ile (sırasıyla 2.51 ± 0.19 mm- 2.04 ± 0.18 mm) başlangıç çapları arasında istatistiksel olarak anlamlı farklılık saptanmamıştır.
2. Kanülasyon sonrası ilk ölçümde radyal arter TSH (48.07 ± 5.01 cm sn⁻¹) başlangıç ölçümüne göre (55.95 ± 5.46 cm sn⁻¹) anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p < 0.05$). Ulnar arter TSH işlem sonrası ilk, 30. dk ve 1. gündeki ölçümlerde anlamlı olarak artmış bulunurken ($p < 0.05$), diğer ölçümler başlangıç değerine göre farklılık göstermemiştir.
3. Kanülasyon sonrası ilk ve 30. dk'daki radyal arter DSH (14.34 ± 3.00 - 14.92 ± 3.17 cm sn⁻¹) başlangıç ölçümüne göre (4.87 ± 1.02 cm sn⁻¹) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Ulnar arter 1. ve 30. dk'daki DSH da (15.58 ± 2.38 - 15.93 ± 2.88 cm sn⁻¹) başlangıç ölçümüne göre (4.55 ± 0.67 cm sn⁻¹) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Her iki arter DSH için yapılan diğer ölçümlerde ise başlangıç değerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.
4. Kanülasyon sonrası ilk ve 30. dk'daki radyal arter OHA (40.84 ± 7.20 - 41.63 ± 7.89 ml dk⁻¹) değeri başlangıç ölçümüne göre (18.60 ± 2.12 ml dk⁻¹) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Ulnar arter ilk ve 30. dk'daki OHA da (41.63 ± 7.89 - 21.04 ± 3.53 ml dk⁻¹) başlangıç ölçümüne göre (15.60 ± 2.84 ml dk⁻¹) anlamlı olarak yüksek bulunmuştur ($p < 0.05$). Her iki

arter DSH için yapılan diğer ölçümler ise başlangıç değerine benzer bulunmuştur.

5. Kanülasyon sonrası ilk ve 30. dk'daki radyal arter Pİ ($0.85\pm0.21-1.04\pm0.25$) ve Dİ ($0.70\pm0.06-0.74\pm0.05$) değeri başlangıç ölçümüne göre (Pİ 2.76 ± 0.23 ve Dİ 0.91 ± 0.02) anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Ulnar arter kanülasyon sonrası ilk ve 30. dk'daki Pİ ($1.22\pm0.39-1.14\pm0.35$) ve Dİ ($0.76\pm0.03-0.76\pm0.03$) değerleri de başlangıç ölçümüne göre (Pİ 4.22 ± 0.79 ve Dİ 0.92 ± 0.01) anlamlı olarak düşük bulunmuştur ($p<0.05$). Her iki arter Pİ ve Dİ için yapılan diğer ölçümlerde ise başlangıç değerine göre istatistiksel olarak anlamlı bir farklılık saptanmamıştır.
6. Tüm hastalarda kanülasyonun gerçekleştirildiği sol el için uygulanan Purdue pegboard testi 10.gün (9.64 ± 1.85) ve 3.ay (9.81 ± 1.97) skorunda başlangıç skoruna göre (9.71 ± 1.97) anlamlı bir fark saptanmamıştır.

Sonuç olarak; USG ile yapılan radyal arter kanülasyonunun elin kan akımında ve ince motor becerilerinde kalıcı bir bozukluğa yol açmadığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

1. Miller AG, Cappiello JL, Gentile MA, Almond AM, Thalman JJ, MacIntyre NR. Analysis of radial artery catheter placement by respiratory therapists using ultrasound guidance. *Respir Care* 2014;59(12):1813-6.
2. Booth J. A short history of blood pressure measurement. *Proc R Soc Med* 1977; 70(11):793.
3. Peterson L, Dripps R, Risman G. A method for recording the arterial pressure pulse and blood pressure in man. *Am Heart J* 1949;37(5):771-82.
4. Converse EP. Percutaneous arterial catheterization in dogs with special reference to aortography. *Ann Surg* 1951;133(4):544.
5. Seldinger SI. Catheter replacement of the needle in percutaneous arteriography: A New Technique. *Acta radiol* 1953;39(5):368-76.
6. Frezza EE, Mezghebe H. Indications and complications of arterial catheter use in surgical or medical intensive care units: analysis of 4932 patients. *Am Surg* 1998;64(2):127.
7. Wolf S, Mangano DT. Pseudoaneurysm, a late complication of radial-artery catheterization. *Anesthesiology* 1980;52(1):80-1.
8. Arnow PM, Costas CO. Delayed rupture of the radial artery caused by catheter-related sepsis. *Rev Infect Dis* 1988;10(5):1035-7.
9. Altunel E, Oran I, Parildar M, Memiş A. The role of the interventional radiologist in central venous catheter dysfunction (pictorial essay). *Diagn Interv Radiol* 2004;10(1):69-77.
10. Levin PD, Sheinin O, Gozal Y. Use of ultrasound guidance in the insertion of radial artery catheters. *Crit Care Med* 2003;31(2):481-4.
11. Sachiyo I, Nobuaki S, Masayuki S, Teiji S. Ultrasound-guided radial artery catheterization in infants and small children. *Pediatr Crit Care Med* 2013;14(5):471-3.
12. Brzezinski M, Luisetti T, London MJ. Radial artery cannulation: a comprehensive review of recent anatomic and physiologic investigations. *Anesth Analg* 2009;109(6):1763-81.
13. Quan Z, Ming T, Ping C, Cao YH, Li X, Peng KJ. 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;119(1):163-9.

14. Szocik J, Barker SJ, Tremper KK. Fundamental principles of monitoring instrumentation. In: Miller RD, eds. *Miller's Anesthesia*. 8th Ed. Philadelphia: Elsevier 2015:1315-44
15. Tegtmeyer K, Brady G, Lai S, Hodo R, Braner D. Placement of an arterial line. *N Engl J Med* 2006;354(15):13.
16. Milzma D, Janchar T. Arterial puncture and cannulation. In: Roberts JR, Hedges JR, eds. *Clinical Procedures in Emergency Medicine*. 4th ed. Philadelphia: Saunders; 2004: 384-400.
17. 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. *Crit Care*, 2002;6(3):198-204.
18. Arrowsmith JE. Extracorporeal pseudoaneurysm: an unusual complication of radial artery cannulation. *Anaesthesia* 1991;46(10):894-5.
19. Arnow PM, Costas CO. Delayed rupture of the radial artery caused by catheter-related sepsis. *Rev Infect Dis* 1988;(10):1035-7.
20. Shinfeld A, Ofer A, Engleberg I, Rabi I. Septic emboli from a radial artery catheter with local manifestations of subacute bacterial endocarditis. *J Vasc Surg* 1992; (16):293-6.
21. Lindsay SL, Kerridge R, Collett BJ. Abscess following cannulation of the radial artery. *Anaesthesia* 1987;(42):654-7.
22. Lagrone MO, Hutton J. Suppurative thrombarteritis as a complication of arterial cannulation: case report. *Milit Med* 1984;(149):219-20.
23. Chang C, Dughi J, Shitabata P, Johnson G, Coel M, McNamara JJ. Air embolism and the radial arterial line. *Crit Care Med* 1988;(16):141-3.
24. Sánchez G, Riesgo MJ, Benito A, Gutiérrez GA, Pérez PC, Rodríguez FJR, Navia RJ. Late ischemia and carpal tunnel syndrome secondary to catheterization of the radial artery [in Spanish]. *Rev Esp Anesthesiol Reanim* 1997;(44):201-3.
25. Martin SD, Sharrock NE, Mineo R, Sobel M, Weiland AJ. Acute exacerbation of carpal tunnel syndrome after radial artery cannulation. *J Hand Surg Am* 1993;(18):455-8.
26. Quist J, Peterfreund RA, Perlmutter GS. Transient compartment syndrome of the forearm after attempted radial artery cannulation. *Anesth Analg* 1996;83(1):183-5.

27. Newmeyer W. Vascular disorders. Operative hand surgery. In: Green, David P Wolfe, Scott W eds. Green's operative hand surgery. 6th Ed. Philadelphia: Elsevier/Churchill Livingston (e-book version) 2011:2286-7.
28. Backhouse KM. The blood supply of the arm and hand. In: Saunders WB, eds. The hand. Philadelphia: Tubiana R. 1981:297–309.
29. Snell RS. Tıp Fakültesi Öğrencileri İçin Klinik Anatomi. Yıldırım M, Çev.Ed. 5. baskı, İstanbul, Nobel Tıp kitap evleri &Yüce Yayım 1995:440-64.
30. Tiru B, Bloomstone JA, McGee WT. Radial artery cannulation: a review article. J Anesth Clin Res 2012;3(5):1000209. <https://www.omicsonline.org/radial-artery-cannulation-a-review-article-2155-6148.1000209.pdf> 10 Nisan 2017 tarihinde ulaşılmıştır.
31. Cable DG, Mullany CJ, Schaff HV. The Allen test. Ann Thorac Surg 1999;67(3):876-7.
32. WHO Guidelines on Drawing Blood: Best Practices in Phlebotomy. Modified Allen test. Geneva: World Health Organization. 2010:Annex I. http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/268790/WHO-guidelines-on-drawing-blood-best-practices-in-phlebotomy-Eng.pdf?ua=1 Erişim tarihi: 10 Nisan 2017.
33. Starnes SL, Wolk SW, Lampman RM, Shanley CJ, Prager RL, Kong BK, et al. Noninvasive evaluation of hand circulation before radial artery harvest for coronary artery bypass grafting. J Thorac Cardiovasc Surg 1999;117(2):261-6.
34. Jarvis MA, Jarvis CL, Jones PR, Spyt TJ. Reliability of Allen's test in selection of patients for radial artery harvest. Ann Thorac Surg 2000;70(4):1362-5.
35. Rozenberg B, Rosenberg M, Birkhan J. Allen's test performed by pulse oximeter. Anaesthesia 1988;43:515–6.
36. Levinsohn DG, Gordon L, Sessler DI. The Allen's test: analysis of four methods. J Hand Surg [Am] 1991;6:279–82.
37. Greenwood MJ, Della-Siega AJ, Fretz EB, Kinloch D, Klinke P, Mildemberger R, et al. Vascular communications of the hand in patients being considered for transradial coronary angiography: is the Allen's test accurate? J Am Coll Cardiol 2005; 46:2013–7.

38. Wolff CA, Scott C, Banks TA. The radial artery – an exciting alternative in coronary artery bypass surgery. *Crit Care Nurse* 1997;17:34–9.
39. Barbeau GR, Arsenault F, Dugas L, Larivière MM. Evaluation of the ulnopalmar arterial arches with pulse oximetry and plethysmography: comparison with the Allen’s test in 1010 patients. *Am Heart J* 2004;147:489–93.
40. Stead SW, Stirt JA. Assessment of digital blood flow and palmar collateral circulation. Allen’s test vs. photoplethysmography. *Int J Clin Monit Comput* 1985;2:29–34.
41. Husum B, Berthelsen P. Allen’s test and systolic arterial pressure in the thumb. *Br J Anaesth* 1981;53:635–7.
42. Eipe, N. (2007). Modified Allen’s test performed with a pulse oximeter–back to the future? *Acta Anaesthesiol Scand* 2007;51(5):648-9.
43. Celinski SA, Seneff MG. Arterial line placement and care. In: Irwin RS, Rippe JM, eds. *Intensive Care Medicine*. 6th Edition. Lippincott, Williams&Wilkins 2007:38-46.
44. Shiver S, Blaivas M, Lyon M. A prospective comparison of ultrasound-guided and blindly placed radial arterial catheters. *Acad Emerg Med* 2006;13(12):1275-9.
45. Sandhu NS, Patel B. Use of ultrasonography as a rescue technique for failed radial artery cannulation. *J Clin Anesth* 2006;18(2):138-41.
46. 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. *J clin monit comput* 2013;27(3):319-24.
47. Bowra J, McLaughlin R. *Emergency ultrasound made easy*. Churchill Livingstone 2011:5-17
48. Perlowski A, Salinger MH, McDonough T, Feldman TE. Ultrasound guidance for radial access. *Card Interv Tod* 2011:60-5.
49. Saito S, Ikei H, Hosokawa G, Tanaka S. Radial artery inner diameter and sheath outer diameter on radial artery flow after transradial coronary intervention. *Catheter Cardiovasc Interv* 1999;46(2):173-8.
50. Oyar O ve Gülsoy UK, eds. *Tıbbi görüntüleme fiziği*. Ankara: Timasat Basım 2003:167-230
51. Desrosiers J, Hebert R, Bravo G, Dutil E. The Purdue Pegboard Test: normative data for people aged 60 and over. *Disabil Rehabil* 1995;17(5):217-24.

52. Park W, Leonard H, Li S. Finger force perception during ipsilateral and contralateral force matching tasks. *Exp Brain Res* 2008;189(3):301-10.
53. Harrison L, Mayston M, Johansson RS. Reactive control of precision grip does not depend on fast transcortical reflex pathways in X-linked Kallmann subjects. *J physiol* 2000;527(3):641-52.
54. Venkadesan M, Guckenheimer J, Valero CFJ. Manipulating the edge of instability. *J biomech* 2007;40(8):1653-61.
55. Pier M, Hulstijn W, Sabbe B. Differential patterns of psychomotor functioning in unmedicated melancholic and nonmelancholic depressed patients. *J Psychiatr Res* 2004;38(4):425-35.
56. Pier M, Hulstijn W, Sabbe B. No psychomotor slowing in fine motor tasks in dysthymia. *J Affect Disord* 2004;83(2):109-20.
57. Tiffin J, Asher EJ. The Purdue Pegboard: norms and studies of reliability and validity. *J Appl Psycho* 1948;32:234-47.
58. Costa LD, Vaughan HG, Levita E, Farber N. Purdue Pegboard as a predictor of the presence and laterality of cerebral lesions. *J Consult Psychol* 1963;27:133-7.
59. Fleishman EA, Ellison GD. A factor analysis of fine manipulative tests. *J Appl Psycho* 1962;46:96105.
60. Reddon JR, Gill DM, Gauk SE, Maerz MD. Purdue Pegboard: test-retest estimates. *Percept Mot Skills* 1988; 66:503-6.
61. Costa LD, Scarola LM, Rapin L. Purdue Pegboard scores for normal grammar school children. *Percept Mot Skills* 1983;18:748.
62. Mathiowetz V, Rogers SL, Dowe-Keval M, Donahoe L, Rennels C. The Purdue Pegboard: norms for 14 to 19-year-olds. *Am J Occup Ther* 1986;40:174-9.
63. Yeudall LT, Fromm D, Reddon JR, Stefanyk WO. Normative data stratified by age and sex for 12 neuropsychological tests. *J Clin Psychol* 1986;42:918-46.
64. Numaguchi A, Adachi YU, Aoki Y, Ishii Y, Suzuki K, Obata y, et al. Radial artery cannulation decreases the distal arterial blood flow measured by power Doppler ultrasound. *J Clin Monit Comput* 2015;29(5):653-7.
65. Gildasio S, Oliveira DJ, Beckmann K, Salvacion A, Kim J, Sherwani S, et al. The effect of the arterial catheter insertion technique on the success of radial artery cannulation: A prospective and randomized study. *J Crit Care* 2014;29(3):475-7

66. Mandel M, Dauchot P. Radial artery cannulation in 1,000 patients: precautions and complications. *J Hand Surg Am* 1977;2(6):482-5.
67. Slogoff S, Keats AS, Arlund C. On the safety of radial artery cannulation. *Anesthesiology* 1983;59(1):42-7.
68. Bertrand OF, Carey PC, Gilchrist IC. Allen or No Allen. *J Am Coll Cardiol* 2014; 1842-4.
69. Jones R, Hill M, Nahrwold AB, Bolles RE. The effect of method of radial artery cannulation on postcannulation blood flow and thrombus formation. *Anesthesiology* 1981;55(1):76-7.
70. Celinski SA, Seneff MG. Arterial line placement and care. In: Irwin RS, Rippe JM. eds. *Intensive Care Medicine*, 6th Edition. Lippincott, Williams&Wilkins 2007:38-46.
71. Singh S, Nelson N, Acosta I, Check FE, Puri VK. Catheter colonization and bacteremia with pulmonary and arterial catheters. *Crit Care Med* 1982;10(11):736-9.
72. Chang C, Dughi J, Shitabata P, Johnson G, Coel M, Mcnamara JJ. Air embolism and the radial arterial line. *Crit care med* 1988;16(2):141-3.
73. Weiss B, Gattiker R. Complications during and following radial artery cannulation: a prospective study. *Intensive Care Med* 1986;12(6):424-8.
74. 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. *Am J Emerg Med* 2010;28(5):561-7.
75. White L, Halpin A, Turner M, Wallace L. Ultrasound-guided radial artery cannulation in adult and paediatric populations: a systematic review and meta-analysis. *Br J Anaesth* 2016;116(5):610-7.
76. Kim JY, Yoo BS, Yoon J, Ko JY, Lee SH, Hwang SO, et al. 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):1138-45.
77. Brodman RF, Hirsh LE, Frame R. Effect of radial artery harvest on collateral forearm blood flow and digital perfusion. *J Thorac Cardiovasc Surg* 2002;123(3):512-6.
78. Gaudino M, Glieca F, Luciani N, Losasso G, Tondi P, Serricchio M, et al. Ten-year Echo-Doppler evaluation of forearm circulation following radial artery removal for coronary artery bypass grafting. *Eur J Cardiothorac Surg* 2006;29(1):71-3.

79. Kim JM, Arakawa K, Bliss J. Arterial cannulation: factors in the development of occlusion. *Anesth Analg* 1975;54(6):836-41.
80. Ruiz SRJ, Mora R, Vélez GM, Ortiz J, Fernández C, Vidal B, et al. Radial artery spasm in transradial cardiac catheterization. Assessment of factors related to its occurrence, and of its consequences during follow-up. *Rev Esp Cardiol (Engl Ed)* 2005;58(5):504-11.
81. An JD, Jie ZY, Mei SD, Yang LY, Long WJ, Li LX, et al. Incidence and predictors of radial artery spasm during transradial coronary angiography and intervention. *Chin Med J (Engl)* 2010;123(7):843-7.
82. Shantaram V. Pathogenesis of atherosclerosis in diabetes and hypertension. *Clin exp hypertens* 1999;21(1-2):69-77.
83. Lee JE, Cooke JP. The role of nicotine in the pathogenesis of atherosclerosis. *Atherosclerosis* 2011;215(2):281.
84. Imboden JB, Hellmann DB, Stone JH. eds. *Current rheumatology diagnosis & treatment*. New York: Lange Medical Books 2007:318-20
85. Dijk DV, Spoor M, Hijman R, Nathoe HM, Borst C, Jansen EW, et al. Cognitive and cardiac outcomes 5 years after off-pump vs on-pump coronary artery bypass graft surgery. *Jama* 2007;297(7):701-8.
86. Murkin JM, Martzke JS, Buchan AM, Bentley C, Wong CJ. A randomized study of the influence of perfusion technique and pH management strategy in 316 patients undergoing coronary artery bypass surgery: II. neurologic and cognitive outcomes. *J Thorac Cardiovasc Surg* 1995;110(2):349-62.