

Çocuklarda Anatomik İşaret ve Ultrasonografi Eşliğinde Perkutan Kateter Takılması Yöntemlerinin Hastane Maliyeti Üzerine Etkisinin Karşılaştırılması

Yahya Yıldız

Comparison of The Effects of Percutaneous Catheter Insertion with Anatomic Landmark or Ultrasonography- Guided Techniques on Hospital Cost in Children

Finansal Destek: Makale için herhangi bir kuruluştan finansal destek alınmamıştır.

Funding: No financial support was received from the organization for the article.

Cite as: Yıldız Y. Çocuklarda anatomik işaret ve ultrasonografi eşliğinde perkutan kateter takılması yöntemlerinin hastane maliyeti üzerine etkisinin karşılaştırılması, GKDA Derg. 2019;25(2):96-101.

Öz

Amaç: Çocuklarda santral venöz kateter ve arter kateteri takılması damar çapı küçük olduğundan güçlükler içerir. Ultrasonografi ile kateterizasyon zaman ve malzeme tasarrufu ile birlikte girişim başarısı artmış, komplikasyonlarda da azalma olmuştur. Bu çalışmanın amacı çocuklara anatomik işaret ve ultrasonografi eşliğinde santral venöz kateter ve arter takılması yöntemlerini; zaman, malzeme, cerrahi, atriyal kateter takma yönlerinden karşılaştırılmasıdır.

Yöntem: Hastane Etik Komite onayı alındıktan sonra, retrospektif, olgu kontrollü, ardarda 1'er yıllık sürelerde, 1. yıl anatomik işaret (Grup A, n=151) ve 2. yıl ultrasonografi (Grup B, n=151) yöntemleri kullanılarak, 10 kg'ın altı, santral venöz kateter ve/veya arter takılan olgular çalışmaya dâhil edildi.

Bulgular: Grup A ve Grup B'de sırası ile tüm olguların toplam santral venöz kateter takma süresi 78 saat, 37 saat, fark 41 saat idi ($p<0.005$). Grup A ve Grup B'de sırası ile tüm olguların toplam arter kateteri takma süresi 96 saat, 63 saat, fark ise 33 saat idi ($p<0.005$). Kullanılan toplam kateter sayısı Grup A'da 203, Grup B'de 167 ve aradaki fark 36 bulundu. Kateterizasyon için cerrahi set kullanımı 9 adet (Grup A: 8 set, Grup B: 1 set) idi ($p<0.05$). Toplam kateterizasyon süreleri (ameliyat odasının saatlik kullanım fiyatı olan 3.200 TL), kullanılan kateter ve cerrahi set dikkate alındığında iki gruptaki aynı sayıdaki olgular için 241.620 TL net iyileştirme sağlandığı görüldü.

Sonuç: Ultrasonografi kılavuzluğunda yapılan santral venöz kateter ve arter kateteri yerleştirilmesi, anatomik işaret ile karşılaştırıldığında anlamlı derecede daha kısa zamanda yapıldı. Ultrasonografi ile yapılan kanülasyonlarda daha az malzeme kullanıldı. Hastane maliyetlerinde azalma sağlanması nedeniyle özellikle düşük ağırlıklı çocuk hastalarda ultrasonografi kullanılması akla getirilmelidir.

Anahtar kelimeler: santral venöz kateter, anatomik işaret, ultrasonografi, yenidoğan, perioperatif komplikasyonlar, maliyet

ABSTRACT

Objective: Insertion of a central venous catheter and an arterial catheter in children involves difficulties because of the small vascular diameter. With the use of ultrasonography decreases in catheterization time and materials used have been achieved. The aim of this study is to compare the methods of arterial and central venous catheterization performed under the guidance of anatomic landmarks and ultrasonography with respect to time, and material spent, surgery, and atrial catheter insertion methods

Method: After obtaining hospital ethics committee approval, in this prospective, case-controlled study, patients weighing less than 10 kg who underwent central venous and/or arterial catheterization first year under the guidance of anatomic landmarks (Group A, n=151) and second year ultrasonography (Group B, n=151) period catheter insertion into the superior vena cava and/or arteries in were included in the study.

Results: In Groups A and B, the total duration of central venous catheterizations were 78, and 37 hours, respectively with a difference of 41 hours ($p<0.005$). In Groups A and B, total duration of arterial catheterization were 96, and 63 hours, respectively with a difference of 33 hours ($p<0.005$). In all, greater number of catheters, were used in Group A (n=203) when compared with Group B (n=16) with a difference of 36 catheters. For catheterization in Group A, 8, and in Group B only one surgical set was used ($p<0.05$). When total catheterization times (operating room hourly usage price is 3.200 TL), the catheter and surgical sets used in the same number of cases in the two groups taken into account a net saving of TL 241.620 was achieved.

Conclusion: Ultrasonography- guided central venous catheter and arterial catheter placement were performed in a significantly shorter time compared to the catheterizations performed under the guidance of anatomical landmarks. Less material was used in the cannulations performed by ultrasonography. Due to the reduction in hospital costs, the use of ultrasonography should be considered in especially underweight children.

Keywords: central venous catheter, anatomic landmark, ultrasonography, newborn, perioperative complications, cost

Alındığı tarih: 12.11.2018

Kabul tarihi: 28.01.2019

Yayın tarihi: 30.06.2019

Yahya Yıldız

Medipol Üniversitesi Tıp Fakültesi
Anesteziyoloji Anabilim Dalı
İstanbul - Türkiye

✉ dryahayildiz@hotmail.com

ORCID: 0000-0001-5485-5440

GİRİŞ

Pediyatrik anestezi deneyim ve beceri gerektiren konularından biri arter ve ven kateterizasyonlarıdır. Bilgi, deneyim ve sabır gerektirir. Başarısızlık ve komplikasyon oranları özellikle küçük çocuklarda yüksek olabilir. Santral venöz kateter (SVK) özellikle intravenöz ilaç tedavileri, sıvı replasmanı ve total parenteral nütrisyon ve yineleyen kan örnekleme için gereklidir^[1-6].

Küçük çocuklarda SVK yerleştirilmesi erişkin hastadan daha zordur. Çünkü damar boyutları daha küçüktür. Subklaviyan ve internal juguler venlerin çapları bebeklerde daha ince ve anatomik olarak keskindir. Radyolojinin temel elemanlarından biri olan ultrasonografi (USG) kullanımı günümüzde giderek yaygınlaşmış ve özellikle kateterizasyon işlemleri sırasında anestezi, kardiyolog ve kalp damar cerrahları tarafından sıklıkla kullanılır hâle gelmiştir. Ultrasonun ile zaman ve malzeme tasarrufu ile birlikte başarılı girişim sayısı artmış ve komplikasyon oranlarında azalma sağlanmıştır⁽²⁾. Özellikle anestezi ve reanimasyonda USG kullanımı ile zaman ve malzeme tasarrufu ile birlikte başarılı girişim sayısı artmış ve komplikasyonlarda da azalma olmuştur^[7].

Bu çalışmada, pediyatrik yaş grubu olgularda 2 farklı yöntem olan geleneksel anatomik tanımlama ve USG eşliğinde perkütan SVK ve arter kateterizasyonu yöntemlerini; işlemi bitirme süresi, cerrahi kateter takılma (cutt down) sayısı, atriyal kateter takma sayısı, reoperasyon olgularının irdelenmesi ve 2 yöntem arasındaki maliyetin karşılaştırılması açısından değerlendirmeyi amaçladık.

GEREÇ ve YÖNTEM

Hastane Etik Komite onayı alındıktan sonra, 3. basamak üniversitesi hastanesinde Eylül 2015-Eylül 2017 tarihleri arası, anatomik işaret ve arteriyal pulsasyona göre (Grup A, n=151) ve USG eşliğinde (Grup B, n=151), 10 kg'ın altı, toplam 302 olgu çalışmaya dâhil edildi. Gruplar retrospektif, olgu kontrollü olarak

santral venöz ve arteriyal kateterizasyon gerçekleştirilen olgulardan oluştu.

Anatomik işaret ve pulsasyona göre kateter takma işlemi temel anestezi eğitiminin bir parçası olan topografik anatomik tarif ve pulsasyon ile takıldı. SVK, sağ ya da sol internal juguler, femoral veya subklaviyan ven yoluyla takıldı. Reoperasyon olgusu olan ve sağ internal juguler venden süperior vena kava kanülasyonu yapılan 15 olgu çalışmaya dâhil edilmiştir.

Arter kanülasyonunda ise öncelikle sağ ya da sol femoral arter tercih edildi. Aort koarktasyonu olan olgularda ise femoral arter yanında sağ radyal arterden kanülasyon da yapıldı. Ciltaltı yağ dokusu az olan çocuklarda ciltaltına serum fizyolojik enjekte edildi.

Ultrason eşliğinde kateterler General Electric Vivid Q S/N 020960VQN cihazı ve aynı firmanın L probu 12L-RS kullanıldı. Tüm girişimler aynı anestezi (Y. Y.) tarafından gerçekleştirildi. Kateterin anestezi uzmanı tarafından yerleştirilememesi durumunda kateter cerrahi olarak takıldı.

Hastaların demografik verileri (yaş, boy, kilo, cinsiyet), kateterlerin takıldığı yer, kateter takma işlemi de girişim sayısı, işlemi bitirme süresi, cerrahi kateter takılma sayısı, atriyal kateter takma sayısı, kullanılan venöz ve arter kateteri sayısı, kullanılan cerrahi set sayısı her 2 grupta değerlendirilmiş ve karşılaştırılmıştır

Maliyet hesaplaması ile ilgili veriler; ameliyathane saatlik kullanım ücreti, birim kateter maliyeti, hastanenin medikal muhasebe biriminden elde edildi. Ameliyat odasının saatlik kullanımı 3.200 TL olarak hesaplandı.

İstatistiksel analiz

Tüm istatistiksel analizler Microsoft Excel WinSTAT (the statistics Add-In for Microsoft Excel, Bad Krozingen, Germany) istatistik paket programı ile yapıldı. Parametrelerin tümü ortalama (\pm standart sapma)

şeklinde verildi. Demografik verilerin karşılaştırılmasında grup içi tek yönlü ANOVA, gruplar arası ölçümler için Kruskal-Wallis ve student T testleri kullanıldı. Denek sayısı 20'den düşük kutularda Mann Whitney U testi kullanıldı. Değerlerin ortalaması (SD) %95 güvenlik aralığı ile verildi İstatistiksel anlamlılık $p < 0.05$ olan veriler için kabul edildi.

BULGULAR

Her 2 gruptaki hastaların demografik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir. Grup A'daki toplam 151 hastanın 71'i kız, 80'i erkekti. Grup B'de 78'i kız, 73'ü erkek hasta vardı. Hastaların ortalama yaşı (gün) Grup A'da 203.8 ± 222.9 ve Grup B'de 215.1 ± 210.1 olarak hesaplandı. Grup A'daki hastaların ortalama kiloları 5.2 ± 2.8 , Grup B'de ise 5.53 ± 2.7 olarak bulundu. Her iki grup arasında cinsiyet, yaş kilo, boy arasında istatistiksel olarak anlamlı fark yoktu ($p > 0.05$) (Tablo 1).

Santral venöz kateter takma süresi: Grup A'da $11-126$ (31.51 ± 25.86) dk. ve Grup B'de ise $13-82$ (16.66 ± 11.87) dk.'dı ($p < 0.005$). Grup A'da 1 yılda takılan 151 hasta-ya kateterler toplamda 78 saatte; Grup B'de ise 151 hastaya toplamda 37 saatte takıldı ve her iki grup arasındaki bu farklılık istatistiksel olarak anlamlıydı

($p < 0.005$). Süre olarak bakıldığında, iki grup arasındaki fark 41 saat olup; ameliyat odasının saatlik kullanım ücreti olan 3.200 TL ile çarpıldığında, Grup B'de USG kullanımı ile 131.200 TL maliyet iyileşmesi yapılmıştır (Tablo 2).

Arter kateteri takma süresi Grup A'da $16-240$ (35.45 ± 45.51) dk., Grup B'de ise $18-81$ (18.37 ± 14.09) dk.'ydı ($p < 0.005$). Grup A'da 134'ü femoral, 25'i radial arter olmak üzere 159 adet arter kateteri toplam 96 saatte takıldı (Tablo 2). Grup B'de ise 151 femoral, 21 radial; toplamda 172 arterial kanülasyon yapıldı. İşlemler Grup B'de toplamda 63 saatte takıldı. Süre olarak bakıldığında, arter kateterizasyonu için 2 grup arasında 33 saat fark görüldü ($p < 0.005$). Maliyet hesaplaması yapıldığında ve ameliyat odasının saatlik kullanımı göz önünde bulundurulduğunda, Grup B'de $33 \times 3200 = 105.600$ TL toplam maliyet iyileşmesi sağlandı ($p < 0.005$) (Tablo 2).

Arter takılması sırasında kullanılan kateter sayıları Grup A'da 197 kateter, Grup B'de ise 167 kateterdi. İki grup arasında aort koarktasyonu nedeniyle çiftli arter monitörizasyonu için kullanılan kateter sayıları hariç tutulduğunda fazladan arter kateter sayısı 30 adetti. Fazladan arter kateteri maliyeti $30 \times 200 = 6000$

Tablo 1. Grupların demografik özellikleri.

n=302	Yaş (gün)	Boy (cm)	Kilo (kg)	Cinsiyet (E/K)	Reoperasyon
Grup A (n=151)	203.8 ± 222.9	58.4 ± 17.1	5.2 ± 2.8	71/80	21 (%14)
Grup B (n=151)	215.1 ± 210.1	59.5 ± 17.3	5.53 ± 2.7	78/73	16 (%10)
p	ns	ns	ns	ns	ns

YD: yenidoğan, ns: istatistiksel olarak anlamsız fark.

Tablo 2. Gruplardaki olgular için harcanan santral venöz kateter ve arter kateteri takma işleminin toplam süresi (saat), gruplara göre maliyeti ve gruplar arasındaki maliyet farkı (TL).

	SVK süre (saat)	SVK maliyet (TL)*	Arter kateterizasyon süresi (saat)	Arter maliyet (TL)*
Grup A (n=151)	78	249.600	96	307.200
Grup B (n=151)	37	118.400	63	201.600
Fark	41	131.200	33	105.600
p	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

*SVK: santral venöz kateter, TL: Türk Lirası; *Ameliyat odasının saatlik kullanım ücreti 3.200 TL olarak hesaplanmıştır.

Tablo 3. Grupların toplam kullanılan santral venöz kateter, arter kateteri, cerrahi set sayıları ve maliyetleri ile maliyetler arasındaki fark (TL).

	SVK (adet)	SVK maliyet (TL)	Arter kateteri (adet)	Arter kateterizasyon maliyet (TL)	Cerrahi set (adet)	Cerrahi set (maliyet) (TL)
Grup A (n=151)	203	101.612	197	39.400	8	450
Grup B (n=151)	155	83.592	167	33.400	1	50
Fark	48	18.020	30	6.000	17	400
p	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005	<0.005

*SVK: santral venöz kateter, TL: Türk Lirası

TL (Plastimed - Prodimed, Bouchard, Fransa) olarak hesaplandı (Grup A: 33 fazla kateter, Grup B: 3 fazla kateter, p<0.005).

Santral venöz kateter takılması sırasında kullanılan kateter sayıları Grup A'da 203 kateter ve Grup B'de 154 kateter idi. Grup B'de fazladan kullanılan 3 kateterin 1 hastada başarısız kullanım, diğer 2 hastada ise kateterlerin sterilite şartlarının bozulması nedeniyle kaynaklandı. Gruplar arasındaki fark 49 kateter olup, kateter maliyeti hesaplandığında; 4.5 F Vygon (Vygon, GmbH&Co.KG, Aachen, Almanya) 16 tane (birim fiyatı 623 TL), (16x623=9.968 TL) ve 4.5-5.5 F Plastimed (Prodimed, Bouchard, Fransa) 33 tane (birim fiyatı 244 TL), (33x244=8.052 TL) fazladan maliyet 18.020 TL olarak bulundu (Tablo 3).

Başarısız kateterizasyon nedeniyle cerrahi set kullanımını sayısı toplamda 11 idi. Cerrahi olarak takılan SVK sayısı Grup A'da 6 ve Grup B'de ise 1 adetti. Grup A'da 10 adet cerrahi set ve Grup B'de ise 1 adet cerrahi set kullanılmıştır. Fazladan kullanılan cerrahi set 8 adetti ve birim fiyatı 50 TL olarak hesaplandığında, fazladan maliyeti 8x50=400 TL oldu (Tablo 3). Açık yöntemlere rağmen, 4 hastada kateterizasyon işlemi başarılı olmadı ve bu hastalarda sternotomi sonrası direkt atrial kateter yerleştirildi. Sağ atriyumdan takılan SVK sayısı Grup A'da 4, Grup B'de 0'di.

Anestezist tarafından takılmayan arter kateteri sayısı 11 adetti ve cerrahi olarak cutdown yöntemi ile arteriyel kateterler takıldı. Grup A'da 10 hastaya ve Grup B'de ise 1 hastaya cerrahi olarak arter kateteri yerleştirildi. Fazladan maliyet toplamda 11x50=550

TL (Grup A: 10x50=500 TL, Grup B: 1x50 TL, p<0.005), (Tablo 3).

Yıllık USG kullanım maliyeti 19.600 TL olarak kabul edildi (USG cihazı fiyatı/5 yıl). Başarılı kateterizasyon, toplam ameliyat odası ve kullanılan cerrahi set miktarları göz önünde bulundurulduğunda, USG cihazının kullanılmasından dolayı toplamda 261.220 TL tasarruf sağlandığı görüldü. Ultrason cihazı yıllık kullanım bedeli toplam tasarruf edilen miktardan düşüldüğünde 241.620 TL net iyileştirme sağlandığı görüldü.

TARTIŞMA

Santral venöz kateter ve arter kateteri basıç monitörizasyonu pediatrik kalp cerrahisinin temel elemanları arasındadır. İntravenöz ilaç, sıvı veya beslenme ve kan örnekleme için gereklidir. Çocuklarda, özellikle yeni doğan döneminde ya da büyüme gelişme geriliğinin gözlemlendiği durumlarda SVK ve AK takılması damar boyutları küçük olması nedeniyle güçlükler içerir. Ultrasonografinin günümüzde farklı tıp branşları tarafından yaygın olarak kullanılması zaman ve malzeme tasarrufu ile birlikte başarılı girişim sayısını da artırmıştır, bu sayede komplikasyonlarda azalma olmuştur. Çalışmamızda kliniğimizde uyguladığımız anatomik işaret ve US eşliğinde SVK ve arter kateteri takılması yöntemlerini işlem başarısı ve maliyet açısından değerlendirdik.

Pediyatrik hastada vasküler erişim gereksinimi sıklıkla (1). Santral venöz kateter, major cerrahi ameliyatlarda, anestezi, yoğun bakım ünitesinde tedavi ve enteral beslenme veya malignensi olan hastalarda ilaç

uygulaması, kan örneği alınması için gereklidir. Santral venöz yol, doğuştan kalp hastalığı için kalp cerrahisi geçiren bebekler ve çocuklar için perioperatif yönetimin önemli bir parçasıdır. Kardiyak kateterizasyon ile perkütan erişilebilen venöz kanülasyon için yararlı bilgi elde edilebilir ^[8].

Prematüre, yeni doğan veya gelişme geriliği olan çocuklarda güvenilir damar yolu elde etmek, anatomik faktörlerden (özellikle küçük, hareketli damarlar ve damarların görünebilirliğini veya palpasyonunu zorlaştıran aşırı deri altı yağ dokusu) dolayı sıklıkla zorluklar içerir ^[9]. Kateter takılması sırasında pediatrik hastalarda USG rehberliği önerilmektedir. Kateterlerin büyüklüğü ve uzunluğu hastaların boyuna bağlı olmalıdır ^[10].

Santral venöz kateter yerleştirilmesinde anatomik tarife göre dikkat edilmesi gereken en doğru yöntemler tanımlanmıştır ^[11,12]. Çalışmamızda, genel olarak hasta nötral pozisyonunda veya 10-15 derece Trandelenburg pozisyonunda, boyun nötral veya hafif karşı yöne bakacak şekilde kateter takılmıştır.

Yetişkinlerde SVK yerleştirilmesi için USG kılavuzluğunun kanülasyon başarısını artırdığı komplikasyonları azalttığı belirtilmiştir. Çocuklara SVK yerleştirilmesine ilişkin literatür sınırlı ve çelişkilidir. Fakat US kılavuzluğunda yapılan SVK yerleştirilmesi, anlamlı derecede daha yüksek başarı oranları ve kanülasyon için gereken girişim sayısını azaltma ile ilişkilidir, başarı oranlarını artırır ve çocuk hastalarda kullanılmalıdır ^[13]. Biz de anatomik tarif ile USG eşliğinde kateter yerleştirmeyi karşılaştırdığımız çalışmamızda, anatomik tarife göre USG ile kateter yerleştirmenin ileri düzeyde kateter yerleştirme başarısını artırdığını ve maliyetleri azalttığını gözlemledik.

Literatüre uygun olarak USG probu kısa eksen ile iğne damar içine yerleştildikten sonra uzun eksenle yerleşimin tam doğrulanması yapıldı ^[14]. Ultrason probunun internal juguler vene SVK yerleştirilmesi sırasında güvenlik ve kalite kazanımları olduğuna dair açık bir kanıt da vardır ^[15]. Subklaviyan ve femoral venler

in, USG güvenlik ve kalite konusunda kısıtlı yararlar sağlamaktadır. Klinik çalışmalardan elde edilen kanıtlara dayanarak, internal juguler vene USG ile SVK yerleştirilmesi önerilmektedir ^[16].

Santral venöz kateter takılması ile ilgili en önemli konu komplikasyonlar ^[17] olup; sıklık ve çeşitlilikleri kanama, tromboz, ekstremitede dolaşım bozukluğu, doku hasarı, sinir hasarı ve hastanede yatışın uzaması olabileceği gibi mortalitedeye kadar gidebilen olumsuz durumlara neden olabilir ^[18].

Anatomik tarif yönteminde palpasyon kullanarak arter kateterizasyonu yapma ile USG kullanarak aynı kateterizasyonu yapmak arasında başarı, zaman ve maliyet açısından avantajlar vardır ve USG kılavuzluğu önerilmektedir ^[19]. Pediatrik hastalarda USG eşliğinde yapılan radyal arter kateterizasyonu, arterin deri yüzeyinin hemen altında olmasından dolayı hızlı ve güvenlidir. Deri yüzeyinin <2 mm altında bulunan arterlerde, deri altı izotonik sıvı enjeksiyonu ile derinlik 2-4 mm'ye çıkarılarak kateterizasyon süresini kısaltarak başarı oranını artırabilir ^[20].

Çalışmanın sınırlayıcıları

Bu çalışmada, komplikasyonların maliyet üzerine etkisi rakamsal olarak incelenmemiştir. Kateterizasyon dışında komplikasyonlar çok farklı nedenlere bağlı olarak ortaya çıkabilir. Komplikasyonların hastanede kalış süresini uzatabileceği açıktır. Ayrıca komplikasyonlardan dolayı maddi ve manevi tazminat gerektirebilecek konular ortaya çıkabilmektedir. Bu nedenlerden ötürü toplam maliyet hesaplaması güçlüğü nedeniyle komplikasyonlar irdelenmemiş ve çalışmaya dâhil edilmemiştir.

SONUÇ

Taranan literatürde konvansiyonel anatomik tariflere göre takılan kateterler ile USG rehberliğinde kateterizasyonu, başarılı giriş ve süre yönünden karşılaştırılan makaleler vardır. Fakat her iki yöntemin maliyet analizinin yapıldığı çalışmaya rastlayamadık. Çalışmamızın sonuçları göz önünde bulunduruldu-

ęunda, özellikle düşük kilolu zorlu olgularda ultrasonografi kılavuzluğunda hem arter hem de santral venöz kateterizasyonun başarı oranlarının daha yüksek olduğu görölmüştür. Bu sayede hastane maliyetlerinde önemli oranda iyileşme sağlanmıştır.

KAYNAKLAR

1. Napalkov P, Felici DM, Chu LK, Jacobs JR, Begelman SM. Incidence of catheter-related complications in patients with central venous or hemodialysis catheters: A health care claims database analysis. *BMC Cardiovasc Disord.* 2013;16(13):86. <https://doi.org/10.1186/1471-2261-13-86>
2. Janik JE, Conlon SJ, Janik JS. Percutaneous central access in patients younger than 5 years: Size does matter. *J Pediatr Surg.* 2004;39:1252-6. PMID: 15300539 <https://doi.org/10.1016/j.jpedsurg.2004.04.005>
3. Alderson PJ, Burrows FA, Stemp LI, Holtby HM. Use of ultrasound to evaluate internal jugular vein anatomy and to facilitate central venous cannulation in paediatric patients. *Br J Anaesth.* 1993;70:145-8. PMID: 8435256 <https://doi.org/10.1093/bja/70.2.145>
4. Zeller KA, Petty JK. Vascular access procedures. In: Ziegler MM, Azizkhan RG, von Allmen D, Weber TR, editors. *Operative Pediatric Surgery*. 2nd ed. New York: McGraw Hill Education; 2014. pp. 140-5. <https://doi.org/10.1007/s00383-014-3487-9>
5. Feller-Kopman D. Ultrasound-guided internal jugular access: A proposed standardized approach and implications for training and practice. *Chest.* 2007;132:302-9. <https://doi.org/10.1378/chest.06-2711>
6. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003;20(348):1123-33. <https://doi.org/10.1056/NEJMra011883>
7. Vegunta RK. Vascular Access. In: Holcomb GW III, Murphy JP, Ostlie DJ, editors. *Ashcraft's Pediatric Surgery*. 6th ed. London: Elsevier Health Sciences; 2014. pp. 118-9. <https://doi.org/10.1186/s13017-017-0145-2>
8. Trieschmann U, Udinkten FC and Sreeram N. Central venous catheters in children and neonates - what is important? *Images Paediatr Cardiol.* 2007 Oct-Dec; 9(4):1-8. PMID: 22368674
9. Scott-Warren VL, Morley RB. Paediatric vascular access BJA Education, Volume 15, Issue 4, 1 August 2015, Pages 199-206. [https://doi.org/10.1016/S2213-2600\(17\)30116-9](https://doi.org/10.1016/S2213-2600(17)30116-9)
10. Wang P, Rao W, Sun LW, Wu Y, Chen WJ, Kang YL, et al. [Retrospective analysis of cuffed-tunneled catheters in pediatric patients receiving maintenance hemodialysis]. *Zhonghua Er Ke Za Zhi.* 2018 Sep 2;56(9):657-61. <https://doi.org/10.3760/cma.j.issn.0578-1310.2018.09.005>
11. Na HS, Kim JT, Kim HS, Bahk JH, Kim CS, Kim SD. Practical anatomic landmarks for determining the insertion depth of central venous catheter in paediatric patients. *Br J Anaesth* 2009;102:820-32. <https://doi.org/10.1093/bja/aep078>
12. Elmekawi A, Maulidi H, Mak W, Aziz A, Lee K. Outcomes of upper extremity versus lower extremity placed peripherally inserted central catheters in a medical-surgical neonatal intensive care unit. *J Neonatal Perinatal Med.* 2018 Aug 22. <https://doi.org/10.3233/NPM-1817>
13. Lau CS, Chamberlain RS. Ultrasound-guided central venous catheter placement increases success rates in pediatric patients: a meta-analysis. *Pediatr Res.* 2016 Aug;80(2):178-84. <https://doi.org/10.1038/pr.2016.74>
14. McGee DC, Gould MK. Preventing complications of central venous catheterization. *N Engl J Med.* 2003;348:1123-33. <https://doi.org/10.1056/NEJMra011883>
15. Hoffman T, Du Plessis M, Prekupec MP, Gielecki J, Zurada A, Shane Tubbs R, et al. Ultrasound-guided central venous catheterization: a review of the relevant anatomy, technique, complications, and anatomical variations. *Clin Anat.* 2017;30:237-50. <https://doi.org/10.1002/ca.22768>
16. Saugel B, Scheeren TWL, Teboul JL. Ultrasound-guided central venous catheter placement: a structured review and recommendations for clinical practice. *Crit Care.* 2017;21:225. <https://doi.org/10.1007/s00134-016-4375-7>
17. Denys BG, Uretsky BF. Anatomical variations of internal jugular vein location: impact on central venous access. *Crit Care Med.* 1991;19:1516-9. PMID: 1959371 <https://doi.org/10.1097/00003246-199112000-00013>
18. Gordon AC, Saliken JC, Johns D, Owen R, Gray RR. US-guided puncture of the internal jugular vein: complications and anatomic considerations. *J Vasc Interv Radiol.* 1998;9:333-8. PMID: 9540919 [https://doi.org/10.1016/S1051-0443\(98\)70277-5](https://doi.org/10.1016/S1051-0443(98)70277-5)
19. Acar Y, Tezel O, Salman N, Cevik E, Algaba-Montes M, 12th WINFOCUS world congress on ultrasound in emergency and critical care. *Crit Ultrasound J.* 2016 Sep;8(Suppl 1):12. <https://doi.org/10.1186/s13089-016-0046-8>
20. Nakayama Y, Nakajima Y, Sessler DI, Ishii S, Shibasaki M, Ogawa S, et al. A novel method for ultrasound-guided radial arterial catheterization in pediatric patients. *Anesth Analg.* 2014 May;118(5):1019-26. <https://doi.org/10.1213/ANE.000000000000164>