

VAZOPRESSÖR DESTEĞİ ALAN YOĞUN BAKIM HASTALARINDA RADİYAL ARTER KATETERİZASYONUNDA PALPASYON TEKNİĞİ İLE ULTRASON KULLANIMININ ETKİNLİĞİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

COMPARISON OF EFFICIENCY OF PALPATION TECHNIQUE WITH ULTRASOUND GUIDANCE FOR RADIAL ARTERY CATHETERIZATION IN INTENSIVE CARE PATIENTS UNDER VASOPRESSOR SUPPORT

Ezgi Direnç KÜLÜNK Zeki Tuncel TEKGÜL Hüseyin ÖZKARAKAŞ
Halide Hande ŞAHİN KAYA

Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Bozyaka Eğitim ve Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği

Anahtar Sözcükler: Kateterizasyon, periferik, radial arter, ultrasonografi, yoğun bakım üniteleri
Keywords: Catheterization, peripheral, radial artery, ultrasonography, intensive care units

Yazının alınma tarihi: 25.02.2019

Kabul tarihi: 08.03.2019

Online basım:29.07.2019

ÖZ

Giriş: Radial arter kateterizasyonu, yoğun bakım ünitelerinde doğru hemodinamik izleme ve sık kan örnekleme sağlayan invaziv bir işlemdir. Yoğun bakım hastalarında ultrason kullanımı, radial arter kateterizasyonunda avantaj sağlayabilmektedir. Bu çalışmada yoğun bakım ünitesinde takip ettiğimiz bir veya birden fazla vazopressör destek alan hastalarımızda, radial arter kateterizasyonunda palpasyon yöntemi ile ultrason yönteminin etkinliğini karşılaştırdık.

Gereç ve Yöntem: Çalışmamıza hastanemiz genel yoğun bakım ünitesinde yatmakta olan ve vazopressör destek alan 50 hasta dahil edilmiş ve 25'er hastalık iki gruba dağıtılmıştır. Palpasyon grubundaki hastalara, klasik palpasyon tekniği ile, ultrason grubundaki hastalara ise ultrason ile kısa aks düzlem dışı girişim ile radial arter kateterizasyonu uygulanmıştır. Çalışmamızda, iki grup arasında, (Grup P: palpasyon tekniği, Grup U: ultrason tekniği) ilk giriş başarı oranları, girişim süresi, girişim sayıları karşılaştırılmış ve erken ve geç komplikasyonlar araştırılmıştır.

Bulgular: Her iki grupta da hastaların tamamına başarılı bir şekilde arter kateterizasyonu yapılabilmektedir. Arter kanülasyonu deneme sayısı açısından fark saptanmadı ($p=0,714$), ancak ultrason grubunda deneme sayısının daha fazla olduğu görüldü (Grup P için med:1, min:1, maks:4 iken Grup U için med:1, min:1, maks:6). Grup U'da girişim süresi anlamlı olarak daha yüksek saptandı ($p=0,001$) (Grup P için med: 46 sn (min: 16 sn, maks: 318 sn), grup U için med: 134 sn (min: 12 sn, maks: 267 sn)), ancak istatistik olarak anlamlı görülmesine de ($p=0,796$), ultrasonografi eşliğinde yapılan arter kanülasyonlarının daha uzun ömürlü olduğu gözlemlendi (Grup P için med: 3 gün (min: 1, maks:5 gün), Grup U için med: 4 gün (min: 1, maks: 6 gün)).

Sonuç: Radial arter kateterizasyonu için ultrasonografi kullanımı etkili ve güvenilirdir. Çalışmamızda kritik yoğun bakım hastalarında radial arter kateterizasyonunun ultrasonografi eşliğinde uygulanması ile invaziv arter monitörizasyonun daha uzun süre sorunsuz bir şekilde kullanılabileceği gösterilmiştir.

SUMMARY

Introduction: Radial artery catheterization is a invasive procedure that provides accurate hemodynamic monitoring and frequent blood sampling in intensive care units. The use of ultrasound in intensive care patients may provide an advantage in radial artery catheterization. In this study, we compared the effectiveness of ultrasound method with the palpation method in radial artery catheterization in our patients who received one or more vasopressors in the intensive care unit.

Material and methods: Fifty patients with vasopressors were included in our study and divided into two equal groups. The patients in the palpation group underwent classical palpation technique, and the patients in the ultrasound group underwent radial artery catheterization with out-of-axis interference with ultrasound (Group P:palpation technique, Group U:ultrasound technique). In our study, the success rates of the first entry, the duration of the intervention, the number of interventions were compared between the two groups and early and late complications were investigated.

Results: Arterial catheterization was performed successfully in all groups. There was no difference in terms of arteries cannulation ($p=0,714$), but the number of trials was higher in the ultrasound group (Group P med:1, min:1, max:4, group U med:1, min:1, max:6). In group U, the duration of intervention was found to be significantly higher ($p=0,001$) (Group P med:46 sec (min:16 sec, max:318 sec), group U med:134 sec (min:12 sec, max:267 sec), but it was observed that, arterial cannulations performed with ultrasonography last longer (Group P med:3 days (min:1, max:5 days), group U med:4 days (min:1, max:6 days)), although they were not statistically significant ($p=0,796$).

Conclusion: The use of ultrasonography for radial artery catheterization is effective and reliable. In our study, it has been shown that radial artery catheterization with ultrasound guidance can be used for a longer time without any problem in critical intensive care patients.

GİRİŞ

Arter kateterizasyonu, acil servis, ameliyathane ve özellikle yoğun bakım ünitelerinde doğru hemodinamik izleme ve sık kan örnekleme sağ-layan, yaygın olarak yapılan invaziv bir işlemdir (1). Sık arteriyel kan gazları analizi gereksinimi, hipovolemik, kardiyojenik veya septik şok ya da çoklu organ yetersizliği, masif travma, inotrop veya intraaortik balon kullanımı gerekliliği, arteriyel basıncın noninvaziv olarak ölçümünün mümkün olamaması (morbid obesite) en sık arter kateterizasyonu endikasyonlarıdır.

Kanülasyon işlemi için alt veya üst ekstremitte arterleri seçilebilmekle birlikte, çoğunlukla elin beslenmesinde nondominant arter olan radyal arter öncelikle tercih edilmektedir.

En olası komplikasyonlar tromboz, ödem, vazospazm, hematoma ve arka duvar ponksiyonudur. Ayrıca enfeksiyon, cilt nekrozu, embolizasyon nörolojik hasar, psödoanevrizma, arteriovenöz fistül gibi komplikasyonlarla da karşılaşılabilir (2).

Biz de bu amaçla yoğun bakım ünitesinde takip ettiğimiz genel durumu bozuk, çoklu organ disfonksiyonu olan ve kardiyak açıdan stabil olmayan, bir veya birden fazla vasopressör destek alan hastalarımızda, arteriyel kateterizasyon işlemini uyguladık.

Arter atımının hissedilmediği, inotrop desteğine rağmen hipotansif seyreden, birden çok denemenin yapıldığı veya girişim için tek bir arter şansımızın olduğu yoğun bakım hastalarında ultrasonografi kullanımı arterin görüntülenmesi ile avantaj sağlayan bir faktör olabilmektedir (2).

Doppler ultrasonografi ile arter kateterizasyonu ilk olarak 1976 yılında Nagabhushan ve arkadaşları tarafından tanımlanmıştır (3). Radyal arter kanülasyonu için ultrason kullanımının, ilk denemede kanül yerleştirme başarısının oranını arttırdığı gösterilmiştir (1, 4).

Ultrasonografi ile radyal arter kateterizasyonunda, kısa aks düzlem-dışı (Short axis out-of-plane (SA-OOP)) ve uzun aks düzlem-içi (Long axis in-plane (LA-IP)) olmak üzere iki temel yaklaşım mevcuttur. Kısa aks düzlem-dışı yaklaşımda ultrason probu radyal artere transvers olarak yerleştirilir ve arter aneikoik yuvarlak bir yapı olarak gözlenir. Uzun aks düzlem-içi yaklaşımda ise arter longitudinal olarak, aneikoik tübüler bir yapı olarak gözlenir. Stone ve arkadaşları ultrason rehberliğinde uzun aks düzlem-içi yaklaşımda arter ponksiyonu sırasında iğnenin görülebilmesi nedeni ile bu yaklaşımın vasküler komplikasyon oranını azaltmaya yardımcı olduğunu bildirmektedir (5). Quan ve arkadaşları ise, radyal arter kanülasyonu için kısa aks düzlem-dışı

teknığının, uzun aks düzlem-içi tekniğine kıyasla, ilk denemede kanül yerleştirme başarısı oranını önemli ölçüde artırabileceği sonucuna varmışlardır (6).

Klasik palpasyon tekniği ile radyal arter kateterizasyonu ile ultrasonografi kullanımı ile radyal arter kateterizasyonunu karşılaştırmış randomize kontrollü çalışmalar mevcuttur (7, 8, 9). Klasik palpasyon tekniği ile ultrasonografi kullanımını yoğun bakım hastalarında karşılaştırmış ve uzun dönem komplikasyon takibi yapmış çalışma mevcut değildir. Oysa ki, komplikasyon riskini arttıran; uzamış kanülasyon, hiperlipidemi, tekrarlanan girişimler, ekstrakorporeal dolaşım, vazopressör kullanımı gibi faktörlerin çoğu yoğun bakım hastasında mevcuttur. Bizim çalışmamızda, bir veya daha fazla sayıda vasopressör destek alan yoğun bakım hastalarında, radyal arterin klasik palpasyon tekniği ile kanülasyonu ile ultrasonografi eşliğinde kanülasyonunu ilk girişim başarı oranları, girişim süresi, girişim sayısı, kullanılan kanül sayıları ve erken ve geç komplikasyonlara etkisi ve varsa avantajları açısından karşılaştırılması amaçlanmıştır.

GEREÇ VE YÖNTEM

Çalışma yerel etik kurul izni (No:21.03.2018/6) ve Helsinki deklarasyonu'na uygun şekilde gerçekleştirildi. Çalışmamıza hastanemiz genel yoğun bakım ünitesinde yatmakta olan ve bir veya daha fazla vasopressör destek alan 50 hasta dahil edilmiştir. Çalışma öncesi hastaların birinci derece yakınından ve onam verebilecek durumda ise hastanın kendisinden sözlü ve yazılı olarak çalışma onamı alınmıştır. 18 yaş üstü olan, gebe olmayan, vasopressör desteği alan ve invaziv kan basıncı monitörizasyonu gerektiren yoğun bakım hastalarından, çalışmaya onam verilmiş hastalar iki ayrı gruba randomize edilerek çalışmaya alınmıştır. Hastaların tanıları, APACHE 2 skorları, yaşları, cinsiyetleri, boy, kilo ve beden kitle indeksleri ile aldıkları vasopressör/inotrop destek ve dozu kaydedilmiştir.

Radyal arter kateterizasyonu sonrası görülebilen el iskemisi riski nedeniyle, işlemden önce bilinci açık olan hastalarda Allen testi ile eldeki sirkülasyonun durumu değerlendirilmiştir. Bilinci kapalı olan hastalara ise bir yardımcı tarafından el avuç içinde sıkıştırılıp test sırasında yardımcı tarafından parmaklar açılarak bir modifiye Allen testi uygulanmıştır. Çalışmamızda, yalnızca palmar

arkusu yeterli olan hastalara radyal arter kateterizasyonu uygulanmıştır.

Anlık arteriyel tansiyon takibi amacı ile radyal arter kateterizasyonu uygulanan bu hastaların, girişim öncesi ve girişim sırasında noninvaziv olarak ve sonrasında invaziv arteriyel olarak sistolik ve diastolik kan basınçları ölçülüp kaydedilmiştir. Girişim öncesi cilt altına lokal anestezi ile infiltrasyonu uygulanmış ve asepsi sağlanmıştır. Birinci gruptaki (Grup P) hastalara, el bileğinin 2 cm üzerinden klasik palpasyon tekniği ile radyal arter kateterizasyonu uygulanmıştır. İkinci gruptaki (Grup U) hastalara ise yine el bileğinin 2 cm üzerinden USG ile kısa aks out of plane (işlem kolaylığı sebebiyle) girişim ile radyal arter kateterizasyonu uygulanmıştır. Daha önce yapılmış benzer çalışmalar baz alınarak G-power programı ile yapılan güç analizi sonucuna göre her iki gruba 25'er hasta dahil edilmiştir. Toplam girişim süresi, başarılı girişimin süresi, kaçınılmaz girişimin başarılı olduğu ve kullanılan arteriyel kanül sayısı kaydedilmiştir. Hem palpasyon ile hem de ultrasonografi kullanılarak yapılan arter kateterizasyonları tek ve arter kateterizasyonu ve ultrason kullanımı konusunda deneyimli uygulayıcı tarafından gerçekleştirilmiştir. Çalışma öncesi 6 kanülden fazla kullanılması veya toplam girişim süresinin 30 dakikayı aşması durumunda başarısız girişim kabul edilmesi planlanmıştır. Girişimin hemen sonrasında erken komplikasyonlar (hematom, kanama gibi) ve hastanın takip edildiği günlerde gelişen geç komplikasyonlar (dolaşım bozukluğu gibi) gözlemlenip kaydedilmiştir. Yapılan arter kateterizasyonunun kullanım süresi ve komplikasyonların takibi de aynı kişi tarafından yapılmıştır. Girişim süreleri, palpasyon grubunda nondominant elin radyal arteri palpe ettiği andan kanülün yerleştirildiği ana, ultrason grubunda ise, ultrason probu cilde konulduğu andan, kanülün yerleştirildiği ana kadar ölçülmüş, iki grubun girişim sürelerine de araç-gereç, cihaz ve hasta hazırlık süresi dahil edilmemiştir.

Paket istatistik programı olan SPSS (Statistical Package for Social Sciences version 18) kullanılmıştır. Tanımlayıcı değerlerden parametrik olanlar ortalama ve standart sapma olarak, non-parametrik değerler sayı ve yüzde veya medyan ve min-max değer olarak verilmiştir. Verilerin normal dağılıma uygunluğu tek örnek Kolmogorov-Smirnov testi ile değerlendirilmiştir. Normal dağılıma uyan niceliksel verilerin karşılaştırılması tek-yön ANOVA ile yapılmıştır.

Farklılığa sebep olan grubun tespiti için Tukey HSD testi kullanılmıştır. Normal dağılım göstermeyen niceliksel parametrelerin karşılaştırılmasında Kruskal Wallis-H testi kullanılmıştır. Farklılığın sebebi olan grubun tespiti için Mann Whitney U testi uygulanmıştır. Niteliksel verilerin karşılaştırılmasında Ki-kare testi kullanılmıştır. Analizler için %95 güven aralığında anlamlılık seviyesi $p < 0,05$ olarak tayin edilmiştir.

BULGULAR

Palpasyon grubundaki hastalar ile ultrason grubundaki hastaların yaşları, cinsiyetleri, vücut kitle indeksleri (VKI), APACHE 2 skoru arasında anlamlı fark bulunmamıştır (Tablo 1).

Palpasyon grubundaki hastalardan 23'ü (%92) noradrenalin infüzyonu, 1'er hasta ise dopamin (%4) ve dopamin + noradrenalin kombinasyonu (%4) alıyordu. Ultrason grubundaki hastalardan ise 19 tanesi noradrenalin (%76), 5 tanesi dopamin + noradrenalin kombinasyonu (%20), 1 hasta ise noradrenalin + dopamin + dobutamin kombinasyonu (%4) alıyordu.

Hastalara giden vasopressör desteklerin dozları açısından gruplar arası anlamlı fark bulunamamış olup ($p=0,168$) farklı inotropolar arasında bir 'eşdeğer doz' uygulanmadığı için, grupların istatistiki olarak karşılaştırılabilmesi adına sadece noradrenalin infüzyonu alanlar arasındaki fark incelendi. Her iki gruptaki hastaların çoğunluğunu da zaten sadece noradrenalin infüzyonu alan hastalar (Grup P için % 92 ve Grup U için % 76) oluşturmaktadır.

Palpasyon grubu için sadece noradrenalin infüzyonu dozu medianı 0,08 mcg/kg/dk iken (min: 0,01 mcg/kg/dk, maks: 2 mcg/kg/dk), ultrason grubu için noradrenalin dozu medianı 0,1 mcg/kg/dk (min: 0,01 mcg/kg/dk, maks: 1,7 mcg/kg/dk) olup noradrenalin dozları arasında gruplar arası fark bulunmamıştır. ($p=0,423$)

Çalışma öncesi 6 kanülden fazla kullanılması veya toplam girişim süresinin 30 dakikayı aşması durumunda başarısız girişim kabul edilmesi planlanmıştır, ancak böyle bir durumla karşılaşılmamıştır ve amaçlanan tüm arter kateterizasyonları başarı ile gerçekleştirilmiştir. Arter kanülasyonu deneme sayısı açısından palpasyon ve ultrason grupları arasında fark saptanmayıp ($p=0,714$), ultrason grubunda deneme sayısının daha fazla olduğu görülmüştür. (Grup P için med:1, min:1, maks:4 iken Grup U için med:1, min:1, maks:6)

Toplam girişim süresi ve başarılı girişim süresi açısından her iki grup arasında anlamlı fark bulunmuş olup (toplam girişim süresi için $p=0,003$ ve başarılı girişim süresi için $p=0,001$), ultrasonografi ile arter kateterizasyonu yapılan hastalarda girişim süresi anlamlı olarak daha yüksek saptanmıştır. Toplam girişim süresi P grubunda med: 46 sn (min: 16 sn, maks: 318 sn), U grubunda ise med: 134 sn (min: 12 sn, maks: 267 sn) olarak ölçülmüştür.

İşlem sırasındaki komplikasyonlar toplam 3 hastada (1 hasta palpasyon grubunda, 2 hasta ise ultrason grubunda olmak üzere) görüldüğü için istatistik olarak değerlendirilmeye alınmamıştır. Her 3 hastada da işlem sırasında kanama olmuştur.

Geç komplikasyonlar ise sayıca işlem sırasındaki komplikasyonlardan biraz daha fazla olmasına rağmen istatistiki olarak değerlendirilmeye alınmamıştır. Palpasyon grubunda 2 hastada invaziv arter basıncı ölçülememiş, 3 hastada ise arter takılmasını takip eden 3. günde parmak uçlarında iskemi görülmüştür. Benzer şekilde ultrason grubunda da 3 hastada 3. ve 4. günlerde parmak uçları ve elde iskemi görülmüş, 2 hastada invaziv arteriyel kan basıncı ölçülememiş, 1 hastada ise arter kanülasyonundan kısa bir süre sonra arter kanülü yerinde çıkmıştır.

Tablo 1. Demografik veriler (ortalama±standart sapma) (ortanca(min-maks) (n(%))

	Grup P (n:25)	Grup U (n:25)	p
Yaş	67,8±12,6	73,3±13,6	0,146
VKI*	24,5 (20-35,1)	23,4 (19,5-46,8)	0,655
Cinsiyet K/E	7/18 (%28 / %72)	12/13 (%48 / %52)	0,145
APACHE 2	23,8±9	25,4±8,6	0,505

*VKI:vücut kitle indeksi

TARTIŞMA

Yoğun bakım ünitelerinde yatan kritik hastaların takip ve tedavisinde, monitörizasyon önemli bir yer tutar. Bu hastalarda hemodinamik ölçümlerin çoğunlukla invaziv olarak yapılması gerekir. Arter kanülasyonu ile arter basıncının sürekli monitörizasyonu sağlanarak, ani basınç değişiklikleri saptanır ve bu sayede kritik tedaviler uygulanabilir. Fakat özellikle uzun süre vasopressör ilaç desteği alan, şok tablosu gelişen hastalarda, kateterizasyon işlemi güçlükle gerçekleştirilebilir. Çalışmamızda yer alan hastaların hepsi, arteriyal kateterizasyon endikasyonu olan, fakat vasopressör ve inotrop ilaçların kullanımı ve hipotansiyon nedeniyle klasik palpasyon yöntemiyle işlem başarısının zor olacağını tahmin ettiğimiz hastalardı. Çalışmaya alınan hastaların yarısında klasik palpasyon tekniği kullanarak, diğer yarısında ise ultrasonografiyi kullanarak bilinçli bir şekilde ve görerek işlemi başarılı bir şekilde gerçekleştirdik.

Şok klinik tablosu ile takip edilen, obez, damar yapısı ince ve küçük olan hastalarda arteriyal kateterizasyon işlemi ultrasonografi eşliğinde yapılmalıdır (7). Yapılan çalışmalar, ultrasonografi eşliğinde yapılan kateterizasyon işleminin klasik yöntemle göre daha başarılı olduğunu göstermiştir (7, 8, 9). Randomize kontrollü çalışmaların değerlendirildiği bir derlemede, radyal arter kateterizasyonu için ultrasonografi kullanımının etkili ve güvenilir olduğu belirtilmiş, ilk girişim başarısının daha yüksek olduğu vurgulanmıştır (10).

Biz de çalışmamızda, literatürde belirtildiği gibi, hastaların %94 ünde arteriyal kateterizasyon işlemini kolayca, ilk denemede ve herhangi bir komplikasyon gelişmeden gerçekleştirdik. Hem klasik palpasyon tekniği kullanılarak, hem de ultrasonografi eşliğinde yapılan radyal arter kateterizasyonu deneyimli bir uygulayıcı tarafından gerçekleştirildiği için, her iki grupta da arter kateterizasyonu tek seferde gerçekleştirilmiştir.

Her ne kadar bizim çalışmamızda, her iki grupta da, hem işlem sırasındaki, hem de geç dönem komplikasyon sayısı istatistiki değerlendirilmeye dahil edilmeyecek kadar az olsa da, ultrasonografi kullanarak, çevre dokuları, radyal arter

duvarlarını ve kanülü görerek yapılan bir girişimin güvenilirliği yadsınamaz.

Çalışmamızda, ultrasonografi eşliğinde radyal arter girişim süresinin, deneyimli ellerle dahi, istatistiki olarak anlamlı derecede uzun olabileceği gösterilmiştir. Palpasyon grubundaki girişim süresi, nondominant elin radyal arteri palpasyonu ile başlarıp kanülasyon yerleştirildiği anda sonlanmıştır. Ultrasonografi eşliğinde girişim süresi ise, yalnızca ultrason probu cilde konulduğu andan, kanülün yerleştiği ana kadar ölçülmüş, cihaz ve hasta hazırlık süresi dahil edilmemiştir. Buna ultrasonografi cihazının yerleştirilmesi, açılması ve cihazın ve hastanın hazırlanması da dahil edildiğinde gruplar arasındaki girişim süreleri arasındaki fark artmaktadır.

Radyal arter kanülasyonu ile ilgili bir meta-analizde; ultrasonografi rehberliğinin, geleneksel palpasyon tekniğine göre deneme sayılarını ve uygulama sürelerini azaltırken, başarı oranlarını artırdığı gösterilmiştir (1). Bu durum şok klinik tablosu ile takip edilen ve vasopressör destek alan yoğun bakım hastalarında daha da belirgin olabilmektedir. Ultrasonografi kullanımının yaygınlaşması ile yoğun bakım hastalarında arter kateterizasyonunda ultrasonografi kullanımı altın standart haline gelebilir.

SONUÇLAR

Çalışmamız kritik yoğun bakım hastalarında, radyal arter kateterizasyonunda ultrasonografi kullanımı ile daha uzun süre başarılı şekilde kullanılacak invaziv kan basıncı monitörizasyonu sağlanabileceğini göstermiştir. Olgu sayımızın az olması sebebiyle istatistiksel olarak gösteremsek de ultrasonografi ile uygulanan radyal arter kateterizasyonlarında hem başarı düzeyinin artacağını hem de olası komplikasyonların azalacağını düşünmekteyiz. Çalışmamızda ultrasonografi kullanılarak yapılan radyal arter kateterizasyonunun tek dezavantajının girişim süresi olduğu görülmektedir. Arteri palpe etmekle neredeyse aynı sürede görüntü sağlanabilen küçük, hızlı ve taşınabilir ultrasonların kullanımı ile bu dezavantaj ortadan kalkacaktır. Teknolojik gelişmeler ile birlikte invaziv girişimlerin gerçek zamanlı ultrasonografi eşliğinde görerek uygulanması kolaylaşacak ve daha güvenli hale gelecektir.

KAYNAKLAR

1. 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.
2. Butterworth JF, Mackey DC, Wasnick JD. Cardiovascular Monitoring In: Morgan and Mikhail's Clinical Anesthesiology. 5th ed. USA: The McGrawHill Companies, 2013: p. 92-7.
3. Nagabhushan S, Colella JJ Jr., Wagner R. Use of Doppler ultrasound in performing percutaneous cannulation of the radial artery. *Crit Care Med* 1967; 4(6): 327.
4. Ueda K, Puangsuvan S, Hove MA, Bayman EO. Ultrasound visual image-guided vs Doppler auditory-assisted radial artery cannulation in infants and small children by non-expert anesthesiologists: a randomized prospective study. *Br J Anesth* 2013; 110(2): 281–6.
5. Stone MB, Moon C, Sutijono D, Blaivas M. Needle tip visualization during ultrasound-guided vascular access: short-axis vs long-axis approach. *Am J Emerg Med* 2010;28(3):343–7.
6. Quan ZF, Tian M, Chi P, 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.
7. 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.
8. Shiver S, Blaivas M, Lyon M. A prospective comparison of ultrasound-guided and blindly placed radial arterial catheters. *Acad Emerg Med* 2006;1 3(12): 1275–9.
9. Schwemmer U, Arzet HA, Trautner H, Rauch S, Roewer N, Greim CA. Ultrasound-guided arterial cannulation in infants improves success rate. *Eur J Anaesthesiol* 2006; 23(6): 476–80.
10. Gu WJ, Tie hT, liu Jc, zeng XT. Efficacy of ultrasound-guided radial artery catheterization: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Crit Care* 2014; 18(3): R93.

Sorumlu yazar

Zeki Tuncel TEKGÜL (Doç.Dr.)
Sağlık Bilimleri Üniversitesi, İzmir Bozyaka Eğitim ve
Araştırma Hastanesi, Anesteziyoloji ve Reanimasyon Kliniği, İzmir
Telefon: 0505 855 47 05

E-mail: zekitek gul@yahoo.com

ORCID: 0000-0002-2728-8185

Ezgi Direnç KÜLÜNK (Arş.Gör.) ORCID: 0000-0002-5157-734X
Hüseyin ÖZKARAKAŞ (Uzm.Dr.) ORCID: 0000-0002-3897-9985
Halide Hande ŞAHİNKAYA (Uzm.Dr.) ORCID: 0000-0001-5832-4516