

Radial Arter Kanülasyonunda Ultrason Rehberliği ile Palpasyon Tekniğinin Karşılaştırılması

Comparison of Ultrasound-Guided and Palpation Techniques in Radial Artery Cannulation

Fikret Salık¹, Mehmet Ali Turgut², Ayhan Kaydu¹, Zeynep Baysal Yıldırım¹, İbrahim Andan¹, Meral Erdal Erbatur¹, Ayşe Kızıltaş¹, Fuat Şener³, Esra Aktiz Bıçak³, Mustafa Bıçak³

¹Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Ana Bilim Dalı, Diyarbakır, Türkiye

²Mardin Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Mardin, Türkiye

³Gazi Yaşargil Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, Diyarbakır, Türkiye

ÖZ

Amaç: Bu çalışma, ultrason rehberliğinde radial arter kanülasyonu ile geleneksel dijital palpasyon tekniklerini ilk denemede başarı, deneme sayısı, girişim süresi ve komplikasyon oranları açısından değerlendirmeyi amaçlamaktadır.

Yöntem: Çalışma, prospektif, randomize, kontrollü bir çalışma olarak tasarlandı. Çalışmaya 44 hasta dâhil edilerek iki gruba ayrıldı: Grup US (ultrason rehberliğinde kanülasyon yapılan grup) ve Grup P (palpasyon yöntemiyle kanülasyon yapılan grup). Hastaların demografik verileri ve klinik özellikleri kaydedildi. Her iki grupta da işlem süresi, kullanılan kanül sayısı, ilk denemede başarı oranı, komplikasyonlar ve deneme sayısı analiz edildi.

Bulgular: Hastaların demografik ve klinik özellikleri gruplar arasında benzerdi. Ultrason rehberliğinde kanülasyon yapılan grupta, palpasyon yöntemine göre kanülasyon süresi anlamlı derecede daha kısa ($p=0,023$), ilk denemede başarı oranı daha yüksek ($p=0,042$), kullanılan kanül sayısı daha az ($p=0,030$) ve deneme sayısı daha düşüktü ($p=0,039$). Ancak komplikasyon oranları her iki grup arasında benzer bulundu.

Sonuç: Bu çalışma, ultrason rehberliğinde yapılan radial arter kanülasyonunun dijital palpasyon yöntemine göre daha yüksek ilk deneme başarısı, daha kısa işlem süresi ve daha az kanül kullanımı ile üstün olduğunu göstermektedir. Sonuçlar, ultrason rehberliğinde kanülasyonun daha geniş popülasyonlarda standart uygulama haline getirilmesini desteklemektedir.

Anahtar sözcükler: Radial arter kanülasyonu, ultrason, palpasyon, başarı

ABSTRACT

Objective: This study aims to evaluate ultrasound-guided radial artery cannulation versus conventional digital palpation techniques in terms of first-trial success, number of attempts, intervention time, and complication rates.

Methods: The study was designed as a prospective, randomized, controlled study. The study included 44 patients and divided into two groups: Group US (ultrasound guided cannulation group) and Group P (palpation cannulation group). Demographic data and clinical characteristics of the patients were recorded. Procedure time, number of cannulas used, success rate on the first attempt, complications and number of attempts were analyzed in both groups.

Results: Demographic and clinical characteristics of the patients were similar between the groups. In the ultrasound-guided cannulation group, the cannulation time was significantly shorter ($p=0.023$), the success rate on the first attempt was higher ($p=0.042$), the number of cannulas used was lower ($p=0.030$), and the number of attempts was lower ($p=0.039$) compared to the palpation method. However, complication rates were similar between both groups.

Conclusion: This study demonstrates that ultrasound-guided radial artery cannulation is superior to digital palpation with higher first-trial success, shorter procedure time, and less cannula use. The results support the standardization of ultrasound-guided cannulation in larger populations.

Keywords: Radial artery cannulation, ultrasound, palpation, success

Geliş tarihi/Received : 27.09.2024

Kabul tarihi/Accepted : 25.10.2024

Yayın tarihi : 31.10.2024

*Yazışma adresi: Fikret Salık • fikretsalik@gmail.com

Fikret Salık  0000-0002-7715-3545 / Mehmet Ali Turgut  0000-0002-2622-6951

Ayhan Kaydu  0000-0002-7781-8885 / Zeynep Baysal Yıldırım  0000-0002-5264-1972

İbrahim Andan  0000-0001-6151-9066 / Meral Erdal Erbatur  0000-0001-8970-3359

Ayşe Kızıltaş  0009-0000-7393-1330 / Fuat Şener  0000-0001-9720-2140

Esra Aktiz Bıçak  0000-0003-1976-1179 / Mustafa Bıçak  0000-0002-7658-5143

Atf: Salık F, Turgut MA, Kaydu A, Baysal Yıldırım Z, Andan İ, Erdal Erbatur M, Kızıltaş A, Şener F, Aktiz Bıçak E, Bıçak M. Radial arter kanülasyonunda ultrason rehberliği ile palpasyon tekniğinin karşılaştırılması. JARSS 2024;32(4):246-251.



Bu eser "Creative Commons Atıf-GayriTicari-4.0 Uluslararası Lisansı" ile lisanslanmıştır.

GİRİŞ

Arter kanülasyonu, kritik bakım ve anestezi uygulamalarında yaygın olarak kullanılan ve sürekli kan basıncı izlenmesi ve kan örnekleme gibi hayati işlevleri yerine getiren bir prosedürdür. Bu işlemin başarılı ve güvenli bir şekilde gerçekleştirilmesi hasta yönetiminde önemli bir rol oynamaktadır. Radial arter ve femoral arter kanülasyonu için en sık kullanılan damarlar olmasına rağmen erişim kolaylığı ve daha düşük komplikasyon oranları nedeniyle ilk tercih genellikle radial arterdir. Geleneksel olarak radial arter kanülasyonu dijital palpasyon yöntemi ile yapılmaktadır. Dijital palpasyon yönteminin avantajı ekipman gerektirmemesi ve uygulamasının nispeten hızlı olmasıdır. Ancak özellikle obezite, zayıf periferik nabız, hemodinamik bozukluk ve ödem gibi durumlarda bu teknikteki başarı oranı düşmektedir (1). Yine dijital palpasyon yönteminde girişim sayısı arttıkça hematoma ve vazokonstriksiyon gibi komplikasyonlar artarak girişimi daha da imkânsız hâle getirebilmektedir.

Ancak son yıllarda, ultrason (US) rehberliğinde kanülasyon tekniklerinin kullanımı artmış ve bu yöntemler çeşitli çalışmalarda değerlendirilmiştir (2-4). Nitekim US kullanımı girişim yapılacak arterin ve çevresindeki yapıların gerçek zamanlı olarak görüntülenmesini sağlayarak özellikle zor anatomilere sahip hastalarda ilk denemede başarı oranını artırmakta ve komplikasyon riskini azaltmaktadır (2,5). Yine Cochrane tarafından yapılan bir derlemede, US rehberliğinde kanülasyon geleneksel palpasyon yöntemine göre ilk denemede başarı oranını artırmakta ve genel başarı oranını iyileştirmektedir (6).

Bu çalışmada, US rehberliğinde radial arter kanülasyonu ile palpasyon yöntemini, ilk denemede başarı, işlem süresi, deneme sayısı ve komplikasyonlar açısından karşılaştırarak, bu iki tekniğin klinik etkinliğini değerlendirmeyi amaçladık. Çalışmamızda US kullanımının klinik etkinliği ve avantajları literatürdeki mevcut veriler ışığında değerlendirilecektir.

GEREKÇİ ve YÖNTEMLER

Bu çalışma, prospektif, randomize kontrollü bir çalışma olarak tasarlanmıştır. Çalışma için Dicle Üniversitesi Tıp Fakültesi Etik Kurulundan onay alındı (14.02.2024-148). Bu çalışmaya 01.03.2024-01.05.2024 tarihleri arasında radial arter kanülasyonu gerektiren elektif cerrahi geçiren hastalar dâhil edildi. Dâhil edilme kriterleri; 18-65 yaş arası, ASA (American Society of Anesthesiologists) I-III, pozitif Allen testi ile uygun kollateral kan akışı olan, hemodinamik olarak stabil hastalar idi. Çalışmaya katılmayı reddeden, 18 yaşından küçük ve 65 yaşından büyük, ASA IV, radial arterin anatomik anormallikleri, kanama bozuklukları, hemodinamik instabilite, US jeline allerji ve acil cerrahi olan hastalar çalışma dışı bırakıldı. Çalışmaya dâhil edilen hastalardan bilgilendirilmiş yazılı onam alındı.

Ultrason rehberliğinde radial arter kanülasyonu grubu (Grup US) ve dijital palpasyon yöntemi ile radial arter kanülasyonu grubu (Grup P) olarak tayin edilen gruplara hastalar zarf yöntemiyle rastgele seçildiler. Arter kanülasyon yöntemi ve buna bağlı olarak hastanın hangi grupta yer alacağına dair bilginin yazılı olduğu zarflar girişimden hemen önce uygulayıcılar tarafından açıldı ve ilgili yöntem uygulandı. Ultrason ile kanülasyon yapan anesteziyolog en az 5 yıl US kullanım tecrübesi ve sertifikasına sahipti.

Hasta ameliyathane masasına yatırıldıktan sonra, nabız oksimetresi, non-invaziv kan basıncı ölçümleri ve elektrokardiyografiyi içeren standart monitörizasyon uygulandı. Hastalara standart anestezi rejimi olarak indüksiyonda 0,1 mg kg⁻¹ midazolam, 2 µg kg⁻¹ fentanil, 2 mg kg⁻¹ propofol ve 0,6 mg kg⁻¹ rokuronyum uygulandı. Orotrakeal entübasyondan sonra hasta mekanik ventilasyona bağlandı. İşlemden önce her iki grupta da girişim bölgesi anestezi tarafından US ile tarandı ve radial arterin çapı ölçüldü. Girişim öncesi gerekli sterilizasyon sağlanarak işlem başlatıldı.

Ultrason Rehberliğinde Radial Arter Kanülasyonu

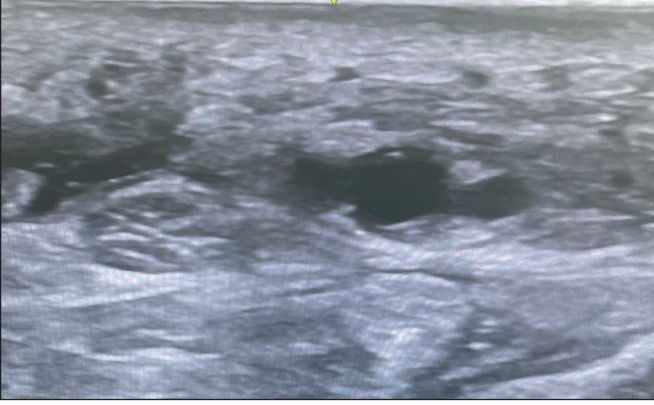
Ultrason rehberliğinde radial arter kanülasyonu, US cihazı (GE Logiq, Bothell, WA, Almanya) ve lineer prob kullanılarak gerçekleştirildi. Arter US probu ile ilk olarak kısa aksta tespit edildi ve daha sonra uzun aksa alındı (Şekil 1, 2). Uzun aksta 22-gauge anjiyokateter cilt altına sokuldu. İğne ucu arterin içine girene kadar ilerletildi ve US ekranında görüntüldü (Şekil 3). İğne ucu arterin içinde sabitlenene kadar ilerletildi ve ardından kanül yerleştirildi (Şekil 4). Tespit sonrası işlem tamamlandı.

Dijital Palpasyon Yöntemi

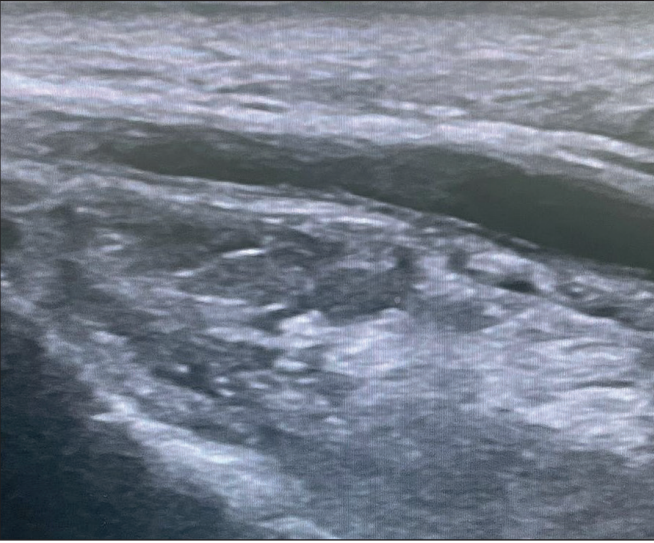
Dijital palpasyon yönteminde, radial arter palpasyon ile hissedilerek tespit edildi ve kanülasyon bu noktadan yapıldı. 22-gauge anjiyokateter cilt altına sokuldu ve kan geri dönüşü sağlandığında kanül yerleştirildi. Tespit sonrası işlem tamamlandı.

Her iki teknikte de 3 denemede veya 15 dakika içinde kanülasyon gerçekleştirilemezse alternatif yöntemle geçilerek işlem başarısız kabul edildi. Başarısızlığa yol açan neden rapor edildi. Alternatif teknikle de kanülasyon sağlanamadığında başka bir bölgeden işlem gerçekleştirildi. Veriler girişimi yapmayan başka bir araştırmacı tarafından kaydedildi.

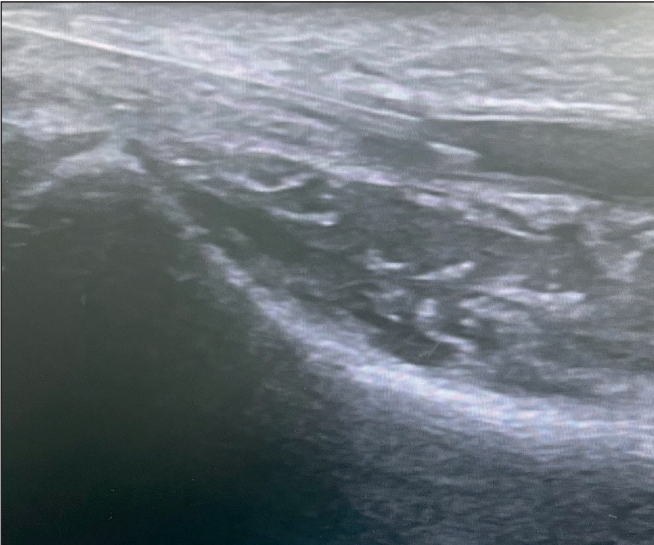
Hastaların demografik ve klinik özellikleri kaydedildi. Daha önce aynı damardan girişim öyküsü olan hastalar belirlendi. Her iğne ponksiyonu bir deneme, üç denemede hedeflenen damara arter kanülasyonunun sağlanması "başarı" olarak tanımlandı. İğnenin cilde ilk giriş anından kateterin yerleştirilip kan aspire edilinceye kadar geçen süre "erişim zamanı" olarak kaydedildi. Deneme sayısı, ilk denemede başarı, başarı oranı,



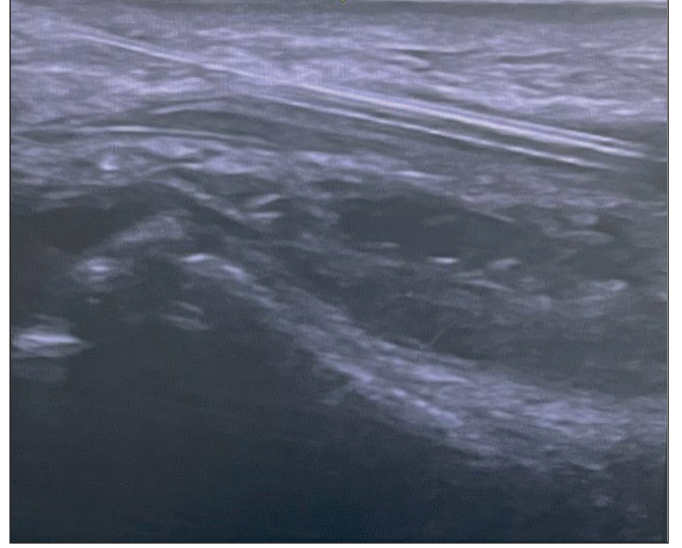
Şekil 1. Kısa aks radial arter. Radial arterin lineer proba kısa aksta görüntülenmesi.



Şekil 2. Uzun aks radial arter. Radial arterin lineer proba uzun aksta görüntülenmesi.



Şekil 3. Arter ponksiyonu. Radial arterin iğne ile ponksiyonun lineer proba uzun aksta görüntülenmesi.



Şekil 4. Kanül yerleştirilmesi. Kanülün radial arter içine yerleştirilmesinin lineer proba uzun aksta görüntülenmesi.

kullanılan kanül sayısı hesaplandı. Hematom ve yanlılıkla ven ponksiyonu gibi komplikasyonlar kaydedildi.

İstatistiksel Analiz

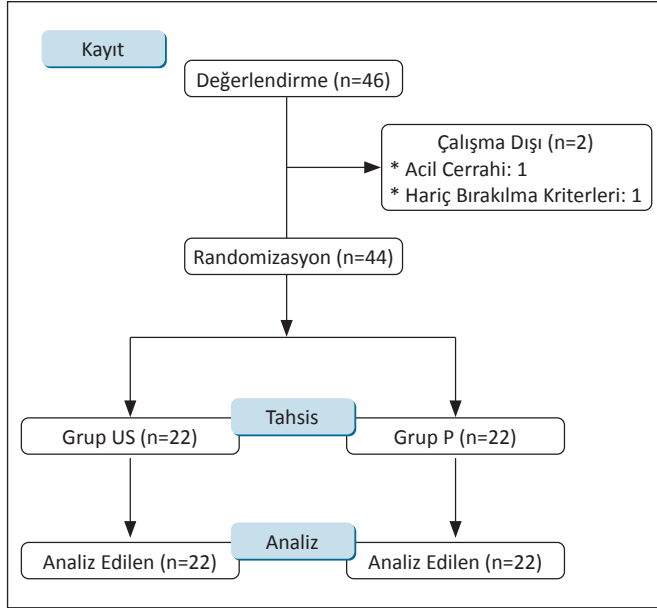
Örneklem büyüklüğünün hesaplanmasında G-Power versiyon 3.1.9.4 (Universitat Kiel, Almanya) programı kullanıldı. Alfa hatası 0,05, g¼c¼ 0,95 olarak alındı ve daha ¼nce yapılan bir çalışmaya g¼re etki b¼y¼kl¼ğ¼ 1,009 ve tahsis oranı N2/N1:1 olarak kabul edildi. Çalışmaya d¼hil edilecek minimum hasta sayısı 44 olarak hesaplandı (7). İstatistiksel analizler için SPSS 22.0 for Windows programı kullanıldı. Kategorik olmayan verilerin normallik dağılımına uyup uymadığı Shapiro-Wilk testi ile değerlendirildi. Normallik dağılımına uyan verilerin karşılaştırılmasında Student-t testi kullanıldı sonuçlar mean±SD olarak verildi. Normallik dağılımına uymayan verilerin karşılaştırılmasında Mann-Whitney U testleri kullanıldı, sonuçlar ortanca (min-maks) olarak verildi. Gruplardaki kategorik verilerin karşılaştırılması ki kare veya Fisher's exact testi ile yapıldı, sonuçlar yüzde (%) ve sayı (n) olarak verildi. T¼m karşılaştırmalarda p<0,05 anlamlı kabul edildi.

BULGULAR

Çalışmaya 46 hasta d¼hil edildi. Bir hasta acil cerrahi nedeniyle ve 1 hasta işlem yerinde ¼nceki operasyon ¼yk¼s¼ nedeniyle çalışma dışı bırakıldı. Çalışma 44 hasta ile tamamlandı. Her bir grupta 22 hasta analiz edildi (Şekil 5). Temel hasta ¼zellikleri Tablo I'de g¼sterilmektedir. Yaş, ağırlık, kilo ve cinsiyet gruplar arasında benzerdi. Radial arter çapı ve daha ¼nceki radial girişim ¼yk¼s¼ açısından gruplar arasında fark yoktu.

Gruplar arası kan¼lasyon tekniklerinin karşılaştırılması Tablo II'de g¼sterilmektedir. Ultrason grubunda P grubuna g¼re

anlamli farklılık göstererek kanülasyon için geçen süre daha kısa, deneme ve kullanılan kanül sayısı daha az olarak bulundu ($p<0,05$). İlk denemede başarılı kanülasyon sayısının, US



Şekil 5. Akış şeması.

grubunda 19 (%86) iken, P grubunda 13 (%59) olduğu ve farkın anlamlı olduğu bulundu ($p=0,042$). Başarılı olan kanülasyon sayısı her iki grupta benzerdi. Gruplar komplikasyon açısından karşılaştırıldığında US grubunda 1 hastada hematoma gözlenirken, P grubunda 4 hastada hematoma gözlemlendi. Yine P grubunda bir hastada istem dışı ven ponksiyonu gözlemlendi. Ancak istem dışı ven ponksiyonu ve komplikasyon oranı gruplar arasında istatistiksel olarak benzerdi. Palpasyon grubunda başarısız olan kanülasyonlar diğer koldaki radial arterden US rehberliğinde başarıyla gerçekleştirildi.

TARTIŞMA

Bu çalışmanın bulguları, US rehberliğinde radial arter kanülasyonunun dijital palpasyon yöntemine kıyasla birçok avantaj sunduğunu ortaya koymaktadır. Çalışmamızda ilk denemede başarı oranı, kanülasyon süresi, kullanılan kanül sayısı ve deneme sayısı gibi ölçütlerde US kullanımının üstünlüğü bulunmuştur.

Ultrason eşliğinde radial arter kanülasyonunu gerçekleştirme süresi işlemin etkinliğini belirleyen önemli faktörlerden biridir. Chanthawong ve ark. yapmış oldukları çalışmada US'nin palpasyon tekniğine herhangi bir üstünlük göstermediğini

Tablo I: Hastaların Demografik ve Klinik Özellikleri

	Ultrason Grubu (n=22)	Palpasyon Grubu (n=22)	p değeri
Yaş (yıl)	46,7 ± 18,6	52,2 ± 19,5	0,342 ^a
Kilo (kg)	80 (56-95)	73 (50-90)	0,364 ^b
Boy (cm)	170 (153-185)	165 (102-184)	0,390 ^b
Cinsiyet (Erkek/Kadın)	13/9	7/15	0,069 ^c
Nabız (atım dakika ⁻¹)	76 (67-120)	83 (67-110)	0,580 ^b
Sistolik Kan Basıncı (mmHg)	137 ± 26	134 ± 25	0,726 ^a
Diastolik Kan Basıncı (mmHg)	76 ± 14	73 ± 12	0,406 ^a
Radial Arter Çapı (mm)	3,7 ± 2,1	5,2 ± 3,7	0,100 ^a
Önceki Kanülasyon Öyküsü	3 (%13,6)	0 (%)	0,073 ^c

^aStudent t-testi (ort±SS), ^bMann-Whitney U testi [median (min-max)], ^cki kare [n (%)].

Tablo II: Kanülasyon Tekniklerinin Karşılaştırılması

	Ultrason Grubu (n=22)	Palpasyon Grubu (n=22)	p değeri
Kanülasyon Süresi (dakika)	1,0 (1-10)	1,5 (1-15)	0,023^b
Deneme Sayısı	1,0 (1-2)	1,0 (1-3)	0,039^b
İlk Denemede Başarı	19 (%86)	13 (%59)	0,042^c
Başarı	22 (%100)	20 (%90)	0,148 ^c
Kullanılan Kanül sayısı	1,0 (1-2)	1,0 (1-3)	0,030^b
Başarısız Ponksiyon	0	1	0,312 ^c
Diğer Teknik Kullanımı	0	2	0,148 ^c
Komplikasyon	1	4	0,154 ^c

^bMann-Whitney U testi [median (min-max)], ^cki kare [n (%)].

belirtmişlerdir (7). Ancak literatürdeki başka çalışmalarda US rehberliğinin işlem süresini kısalttığı ve hasta konforunu artırdığı rapor edilmiştir (8,9). Özellikle acil durumlarda ve zaman yönetiminin kısıtlı olduğu kritik klinik koşullarda US'nin sağladığı bu avantaj, hasta yönetimi açısından büyük önem taşımaktadır (10). Çalışmamız da Chanthawong ve ark.'nın aksine diğer çalışmalarla benzer şekilde US kullanımının ortalama kanülasyon süresini dijital palpasyon tekniğine göre anlamlı ölçüde kısalttığı gösterilmiştir (7).

Anatomik olarak arter kanülasyon güçlüğü ya da hemodinamik instabiliteye sahip hastalarda palpasyon tekniğiyle ilk girişimde arter kanülasyon başarısı her zaman mümkün olmaktadır. Ultrasonun gerçek zamanlı görüntüleme sağlaması, arter kanülünün doğru yerleştirilmesini kolaylaştırarak ilk denemede başarı oranını artırdığı birçok çalışmada belirtilmiştir (11). Bu çalışmalar, özellikle zor anatomilere sahip hastalarda, US rehberliğinin önemli bir avantaj sunduğunu vurgulamaktadır (11-14). Bulgularımız da US kullanımının ilk denemede başarı oranını artırdığı konusunda literatürü desteklemektedir.

Çalışmalar US rehberliğinin sadece ilk denemede değil, genel başarı oranında da üstün olduğunu göstermektedir (8,15). Oulego-Erroz ve ark. ise yaptıkları bir çalışmada US'nin başarıya herhangi bir katkısının olmadığını tespit etmişlerdir (16). Yine başka bir çalışma US'nin sağladığı hassas görüntüleme, tekrarlayan denemelerin önüne geçerek komplikasyon riskini önemli ölçüde azalttığını göstermiştir (2). Çünkü US ile arterin ve çevresindeki yapıların net bir şekilde görüntülenmesi, komplikasyon riskini azaltarak hasta güvenliğini artırmaktadır (17). Bizim çalışmamızda ise US kullanımının genel başarı ve komplikasyon oranları üzerine herhangi bir etkisi olmadığını tespit ettik. Ancak çalışmamız hemodinamik olarak stabil ve nispeten kolay anatomiye sahip hastalar üzerinde gerçekleştirildiği için radial arter kanülasyonu her iki teknikte de daha kolay gerçekleştirilmiş olabilir. Bu yüzden bu sonuçlar hemodinamik instabilitesi, anatomik zorlukları olan hastalarda, çocuk hastalarda US'nin önemini azaltmaz.

Ultrason rehberliğinin daha az denemede başarı sağladığı, kullanılan kanül sayısını azalttığı ve maliyetleri düşürdüğü tespit edilmiştir (18,19). Daha az deneme ile işlem tamamlanması, hasta memnuniyetini artırmakta ve işlem süresini de kısaltmaktadır (7). Ayrıca, her deneme sırasında arterde oluşabilecek travma ve komplikasyon riskini de azaltmaktadır. Çalışmamızda US rehberliği ile deneme sayısı ve kullanılan kanül sayısı önceki çalışmalara paralel olarak azalmıştır.

Çalışmamızın sınırlamaları; çalışmanın tek merkezli olması, maliyet analizinin yapılmaması ve komplikasyonların geç postoperatif dönemde değerlendirilmemesi şeklindedir.

SONUÇ

Çalışmamız US rehberliğinde radial arter kanülasyonunun, dijital palpasyon yöntemine kıyasla daha yüksek ilk deneme, daha kısa kanülasyon süresi, daha az kanül kullanımı ve daha az deneme sayısı ile üstün olduğunu göstermesi açısından önemlidir. Bu sonuçlar, günümüzde her ne kadar standart olmasa da özellikle asistan eğitimi olan merkezlerde US rehberliğinde arter kanülasyonunun klinik uygulamalarda tercih edilmesi gerektiğini desteklemektedir. Gelecekteki çalışmalar, bu bulguları daha geniş popülasyonlarda ve farklı klinik koşullarda doğrulayarak, US rehberliğinde kanülasyonun standart olarak kullanımını teşvik edebilir.

Finansal Kaynak

Bu çalışma sırasında, yapılan araştırma konusu ile ilgili doğrudan bağlantısı bulunan herhangi bir ilaç firmasından, tıbbi alet, gereç ve malzeme sağlayan ve/veya üreten bir firma veya herhangi bir ticari firmadan, çalışmanın değerlendirme sürecinde, çalışma ile ilgili verilecek kararı olumsuz etkileyebilecek maddi ve/veya manevi herhangi bir destek alınmamıştır.

Çıkar Çatışması

Bu çalışma ile ilgili olarak yazarların ve/veya aile bireylerinin çıkar çatışması potansiyeli olabilecek bilimsel ve tıbbi komite üyeliği veya üyeleri ile ilişkisi, danışmanlık, bilirkişilik, herhangi bir firmada çalışma durumu, hissedarlık ve benzer durumları yoktur.

YAZAR KATKILARI

Çalışmanın fikri veya tasarımı: FS

Veri toplama: FS, İA, FŞ, AK

Veri analizi ve yorumlama: FS, EAB, MAT

Makale taslağının hazırlanması: FS, MEE, MB

Makalenin kritik revizyonu: FS, ZBY

Diğer (çalışma denetimi, fonlar, materyal, vb...): FS, MAT

Tüm yazarlar (FS, MAT, AK, ZBY, İA, MEE, AK, FŞ, EAB, MB)

sonuçları gözden geçirmiş ve makalenin son hâlini onaylamıştır.

KAYNAKLAR

1. 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.
2. Kim SY, Kim KN, Jeong MA, Lee BS, Lim HJ. Ultrasound-guided dynamic needle tip positioning technique for radial artery cannulation in elderly patients: A prospective randomized controlled study. *PLoS One* 2021;16:1-13.

3. Bhattacharjee S, Maitra S, Baidya DK. Comparison between ultrasound guided technique and digital palpation technique for radial artery cannulation in adult patients: An updated meta-analysis of randomized controlled trials. *J Clin Anesth* 2018;47:54-9.
4. Wang J, Lai Z, Weng X, et al. Modified long-axis in-plane ultrasound technique versus conventional palpation technique for radial arterial cannulation: A prospective randomized controlled trial. *Medicine* 2020;99(2):e18747.
5. Bai B, Tian Y, Zhang Y, Yu C, Huang Y. Dynamic needle tip positioning versus the angle-distance technique for ultrasound-guided radial artery cannulation in adults: A randomized controlled trial. *BMC Anesthesiol* 2020;20(1):1-8.
6. Flumignan RLG, Trevisani VFM, Lopes RD, Baptista-Silva JCC, Flumignan CDQ, Nakano LCU. Ultrasound guidance for arterial (other than femoral) catheterisation in adults. *Cochrane Database Syst Rev* 2021;2021(10):1-234.
7. Chanthawong S, Tribuddharat S, Sathitkarnmanee T, Suwongkrua T, Silarat S, Plengpanich P. A comparison of the success rate of radial artery cannulation between the ultrasound-guided and conventional palpation techniques in elderly patients undergoing cardiothoracic surgery. *Ann Card Anaesth* 2022;25(4):447-52.
8. Tariq S, Afzal MO. Comparison between ultrasound guided and palpatory method for radial artery Catheterization. *Prof Med J* 2022;29(11):1637-43.
9. Yeap YL, Wolfe JW, Stewart J, Backfish KM. Prospective comparison of ultrasound-guided versus palpation techniques for arterial line placement by residents in a teaching institution. *J Grad Med Educ* 2019;11(2):177-81.
10. 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* 2011;139(3):524-9.
11. Gao YB, Yan JH, Gao FQ, Pan L, Wang XZ, Lv CJ. Effects of ultrasound-guided radial artery catheterization: An updated meta-analysis. *Am J Emerg Med* 2015;33(1):50-5.
12. Shiloh AL, Eisen LA. Ultrasound-guided arterial catheterization: A narrative review. *Intensive Care Med* 2010;36(2):214-21.
13. Diaz LK. Anesthesia and postoperative analgesia in pediatric patients undergoing cardiac surgery. *Pediatr Drugs* 2006;8(4):223-33.
14. Lan-Pak-Kee V, Ackland GL, Egan TC, et al. Arterial cannulation with ultrasound: Clinical trial protocol for a randomised controlled trial comparing handheld ultrasound versus palpation technique for radial artery cannulation. *BJA Open* 2022;4:100111.
15. Troianos CA, Hartman GS, Glas KE, et al. Guidelines for performing ultrasound guided vascular cannulation: Recommendations of the American society of echocardiography and the society of cardiovascular anesthesiologists. *J Am Soc Echocardiogr* 2011;24(12):1291-318.
16. Oulego-Erroz I, Mayordomo-Colunga J, González-Cortés R, et al. Ultrasound-guided arterial cannulation or by pulse palpation in the intensive care unit. *An Pediatr (English Ed)* 2021;94(3):144-52.
17. Lamperti M, Biasucci DG, Disma N, et al. European Society of Anaesthesiology Guidelines on Peri-Operative Use of Ultrasound-Guided for Vascular Access (PERSEUS Vascular Access). *Eur J Anaesthesiol* 2020;37(5):344-76.
18. 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.
19. Zhao W, Peng H, Li H, et al. Effects of ultrasound-guided techniques for radial arterial catheterization: A meta-analysis of randomized controlled trials. *Am J Emerg Med* 2021;46:1-9.