

Santral Venöz Kateterizasyonda Ultrason Kullanımının Mekanik Komplikasyonlar Üzerine Etkisi: Tek Merkezli Retrospektif Analiz

Impact of Ultrasound Guidance on Mechanical Complications of Central Venous Catheterization: A Single Centre Retrospective Analysis

Mehmet ÇAKICI,^a
Çağdaş BARAN,^a
Evren ÖZÇINAR,^a
Ali İhsan HASDE,^a
Onat BERMEDE,^b
Mustafa Bahadır İNAN,^a
Mustafa ŞIRLAK,^a
Ahmet Rüçhan AKAR^a

^aKalp ve Damar Cerrahisi AD,
Anesteziyoloji ve Reanimasyon AD,
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Ankara

Geliş Tarihi/Received: 23.08.2017
Kabul Tarihi/Accepted: 10.10.2017

Yazışma Adresi/Correspondence:
Mehmet ÇAKICI
Ankara Üniversitesi Tıp Fakültesi,
Kalp ve Damar Cerrahisi AD, Ankara,
TÜRKİYE/TURKEY
mcakici21@gmail.com

ÖZET Amaç: Santral venöz kateterlerle ilişkili mekanik komplikasyonlar, ciddi morbidite ve mortalite ile ilişkili olabilir. Bu komplikasyonların görülme sıklığı, yardımcı görüntüleme yöntemlerinin uygulamaya girmesiyle birlikte azalma eğilimine girmiştir. Bu çalışmada, kliniğimizde 17 aylık dönemde takılan santral venöz kateterlerle ilişkili mekanik komplikasyonlar ve uygulanan tedavi yöntemleri retrospektif olarak değerlendirilmiştir. **Gereç ve Yöntemler:** Kliniğimizde Eylül 2015-Şubat 2017 yılları arasında toplam 319 hastada 327 kateterizasyon işlemi yapıldı. Hastalar, kör yöntem ile kateterizasyon uygulanan ve ultrason (US) eşliğinde kateterizasyon uygulanan hastalar olmak üzere iki gruba ayrıldı. Bu hastalara ait demografik verilerin yanı sıra, işlemler sırasında görülen mekanik komplikasyonlar ve uygulanan tedaviler retrospektif olarak toplandı. Her iki grupta komplikasyonların görülme sıklığı istatistiksel olarak incelendi. **Bulgular:** Vasküler yaralanma ve hematoma gelişimi ($p=0,01$) ve buna bağlı olarak lokal cerrahi eksplorasyon ($p=0,01$) ve sternotomi ihtiyacı olması ($p=0,03$), hemotoraks veya hemoperikardiyum oluşumu US aracılı kateterizasyon yapılan grupta daha düşük oranlarda ($p=0,01$) izlenirken, psödoanevrizma ve arteriovenöz fistül oluşumu, sadece kör-yöntem ile kateterizasyon yapılan grupta izlendi. **Sonuç:** Literatürde, santral ven kateterizasyonu sırasında ultrason kullanımının, işlem sırasında gelişebilecek mekanik komplikasyonları önlemede en etkin yöntem olduğu vurgulanmaktadır. Çalışmamızda, ultrason aracılı kateterizasyon yapılan hastalarda, bu komplikasyonların görülme sıklığı anlamlı olarak daha düşük bulunmuştur. Bu nedenlerle, uygulayıcının ultrasonografik görüntüleme konusundaki deneyimi, daha düşük komplikasyon oranlarının elde edilmesi açısından önemlidir.

Anahtar Kelimeler: Santral ven kateterizasyonu, mekanik komplikasyon, ultrason

ABSTRACT Objective: Mechanical complications related central venous catheters may result in significant morbidity and mortality. Frequency of these complications are tend to decrease by the use of imaging methods. We retrospectively evaluated the mechanical complications related with central venous catheterization and the treatment options during 17 months in our centre. **Material and Metods:** Between September 2015-February 2017, a total number of 327 central venous catheterizations were performed in 319 patients in our clinic. Patients were categorized into two groups: blind approach catheterization or ultrasound guided catheterization. Demographic data of patients, mechanical complications due to intervention and the treatment options were retrospectively evaluated. Frequency of these complications in whom ultrasound was used or not during intervention were compared statistically. **Results:** Using ultrasound during catheterization was found to be superior in terms of vascular injury and development of hematoma ($p=0,01$), local surgical exploration ($p=0,01$) and sternotomy requirement ($p=0,03$). Pseudoaneurysm and arteriovenous fistulae were reported only in blind approach catheterization. **Conclusion:** Literature review shows that using ultrasonographic evaluation during central venous catheterization is the most effective method to avoid the mechanical complications which occur during intervention. In our study, frequency of these complications were significantly lower in patients who underwent the ultrasound guided catheterization. Hence, the experience of operator in ultrasonographic evaluation is important to get lower frequency of mechanical complications.

Keywords: Central vein catheterization, mechanical complication, ultrasound

doi: 10.9739/uvcd.2017-57731

Copyright © 2016 by
Ulusal Vasküler Cerrahi Derneği

Damar Cer Derg 2016;25(3):122-7

Santral Venöz Kateterler (SVK) geçici veya uzun süreli vasküler erişim sağlamak amacıyla yaygın olarak kullanılmaktadır. Rutin kan örneklenmesi, total parenteral beslenme, kemoterapi, uzun süreli antibiyotik tedavisi ve hemodiyaliz gibi birçok uygulamada kullanımı tercih edilmektedir.¹⁻³

Rutin olarak, SVK perkütan teknik ile ve anatomik yapılar dikkate alınarak yerleştirilir. Altta yatan anatomik varyasyonlara ve yetersiz tecrübeye bağlı olarak yapılan çoklu girişimler zaman zaman komşu arter, sinir ve plevra gibi dokularda yaralanmalara neden olabilmektedir. Bu mekanik komplikasyonlar, %5-19 oranında görülmekle birlikte, pnömotoraks, hemotoraks ve hemoperikardiyum gibi komplikasyonlar bu hastalarda ciddi morbidite ve mortalite sebebi olabilmektedir.^{4,5} “American Society of Anesthesiologists Closed Claims Project” verilerine göre 1990’dan beri SVK ilişkili mekanik komplikasyonların büyük bir kısmını vasküler yaralanmalar, “National Quality Measures Patient Safety Indicator” verilerine göre ise “yanlış girişim ve laserasyon” oluşturmaktadır.^{6,7}

Bu çalışmada, 17 aylık bir dönemde kliniğimizde SVK takılan hastalarda, işlem sırasında ve sonrasında gelişen mekanik komplikasyonlar ve bunların çözümü için yapılan uygulamalar retrospektif olarak analiz edilmiştir.

GEREÇ VE YÖNTEMLER

Eylül 2015-Şubat 2017 yılları arasında toplam 408 hastada 431 santral venöz kateterizasyon işlemi yapılmıştır. Bu hastalardan, internal juguler ven (IJV) ve subklavyen ven (SV) kateterizasyonu yapılan 319 hastanın (327 kateterizasyon) dataları toplanarak retrospektif olarak incelenmiştir. Yaş ($58,5 \pm 17,4$), cinsiyet (124 erkek), ko-morbit faktörler ve kateterizasyon endikasyonu gibi demografik özellikleri belirlendi. Ayrıca, kateterizasyon işlemi sırasında veya işlem sonrasında gelişen, vasküler yaralanma, psödoanevrizma, arterio-venöz fistül gelişimi, pnömotoraks, hemotoraks ve hemoperikardiyum gibi mekanik komplikasyonlar ve bu komplikasyonların çözümü için uygulanan prosedürler incelenmiş ve sayısal veriler toplanmıştır.

Eylül 2015-Temmuz 2016 arasında tüm hastalara kör-yöntem ile kateterizasyon (121 hasta-126 kateterizasyon) uygulanmış olup Temmuz 2016 sonrasında yapılan tüm kateterizasyonlar (198 hasta-201 kateterizasyon) ultrason (US) eşliğinde uygulanmıştır. Bu iki teknik ile kateterizasyon yapılan hastalar gruplandırılarak, mekanik komplikasyonların görülme sıklığı açısından fark olup olmadığı araştırılmıştır.

KÖR-YÖNTEM İLE SANTRAL VENÖZ KATETERİZASYON TEKNİĞİ

Tüm hastalarda, sterilizasyon ve monitorizasyon prosedürleri tamamlandıktan sonra, Trendelenburg pozisyonu sağlandı. Baş ve boyun, kateterizasyon yapılacak bölgeye göre kontralateral tarafa çevirildi. IJV kateterizasyonu için, sternokleidomastoid kasın iki başı arasında karotid arter pulsasyonu hissedilerek mediale doğru itildi. Daha sonra, 18 Gauge ponksiyon iğnesi ile vene girilerek Seldinger tekniği ile işlem tamamlandı. Kateter ölçüsüne uygun dilatatörler sırası ile kullanıldı ve her aşamada kullanılan guide-wire ileri ve geri hareket ettirilerek muhtemel bir kırılma olup olmadığı kontrol edildi. Kateterin yerleştirilmesi sonrasında, kan akışı ile kateter fonksiyonu kontrol edildi ve çekilen Telekardiyogram ile kateter pozisyonu teyid edildi. SV kateterizasyonu için bilateral klavikulanın inferior ve 1/3 laterali ponksiyon bölgesi olarak tercih edildi. Daha sonraki işlemler IJV kateterizasyonunda tarif edildiği gibi uygulandı.

US EŞLİĞİNDE SANTRAL VENÖZ KATETERİZASYON TEKNİĞİ

Hasta, steril ortam ve monitorizasyon prosedürlerinin tamamlanmasının ardından, trendelenburg pozisyonuna alındı. Baş-boyun kateterizasyon yapılacak tarafın tersi yönünde çevrildi. US cihazı girişim yapılacak tarafta kalacak şekilde yerleştirildi. Lineer US probu steril kılıf ile kapatıldıktan sonra, sternokleidomastoid kası iki başı arasına yerleştirilerek IJV ve karotis arter kısa eksen görüntüsü elde edilecek şekilde görüntüleme yapıldı. Aynı işlemler SV kateterizasyonu için klavikula altında 1/3 lateralde uygulanarak, SV ve subklavyen arter kısa

eksen görüntüsü elde edildi. Daha sonra prob yaklaşık 90 derece saat yönünde çevrilerek IJV veya SV uzun eksen görüntüsü alındı. Kateter iğnesi US probunun hemen kenarından girecek şekilde ponksiyon yapıldı ve damar ponksiyonu gerçekleşene kadar iğne görüntüsü US ile takip edildi (Resim 1). Venöz kan aspirasyonunun görülmesi ile Seldinger tekniği ile kateterizasyon tamamlandı. İşlem sonrası US ile kateterin damar içerisinde olduğu ve telekardiogram ile kateter pozisyonu kontrol edildi.

İSTATİSTİKSEL ANALİZ

Sürekli değişkenler mean $\pm$ standard deviation (SD) olarak gösterildi ve t testi uygulandı. Kategorik değişkenler ise frekans ve yüzde olarak gösterildi ve Fisher Exact kıkare ile analiz edildi. İstatistiksel analizler için SPSS 20.0 (Windows 8) kullanıldı. İstatistiksel anlamlılık düzeyi $p < 0.05$ olarak kabul edildi.

BULGULAR

Hastaların demografik özellikleri, kullanılan kateter tipleri, lokalizasyonları ve kateterizasyon endikasyonları Tablo 1'de özetlenmiştir. Toplam 24 (%7,5) hastada 31 mekanik komplikasyon görülmüştür. Mekanik komplikasyonların sayısal dağılımı ve oranları Tablo 2'de özetlenmiştir. En sık görülen mekanik komplikasyon vasküler yaralanma ve hematoma formasyonu olarak kaydedildi ($n=16$, %4.9). Bu hastaların 7'sinde (%2.1) lokal eksplorasyon gerekti. Diğer hastalarda kompresyon ve takip dışında bir girişim gerekmedi. US aracılı yapılan kateterizasyonlarda, vasküler yaralanma ve hematoma gelişimi oranının anlamlı olarak daha düşük olduğu izlendi ($p=0,01$). Psödoanevrizma ve arte-

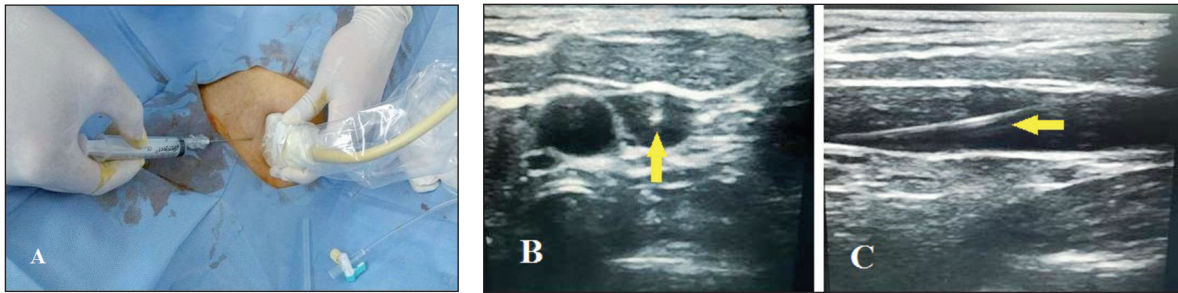
riovenöz fistül oluşumu, sadece kör-yöntem ile kateterizasyon yapılan grupta izlendi. Hemotoraks veya hemoperikardiyum, US aracılı kateterizasyon yapılan grupta daha düşük oranlarda izlendi ($p=0,01$). Bu hastaların 4'ünde upper-J-sternotomi, 2'sinde tam sternotomi ve 1'inde ise tüp-torakostomi gereksinimi oldu. Sternotomi uygulanan hastaların hepsinde superior vena cava veya proksimal innominat ven onarımı uygulandı. US aracılı kateterizasyon yapılan grupta, 1 hastada sternotomi ihtiyacı olurken; kör yöntem ile kateterizasyon yapılan hastaların 5'inde sternotomi uygulandı ($p=0,03$).

TARTIŞMA

Santral ven kateterizasyonuna bağlı gelişen mekanik komplikasyonların oranı, tanımlamalar ve deneyime göre değişebilmekle birlikte, literatürde %5-19 oranında verilmektedir.^{4,5} Çalışmamızda, mekanik komplikasyon oranı %9.5 olarak tespit edilmiş olup literatür ile uyumludur. Mekanik komplikasyonlar dışında aritmiler, tromboembolik olaylar ve giriş yeri enfeksiyonları sık görülebilen diğer komplikasyonlardır.⁵

Santral ven kateterizasyonuna ait komplikasyonları engellemede değişik önlemler bildirilmiştir: Zor kateterizasyon için risk faktörlerinin bilinmesi (ileri yaş, düşük ya da yüksek vücut kitle indeksi, tekrarlayan kateter yerleştirilmesi, geçirilmiş cerrahi ya da radyoterapi, iskelet deformiteleri ya da skar dokusu), US kılavuzluğunun kullanılması ve kateteri yerleştiren hekim deneyimi sayılabilir.⁴

Santral ven kateterizasyonu sırasında görülen vasküler yaralanmalar genellikle işlem yapılan



RESİM 1: A) Ultrason aracılı kateterizasyon, B,C) Değişik planlarda ven içerisinde guide-wire ultrason görüntüsü (sarı ok ile belirtilmiştir).

TABLO 1: Demografik ve kateterizasyon özellikleri.

	Toplam n= 319	Kör Yöntem n= 121	US eşliğinde n= 198	p
Yaş (ort±SD)	58,5±11,4	60,3 ± 14,4	57,8 ± 12,6	0.11
Erkek cinsiyet (n;%)	124 (38,8)	56 (46,3)	68 (34,3)	0.04
Kronik obstrüktif akciğer hastalığı (n;%)	32 (10)	15 (12,4)	17 (8,6)	0.32
Diabet (n;%)	83 (26)	34 (28,1)	49 (24,7)	0.38
Koroner arter hastalığı (n;%)	88 (27,6)	45 (37,2)	43 (21,7)	0.31
Periferik arter hastalığı (n;%)	38 (12)	18 (14,8)	20 (10,1)	0.34
Kronik Böbrek Yetmezliği (n;%)	59 (18,5)	22 (18,2)	37 (18,7)	0.16
Peroperatif (n;%)	182 (57)	61 (50,4)	121 (61,1)	0.07
Hemodiyaliz (n;%)	67 (21)	26 (21,5)	41 (20,7)	0.10
Kemoterapi (n;%)	22 (6,8)	8 (6,6)	14 (7)	1.00
Travma (n;%)	27 (8,4)	19 (15,7)	8 (4)	0.0006
Kan ürünü replasmanı (n;%)	21 (6,6)	7 (5,8)	14 (7)	0.81
Endikasyonlar				
Geçici IJV (n;%)	196 (60)	69 (54,7)	127 (63,2)	0.95
Geçici SV (n;%)	84 (25,7)	38 (30,2)	46 (22,9)	0.89
Kalıcı Tüneli IJV (n;%)	47 (14,3)	19 (15)	28 (13,9)	0.97
Kateter Tipi				

US: ultrason; IJV: internal juguler ven; SV: subklavyen ven.

TABLO 2: Komplikasyonlar (Olay sayısı, %).

	Toplam n=327	Kör-Yöntem n=126	US aracı n=201	p değeri
Vasküler Yaralanma-Hematom	16 (%4.9)	12 (%9.5)	4 (%2)	0.01
Psödoanevrizma	1 (%0.3)	1 (%0.8)	-	-
A-V fistül	2 (%0.6)	2 (%1.6)	-	-
Pnömotoraks	5 (%1.5)	2 (%1.6)	3 (%1.5)	1.00
Hemotoraks-Hemoperikardiyum	7 (%2.1)	6 (%4.7)	1 (%0.5)	0.01
Toplam Komplikasyon	31 (%9.5)	23 (%18.2)	8 (%4)	0.001
Lokal eksplorasyon	7 (%2.1)	6 (%4.7)	1 (%0.5)	0.01
Sternotomi	6 (%1.8)	5 (%4)	1 (%0.5)	0.03

US: ultrason; A-V: arterio-venöz.

vene veya komşu arterlere uygun olmayan ponksiyon yapılması sonucu görülür. Nadir olarak, ponksiyon sonrası guide-wire veya kateterin karşı dirence rağmen itilmesi sonucunda innominat ven veya süperior vena kava gibi santral yaralanmalar da izlenebilmektedir. Lokal yaralanmalar nadir olarak cerrahi eksplorasyon gerektirir ve çoğunlukla lokal kompresyon ile kontrol altına alınabilir. Santral ven yaralanmaları ise ölümcül sonuçlanabilir ve çoğunlukla cerrahi müdahale gerektirir. Çeşitli çalışmalarda, US kullanımının, yanlış ponksiyon oranlarını % 8.4'den %1'e kadar düşürdüğü gösterilmiştir.^{8,9} Bizim çalışmamızda da, US kullanımının bu komplikasyon oranını anlamlı derecede azalttığı izlenmiştir (p = 0.01).

Psödoanevrizma ve arterio-venöz fistül gelişimi, santral ven kateterizasyonu sonrası nadir görülen komplikasyonlar olup, genellikle komşu arteryel yapılara yanlış ponksiyon yapılması ile ilişkilidir. Literatürde genellikle olgu sunumları şeklinde yeralan bu komplikasyonların insidansı %1'in altında olarak belirtilmektedir.¹⁰⁻¹² Çoğu çalışmada, US kullanımının bu komplikasyonların görülme sıklığını belirgin azalttığı vurgulanmıştır.^{13,14} Çalışmamızda, bu komplikasyonların görüldüğü hasta sayıları yetersiz olduğundan sağlıklı bir istatistiksel analiz yapılamamakla birlikte, US eşliğinde kateterizasyon yapılan hastaların hiçbirinde bu komplikasyonların görülmediği izlenmiştir.

Pnömotoraks, SV kateterizasyonu yapılan hastalarda, IJV kateterizasyonuna göre daha yüksek oranlarda görülmekle birlikte, literatürde %0-3.3 görülme sıklığı olduğu vurgulanmaktadır.¹⁵⁻¹⁷ Olguların çoğunda tüp-torakostomi gerekli olmaktadır. Bizim çalışmamızda, pnömotoraks görülen 5 hastanın tümüne tüp-torakostomi uygulanmıştır. US eşliğinde yapılan işlemlerin, bu komplikasyonun görülme sıklığına anlamlı bir etkisi olmadığı izlenmiştir ($p = 1.0$).

Hemotoraks veya hemoperikardiyum, santral venöz kateterizasyon yapılan hastalarda görülen, en yüksek mortalite-morbidite oranına sahip komplikasyonlardır.¹⁸ Literatürde, sadece olgu sunumları şeklinde yer alan bu komplikasyonlar, genellikle innominate ven veya süperior vena kava veya komşu arteriyel yapıların perforasyonu sonucu meydana gelmektedir.^{19,20} Birçok çalışmada, bu mortal komplikasyonların önlenmesi için önerilen en önemli teknik US aracılı kateterizasyondur.^{21,22} Kliniğimizde, masif kanama nedeniyle lokal eksplorasyon ve sternotomi yapılan 13 hasta-

nın 11'inde kör yöntem ile kateterizasyon işlemi gerçekleştirilmiştir.

Kompresyon gibi konservatif yöntemlerle kontrol altına alınamayan kanamalarda, cerrahi eksplorasyon ve damar onarımı kaçınılmazdır.²³ Kliniğimizde, IJV, SV veya komşu arteriyel yapıların perforasyonu durumunda supraklavikular veya lokal kesiler kullanılırken (Resim 2), mediastinal vasküler yapıların yaralanması durumunda ise genellikle torakotomi veya sternotomi yapmayı tercih etmekteyiz. Kardiyak arrest veya hemodinamik kollaps gibi acil durumlarda median sternotomi öncelikli olarak tercih ediyoruz. Ancak postoperatif solunum fonksiyonlarındaki olumsuz etkilerinin daha az olması ve daha kısa yoğun bakım ve iyileşme süresi gibi avantajları nedeniyle, daha stabil olgularda, J-hemisternotomi tekniğini tercih etmekteyiz (Resim 2C). J-hemisternotomi, üst mediasten bölgesindeki ana vasküler yapılara ve özellikle yaralanmanın sıklıkla görüldüğü juguler-subklavyen ven bileşke bölgesine rahatlıkla ulaşmayı ve onarım yapmayı mümkün kılar.



RESİM 2: A) Supraklavikular lokal eksplorasyon ile proksimal innominate ven yaralanması görüntüsü, B,C) Upper-J-Hemisternotomi kesisi ile innominate ven yaralanması ve postoperatif cerrahi insizyon görüntüsü.

Kliniğimizde, median sternotomi yapılan hastaların ortalama ekstübasyon süresi postoperatif 6-8 saat iken J-hemis ternotomi uygulanan hastaların operasyon odasından yoğun bakıma ekstübe olarak alınması mümkün olabilmektedir. Bu nedenlerle, stabil hemodinamik parametrelere sahip hastalarda, konvansiyonel median sternotomi yerine J-hemisternotomi kesisinin rutin olarak uygulanması gerektiğini düşünmekteyiz.

Sonuç olarak, santral ven kateterizasyonu mekanik komplikasyonları, basit cilt ekimozları ile masif ve ölümcül kanamalar arasında geniş bir klinik yelpaze ile karşımıza çıkabilmektedir. US rehberliğinde işlemin uygulanması, bu komplikasyonların görülme sıklığında ve mortalite oranla-

rında belirgin bir gerileme sağlamıştır. US aracılı kateterizasyonda görülen komplikasyonların azaltılmasında da klinik deneyimin önemli olduğu (US probunun doğru kullanılması, prob kullanılırken venöz yapıların komprese edilmemesine dikkat edilmesi gibi) ve US kullanımının rutin uygulanması gerektiği görüşündeyiz. Ayrıca klinik deneyimimize göre, mediastinal kanaması olan hastalarda J-hemisternotomi uygulamasının ekstübasyon ve yoğun bakım yatış süresinde belirgin kısalma sağladığını düşünmekteyiz.

Çıkar Çatışması

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışması veya finansal destek bildirmemiştir.

KAYNAKLAR

- Coronel F, Herrero JA, Mateos P, et al. Long term experience with the Thomas shunt, the forgotten permanent vascular access for hemodialysis. *Nephrol Dial Transplant* 2001;16: 1845e9.
- Boyle MJ, Gawley WF, Hickey DP, et al. Experience using the Quinton permcath for hemodialysis in irish republic. *Nephrol Dial Transplant* 1997;12:1934e9.
- Kumwenda MJ, Wright FK, Haybittle KJ. Survey of permanent central venous HCs for hemodialysis in the UK. *Nephrol Dial Transplant* 1996;11:830e2.
- Sznajder JL, Fabio RZ, Bitterman H, et al. Central vein catheterization. Failure and complication rates by three percutaneous approaches. *Arch Int Med* 1986;146:259-61.
- Merrer J, De Jonghe B, Golliot F, et al. Complications of femoral and subclavian venous catheterization in critically ill patients: a randomized controlled trial. *JAMA* 2001;286:700-7.
- Domino KB, Bowdle TA, Posner KL, et al. Injuries and liability related to central vascular catheters: A closed claims analysis. *Anesthesiology* 2004;100:1411-8.
- Agency for Healthcare Research and quality (AHRQ): National Quality Measures C. Accidental puncture or laceration (provider-level): Rate per 1,000 discharges. Available at: <http://www.qualitymeasures.ahrq.gov/content.aspx?id=38525>. Accessed March 21, 2013.
- Troianos CA, Jobes DR, Ellison N. Ultrasound guided cannulation of the internal jugular vein. A prospective, randomized study. *Anaesth Analg* 1991;72:823e6.
- Tseng M, Sadler D, Wong J, et al. Radiological placement of central venous catheters: rates of success and immediate complications in 3412 cases. *Can Assoc Radiol J* 2001; 52:379e84.
- Nicholson T, Ettles D, Robinson G. Managing inadvertent arterial catheterization during central venous access procedures. *Cardiovasc Intervent Radiol* 2004;27:21-5.
- Kulvatunyou N, Heard SO, Bankey PE. A subclavian artery injury, secondary to internal jugular vein cannulation, is a predictable right-sided phenomenon. *Anesth Analg* 95 2002;95:564-6.
- Rastogi R, Sharma S, Gupta Y, Joon P, Majid Wani A, Pratap V, et al. Arteriovenous Fistula and Pseudoaneurysm: A rare complication of central venous catheterization. *American Journal of Medical Case Reports* 2016;4(7): 236-7.
- Hayashi H, Amano M. Does ultrasound imaging before puncture facilitate internal jugular vein cannulation?: Prospective randomized comparison with landmark-guided puncture in ventilated patients. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 2002;16:572-5.
- Leung J, Duffy M, Finckh A. Real-time ultrasonographically-guided internal jugular vein catheterization in the emergency department increases success rates and reduces complications: a randomized, prospective study. *Ann Emerg Med* 2006;48:540-7.
- Eisen LA, Narasimhan M, Berger JS, et al. Mechanical complications of central venous catheters. *J Intensive Care Med* 2006; 21:40e6.
- McBride KD, Fisher R, Warnock N, et al. A comparative analysis of radiological and surgical placement of central venous catheters. *Cardiovasc Intervent Radiol* 1997;20:17e22.
- Lund GB, Trerotola SO, Scheel PF, et al. Outcome of tunnelled hemodialysis catheters placed by radiologists. *Radiology* 1996;198: 467e72.
- Greenall MJ, Blewitt RW, McMahon MJ. Cardiac tamponade and central venous catheters. *BMJ* 1975;2:595-7.
- Hamilton DL, Jackson RM. Haemopericardium: a rare fatal complication of attempted subclavian vein cannulation. A report of two cases. *Eur J Anesth* 1998;15:501-4.
- Baumgartner FJ, Rayhanabad J, Bongard FS, et al. Central venous injuries of the subclavian-jugular and innominate-caval confluences. *Tex Heart Inst J* 1999;26:177-81.
- Gordon AC, Saliken JC, Johns D, et al: US-guided puncture of the internal jugular vein: Complications and anatomic considerations. *J Vasc Interv Radiol* 1998;9:333-8.
- Menachem M. Weiner, Geldard P, Alexander JC. Mittnacht. Ultrasound-guided vascular access: A Comprehensive Review. *Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia* 2013; 27(2):345-60.
- David R. Vinson, Dustin W. Ballard, Luke G. Hance, et al. Bleeding complications of central venous catheterization in septic patients with abnormal hemostasis. *American Journal of Emergency Medicine* 2014;32:737-42.