

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

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ BEYİN CERRAHİ  
AMELİYATHANELERİNDE İNTRAKARDİYAK  
ELEKTROGRAFI KILAVUZLUĞU İLE YAPILAN  
SUBKLAVİYAN VEN KATETERİZASYONU İŞLEMLERİNİN  
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Meltem BUZ BAYDİLLİ**

**UZMANLIK TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır**

**ANKARA  
2014**

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

**HACETTEPE ÜNİVERSİTESİ BEYİN CERRAHİ  
AMELİYATHANELERİNDE İNTRAKARDİYAK  
ELEKTROGRAFI KILAVUZLUĞU İLE YAPILAN  
SUBKLAVİYAN VEN KATETERİZASYONU İŞLEMLERİNİN  
RETROSPEKTİF DEĞERLENDİRİLMESİ**

**Dr. Meltem BUZ BAYDILLI**

**UZMANLIK TEZİ  
Olarak Hazırlanmıştır**

**TEZ DANIŞMANI  
Doç. Dr. Şennur UZUN**

**ANKARA  
2014**

## TEŞEKKÜR

Tez çalışmasının gerçekleştirilebilmesi için uygun ortam sağlayan değerli hocam Prof. Dr. Ülkü Aypar'a,

Tez konusunun belirlenmesinde destek olan ve her aşamasında desteğini esirgemeyen değerli hocam sayın Doç. Dr. Şennur Uzun'a,

Eğitimim boyunca bilgi, destek ve tecrübelerini esirgemeyen Hacettepe Üniversitesi Anesteziyoloji ve Reanimasyon Ana Bilim Dalı'ndaki değerli hocalarıma

İstatistiksel hesaplamalar konusunda bilgisini ve desteğini esirgemeyen sayın Dr. Tülin Acar'a,

En yoğun çalıştığımız dönemlerde bile desteklerini ve sevgilerini hissettiğim Anesteziyoloji Ve Reanimasyon Ana Bilim Dalı'ndaki asistan arkadaşlarıma

Geçirdiğim süre boyunca uyum içinde çalıştığım tüm ameliyathane ekibine

Çalışmanın gerçekleşebilmesi için her aşamasında fedakarlık gösteren sevgili eşim Mustafa Kazım Baydilli'ye,

İnkar edilemez katkılarından dolayı ablam Binnur Rabia Çağılıtı ve değerli arkadaşım Mustafa Burak Alparslan'a

Hayatımın her aşamasında sevgi ile beni destekleyen biricik anne ve babama

En içten teşekkürlerimi sunarım.

## ÖZET

### **Buz Baydilli, M; Hacettepe Üniversitesi Beyin Cerrahi Ameliyathanelerinde İntrakardiyak Elektrokardiyografi Kılavuzluğu İle Yapılan Subklavian Ven Kateterizasyonu İşlemlerinin Retrospektif Değerlendirilmesi**

Santral ven kateterizasyonu; santral venöz basıncın izlenmesine, büyük sıvı kayıpları beklenen durumlarda sıvı yönetiminin düzenlenmesine ve venöz hava embolisinin sağ atrium girişinden aspire edilmesine olanak sağlar. Erişim kolaylığı ve cerrahi sahadan uzak olması nedeniyle ameliyathanemizde kranial cerrahi yapılan hastalarda sağ subklavian ven tercih edilmektedir. Kateter ucunun doğru yerleşimi; kateterin efektif kullanımı, santral venöz basıncın doğru ölçülmesi ve komplikasyonlardan kaçınma açısından vazgeçilmezdir.

Hacettepe Üniveristesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu onayı alındıktan sonra hasta kayıtlarından üç ameliyathenede dokuz yıllık süre boyunca (Ocak 2004-Ekim 2013) 18 yaş üstü hastalara uygulanan 1017 subklavian ven kateterizasyonu, komplikasyon sıklığı ve kateter ucunun doğru yerleştirilmesinde intrakardiyak elektrokardiyografinin etkinliğinin değerlendirilmesi amacı ile incelenmiştir. Hastaların yaş ve cinsiyet dağılımı ile kateterizasyon yapan kişinin değişmesi, arter ponksiyonu, kateterizasyon sahasının değişmesi, kateterin takılamaması, kateter ucunun malpozisyonu ve pnömotoraks gelişmesi gibi perioperatif komplikasyonlar değerlendirilmiştir. İşlemi gerçekleştiren kişinin tecrübesinin komplikasyonlar üzerine etkisi olup olmadığı araştırılmıştır. İstatistiksel değerlendirme ki-kare testi ile yapılmış ve  $p < 0,05$  anlamlı kabul edilmiştir.

Ocak 2004-Ekim 2013 arasında toplam 1364 subklavian ven kateterizasyonu uygulanmış 178 hasta 18 yaş altı olması, 69 hasta kayıtlardaki eksiklikler nedeni ile çalışma dışı bırakılmıştır. Endovasküler elektrokardiyografi kılavuzluğunda 962 kateterizasyon uygulanmıştır. 50 hastada 52 komplikasyon geliştiği kaydedilmiş ve toplam komplikasyon oranı %4,91 bulunmuştur. 1 hastada pnömotoraks (%0,09), 5 hastada arteriyel ponksiyon (%0,5) kaydedilmiştir. 6 hastada kateter ucu malpozisyonu tespit edilmiştir (%0,58). Bu hastaların beşinde intrakardiyak

elektrokardiyografi kullanılmıştır. 109 hastada kateterizasyon sırasında aritmi gözlenmemiştir. Aritmi gözlenmeyen erkek ve kadın hastaların yüzdeleri farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur (erkek: 53%, kadın:47%;  $p=0,037$ ). Uzman ve asistanların iğne girişi ortalamaları sırasıyla  $1,19\pm0,52$  ve  $1,20\pm0,55$  olmuştur. İğne girişi ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p=0,674$ ). Uzmanlar ve asistanlar arasında kateterizasyonun daha tecrübeli birine bırakılma oranları farkı istatistiksel olarak anlamlı bulunmuştur ( $p=0,007$ ).

Bu çalışmada endovasküler elektrokardiyografi, subklavian ven kateterizasyonunda kateter ucunun yerinin doğru belirlenmesinde etkili bulunmuştur. Bu çalışmaya ve literatürde yayınlanan bilgilere göre subklavian ven kateterizasyonunun en sık komplikasyonu arteriyel ponksiyondur. İğne girişi sayısı ve komplikasyon oranları uygulayıcının tecrübesinden bağımsız bulunmuştur. Uygulayıcının tecrübesi arttıkça kateterizasyonu daha tecrübeli bir anestezi devretme ihtiyacı azalmaktadır. Aritmi görülme oranları farkı cinsiyetler arası boy ortalamaları farkına bağlı olabilir. Cinsiyetler arasında komplikasyon oranları benzer bulunmuştur.

**Anahtar sözcükler:** santral venöz kateterizasyon, subklavian ven kateterizasyonu, intrakardiyak elektrokardiyografi

## ABSTRACT

### **Buz Baydilli, M; Retrospective Analysis Of Intracardiac Electrocardiogram Guided Subclavian Vein Catheterizations In Hacettepe University Neurosurgery Operating Rooms**

Catheterization of a central vein allows anesthesiologists to monitor central venous pressure, manage fluid administration when large shifts are expected and aspiration of venous air embolus from the entrance of right atrium. In our operating rooms right subclavian vein is preferential because it is far from surgical field in neurosurgery patients and easy to reach. Positioning the catheter tip accurately is essential for effective use, measuring central venous pressure exactly and avoiding complications. ECG guidance is a well-known and widely used technique for this purpose. In this retrospective study we reported 1017 catheterization procedures to summarize the complications of subclavian vein catheterization and the effectiveness of intracardiac electrocardiographic guidance for positioning the catheter tip accurately.

After gaining Hacettepe University Non-Interventional Researches Ethics Committee approval, subclavian vein cannulations done in three operating rooms over the period of 9 years (January 2004 to October 2013) were retrospectively evaluated for side of insertion, number of attempts of puncture, arterial puncture as well as the malpositions and mechanical complications on the records of post procedural chest X-ray. The records were also evaluated for the experience of the operator performing cannulation and relationship between experience of operator to complications and malpositions of catheter. Chi-square test was applied to evaluate the statistical significance.  $P < 0.05$  was significant.

Over nine years period 1364 subclavian vein catheterizations were performed. 178 of patients under age of 18. 69 of them were not evaluated because of incomplete records. 1017 catheterizations were evaluated. 962 catheterizations were performed with endovascular electrocardiographic guidance. 52 complications in 50 patients were recorded. The overall complication rate is 4,91%. Pneumothorax was recorded in 1 patient (0,09 %) and in 5 (0,5%) patients arterial puncture was

recorded. Malpositions were recorded in 6 patients (0,58%) and in 5 of them intracardiac electrocardiogram was used. In 957 patients catheter tip is located in the entrance of right atrium. In 109 catheterizations arrhythmia was unseen. The percent of males that have no arrhythmias was statistically significant from females (53%, 47% respectively;  $p=0,037$ ). Arithmetic mean of number of punctures between fellows and residents are  $1,19\pm 0,52$  and  $1,20\pm 0,55$  respectively. The difference between the numbers is not statistically significant ( $p=0,674$ ). There is statistical significance between fellows and residents who left catheterization to a more experienced anesthesiologist ( $p=0,007$ ).

In this study endovascular electrocardiogram is found effective for accurate positioning of catheter tip in subclavian vein catheterization. According to this study and data from literature the most procedural complication of subclavian vein catheterization is arterial puncture. Number of puncture attempts and complications are independent from the experience of performer. The more the anesthesiologists' experience is the need to leave the catheterization to a more experienced one decreases. Difference of arrhythmia between males and females is probably depends on the difference of heights between genders. The complication rate is similar between genders.

**Key Words:** central venous catheterization, subclavian vein catheterization, intracardiac electrocardiography

# İÇİNDEKİLER

**Sayfa No:**

TEŞEKKÜR.....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iv
İÇİNDEKİLER .....	vi
TABLolar DİZİNİ .....	vii
RESİMLER DİZİNİ.....	viii
1. GİRİŞ .....	1
1.1. Amaç .....	2
2. GENEL BİLGİLER .....	3
2.1. Subklavian Ven Kateterizasyon Tekniği.....	3
2.2. Seldinger Tekniği .....	4
2.3. Santral Venöz Kateterizasyon Komplikasyonları .....	5
2.4. İntrakardiyak (Endovasküler) EKG İle Kateter Ucunun Yerinin Doğrulanması .....	9
3. GEREÇ VE YÖNTEM .....	12
4. BULGULAR.....	13
5. TARTIŞMA .....	18
6. KAYNAKLAR .....	25



## TABLolar DİZİNİ

### Sayfa No:

<b>Tablo1.</b>	Subklavian ven kateterizasyonlarının yıllara göre dağılımları .....	15
<b>Tablo 2.</b>	Demografik Veriler .....	16
<b>Tablo 3.</b>	Cinsiyete göre komplikasyon dağılımı .....	16
<b>Tablo 4.</b>	Kateterizasyon işlemlerinin cerrahi pozisyona göre dağılımı.....	16
<b>Tablo 5.</b>	Kullanılan Kateterler .....	17
<b>Tablo 6.</b>	İğneyi ilk giren kişiye göre komplikasyon dağılımı .....	17
<b>Tablo 7.</b>	Kateterizasyonların iğne girişi sayısı dağılımı.....	17

## RESİMLER DİZİNİ

### Sayfa No:

- Resim 1.** Subklavian ven anatomisi ve iğne giriş tekniği ..... 5
- Resim 2.** İntrakardiyak EKG elektrodu bağlantı aparatı..... 15
- Resim 3.** İntrakardiyak EKG dalgaları ..... 15

## 1. GİRİŞ

Santral venöz kateterizasyon ameliyathane ve yoğun bakımlarda sıkça uygulanan bir prosedürdür (1). Bu girişim Amerikan Anesteziyolojistler Birliği'nin 2012 yılında yayınlanan Santral Venöz Erişim Uygulama Kılavuzunda büyük venlerden birine herhangi bir kateter yerleştirme olarak tanımlanmıştır. Sözü edilen büyük venler; superior vena kava, inferior vena kava, brakiosefalik venler, internal jugular venler, subklavian venler, iliyak venler ve femoral venlerdir (14). Tarihte cilde bir insizyon açılarak venin görülerek kateterize edilmesi (cut-down) ile cerrahi olarak sağlanan santral venöz erişim, 1953 yılında Seldinger tekniğinin tanımlanmasıyla günümüzde çoğunlukla perkütan yolla sağlanmaktadır (1).

Santral venöz kateterizasyon hemodinamik durumu instabil olan kritik hastalarda santral venöz basınç ölçümü için kullanılır. Sağ atrium-superior vena kava bileşkesinde (krista terminalis) ölçülen basınç santral venöz basınç olarak adlandırılır ve sağ atrium ile sağ ventrikül dolun basınçlarını yansıtır. Toraks, abdomen ve ekstremitelerin proksimalindeki geniş venler kompliyanslarının fazla olması nedeni ile intravasküler hacmin büyük bir kısmı için rezervuar görevi yapar. Santral venöz basınç, intravasküler hacim ve bu kapasitans damarların vasküler tonusuyla oldukça ilişkilidir (16). Bir başka deyişle santral venöz basınç intravasküler hacmin venöz sistem kapasitansı ile ilişkisini yansıtır (17). Frank –Starling mekanizmasına göre kardiyak kontraktilite azaldığında ventrikül atım hacminin sürdürülebilmesi için daha yüksek sağ kalp dolun basınçları gerekir. Bu nedenle klinik pratikte santral venöz basınç ölçümü, intravasküler hacmin ve sağ kalp fonksiyonunun bir ölçüsü olarak kullanılır (18). Santral venöz kateterler gerektiğinde transvenöz kalp pili yerleştirme veya pulmoner arter kateterizasyonu için de kullanılabilir (18).

Vena kava superior veya vena kava inferiora yerleştirilen santral venöz kateterler venöz erişimin gerekli olduğu her durumda kullanışlıdır (18). Bu kateterler, vazoaaktif ilaç uygulamaları, kostik veya iritan ilaç infüzyonları (kalsiyum, kemoterapötikler vb.), total parenteral nutrisyon, hemodiyaliz veya plazmaferez uygulamaları ve büyük hacimde sıvı infüzyonları için kullanılırlar (1).

2013 yılında yayınlanan, İsveç'te santral venöz kateterizasyon işlemlerinin sıklığı, endikasyonları ve komplikasyonlarının incelendiği 65 merkezi kapsayan bir gözlemsel çalışmada yılda 30.000, günde 131 santral venöz kateterizasyon uygulandığı ve en sık vazoaaktif ilaç infüzyonu yapmak için kullanıldığı bildirilmiştir (12). Amerika Birleşik Devletleri'nde yılda beş milyondan fazla santral venöz kateter uygulanırken, İngiltere'de bu sayı ortalama 200.000'dir (1,3).

Santral ven kateterizasyonu cerrahi sterilizasyon tekniğine uygun olarak gerçekleştirilmelidir. Uygulanacak saha klorheksidin veya povidon iyot ile temizlenmeli ve steril örtülerle örtülmelidir. Uygulayıcı maske, bone ve steril önlük giymelidir. Uygulama tekniği ile ilgili kanıta dayalı öneriler 2012 yılında Amerikan Anesteziyolojistler Birliği Santral Venöz Erişim Uygulama Kılavuzu'nda belirtilmiştir (14).

Santral venöz kateterizasyon bölgesi (internal juguler ven, subklavian ven veya femoral ven) hastanın klinik durumuna veya ihtiyaca göre belirlenmelidir (14). 2002 yılında yayınlanan bir derlemede birçok merkezde bu tercihin uygulayıcının tecrübesine veya yerel uygulamalara göre belirlendiği ve herhangi bir yöntemin diğerine tercihi için yeterli sayıda randomize klinik çalışma bulunmadığı belirtilmiştir (19).

### **1.1. Amaç**

Bu retrospektif çalışmada Ocak 2004-Ekim 2013 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Beyin Cerrahi Ameliyathaneleri'nde uygulanan subklavian ven kateterizasyonlarında görülen komplikasyonlar, görülme sıklığı, uygulayıcının tecrübesinin komplikasyonlar üzerine etkisi ve endovasküler elektrokardiyografinin kateter ucunun sağ atrium girişine yerleştirilmesinde etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. GENEL BİLGİLER

### 2.1. Subklavian Ven Kateterizasyon Tekniği

Subklavian ven, aksiller venin birinci kostanın dış sınırından skalenius anterior kasının medial sınırına doğru devamıdır. Klavikula altında 3-4 cm boyunca seyreder ve sternoklaviküler eklem posteriorunda internal juguler venle birleşerek brakiosefalik veni oluşturur. Sağ üst kadranın lenfatik drenajını toplayan sağ torasik kanal, sağ internal juguler vene ağılır. Sol tarafta vücutun büyük kısmından gelen lenfatik drenajın toplandığı duktus torasikus sol subklavian vene ağılır. Bu nedenle şilotoraks, sol taraf subklavian ven kateterizasyonunun önemli bir komplikasyonudur (20).

Geniş çapı ve sarılı olduğu fibröz kılıf nedeni ile subklavian venin dolaşım sokunda bile çapını koruduğuna inanılmaktadır (1). Baş ve boyun anatomisinin iyi anlaşılması subklavian ven kateterizasyonu başarısını önemli ölçüde artırır (3). Subklavian ven kateterizasyonu için infraklavikuler yaklaşım sıklıkla tercih edilmektedir. Bu yaklaşımda kateterizasyonun uygulanacağı taraftaki omuz skapula altına rulo havlu konularak yükseltilir, kol tam olarak adduksiyona getirilir ve hastanın başı karşı tarafa çevrilir. Böylece klavikula ve altında seyreden subklavian ven yer düzlemine paralel hale gelir (Resim 1). Hastaya trendelenburg pozisyonu verilerek ven çapının artması ve hava embolisi riskinin azalması sağlanır. Arkasına 5 ml enjektör takılı 18-20 G iğne ile (enjektör pistonu çekilerek iç basıncının negatif olması ve kanın aspire edildiğinin görölmesi sağlanır). İşaret parmağı klavikula alt sınırı boyunca kaydırılır ve direncin kaybolduğu noktadan ponksiyon yapılır. Bu nokta subklavius kasını işaret eder. İğne horizontal planda sternal çentiğe doğru ilerletilir (16). Pnömotoraks riskinden kaçınmak için iğne sternoklavikular eklemde daha mediale geçmemelidir (1). İlk girişimde başarılı olunamadı ise iğne yavaşça geri çekilerek klavikulaya daha yakın bir noktadan yeniden ponksiyon yapılır (1).

İnfraklaviküler yaklaşım kadar popüler olmayan bir diğer kateterizasyon tekniği, supraklaviküler yaklaşımdır. Klavikula medial ve orta 1/3'ünün kesişim noktasının 2 cm kadar üstünden cilde ponksiyon yapılır. Bu nokta

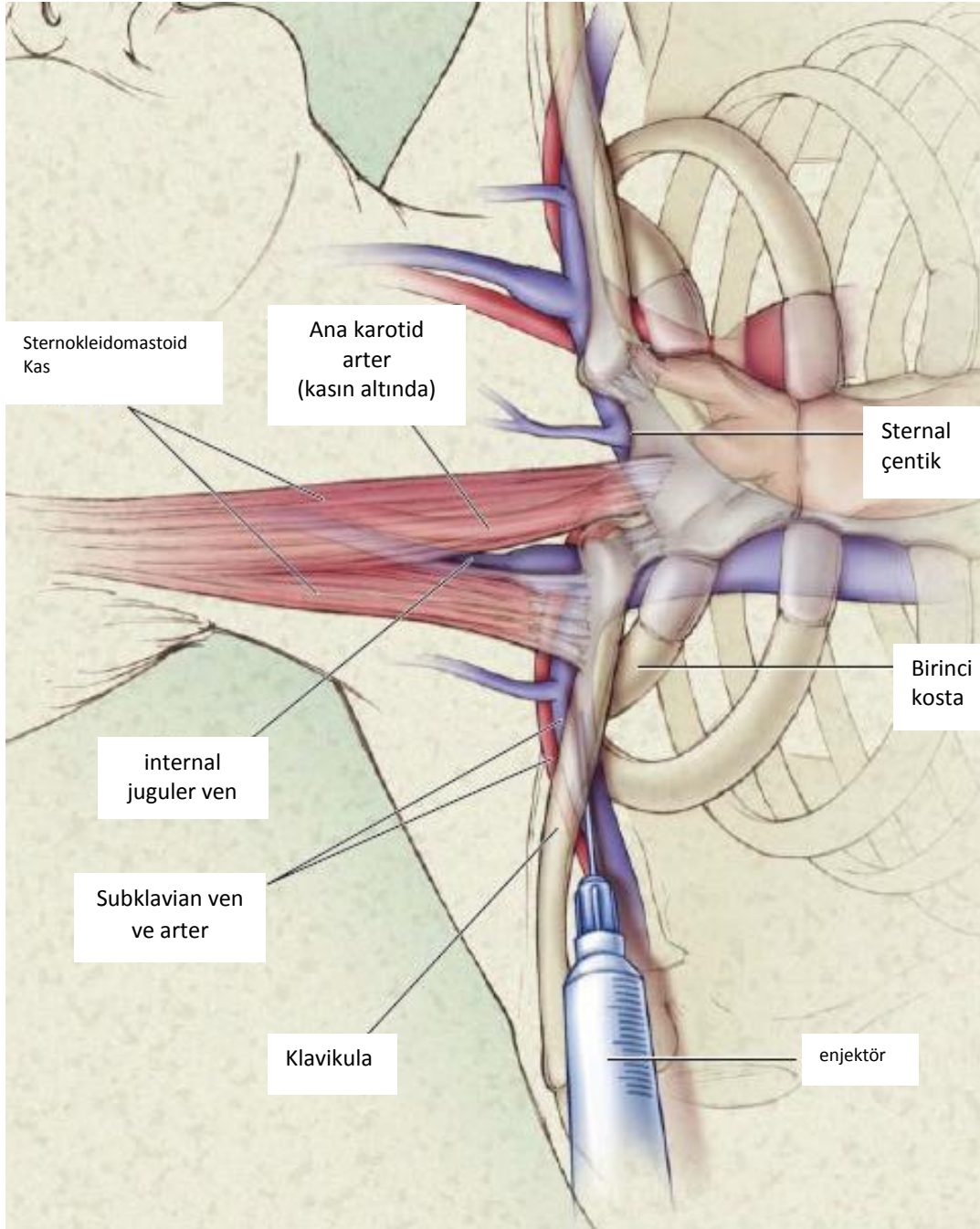
sternokleidomastoid kasın klaviküler başının lateral sınırına denk gelir. İğne sternoklaviküler eklemin 2-3 cm arkasından subklavian vene doğru medial ve kaudal olarak ilerletilir. Bu tekniğin avantajı giriş noktasının subklavian ve juguler venlerin birleşim noktasının medialine denk gelmesi ve kateterin superior vena kavaya düz bir şekilde ulaşmasıdır (20).

## **2.2. Seldinger Tekniği**

Bu teknikte arkasına boş enjektör takılı 18-20 G 6,4 cm iğne ile vene ponksiyon yapılır. Venöz ponksiyon iğneye kan dolması ile doğrulanır. Ucu J şeklinde ve esnek olan kılavuz tel iğne içinden ilerletilir. Kılavuz telin j şekli ve esnek olması damar perforasyonunu önler ve tortiyöz damarları geçmeye yardımcı olur. Her aşamada kılavuz tel dokular içinde serbestçe hareket etmelidir. İğne tel üzerinden geri çekilir ve uygun boyutta bir dilatatör cilt, cilt altı dokular ve damar duvarını delemek şekilde ilerletilir (1). Dilatatör damar cidarının yırtılabilmesi ihtimali nedeni ile sadece damar girişini dilate edecek kadar ilerletilmelidir (16). Kılavuz tel kateterin ucundan çıkıncaya kadar geri çekilir. Kateter tel üzerinden hastaya uygun derinliğe kadar ilerletilir (1). Bu mesafe erişkinde 15-18 cm arasındadır (16). Kılavuz tel geri çekilir ve kateter cilde sabitlenir.

Kateter ucu santral venöz basıncın doğru monitorizasyonu, damarın tromboze olmaması veya kateter irritasyonuna bağlı yaralanmasının önlenmesi için sağ atrium superior vena kava bileşkesinde olmalıdır (4). Kateter ucunun yerinin doğrulanması için intrakardiyak elektrokardiografi, floroskopi, akciğer radyogramları ve transözefagial veya transtorasik ekokardiyografi kullanılmaktadır.

Ultrasonografi kullanıldığında ven ve arter birinci kostanın üstünde klavikulanın posteriorunda görüntülenebilir.



**Resim 1.** Subklavian ven anatomisi ve iğne giriş tekniği

### 2.3. Santral Venöz Kateterizasyon Komplikasyonları

Santral venöz kateterizasyon komplikasyonları işlem sırasında gelişen mekanik komplikasyonlar ve sonrasında gelişen enfeksiyöz ve trombotik komplikasyonlar olarak sınıflandırılabilir (2). Mekanik komplikasyonlar; kateterizasyon sırasında iğne, dilatatör, kılavuz tel veya kateterin kendisinin komşu

yapıları yaralaması, subklavian arter ponksiyonu ve istenmeyen arter kateterizasyonu sonucu kanama veya hematoma oluşumu, pnömotoraks, şilotoraks, hava embolisi, sinir parezisi, kateter veya kılavuz telin kalp boşluklarına girişi sonucu meydana gelen disritmilerdir. Uzun dönemli komplikasyonlar ise kateterizasyon uzadıkça ihtimali artan ve/veya kateter ucunun yanlış yerleşimine bağlı olarak gelişen kardiyak perforasyon ve tamponad, damarın trombus oluşumu veya fibrozis ile stenozu, kateterin kink yapması veya kırılması ve kateter ilişkili enfeksiyonlardır. (3).

Santral venöz kateterizasyon sırasında iğne girişi sayısının artışı ile mekanik komplikasyonların artıp artmadığına dair literatür verileri yetersizdir (kanıt düzeyi D) (14). Uygulayıcının tecrübesi ( $\geq 50$  kateterizasyon) başarı oranını iki kat arttırmaktadır (1). Hastada iskelet deformitesi, uygulanacak sahada skar veya venöz port varsa kateterizasyon zorlaşabilmektedir. Yine uygulama bölgesine lokalize bir enfeksiyon olması durumunda kateterizasyon sahasını değiştirmek endikedir.

Plevral boşlukta hava olması pnömotoraks olarak tanımlanır (20) ve santral venöz kateterizasyon ilişkili tüm mekanik komplikasyonların yaklaşık üçte birini oluşturmaktadır (11). M.Duffy tüm komplikasyonlar içinde pnömotoraks insidansının %1-2 arasında olduğunu bildirmiştir. Giriş sayısı arttıkça bu oran %10'a kadar çıkabilmektedir (1). 2007 yılında yayınlanan bir derlemede girişimlerin %0.5-%4'ünde geç dönemde tansiyon pnömotoraks gelişebildiği bildirilmiştir. Vakaların çoğunda semptomların 6 saat içinde ortaya çıktığı ve hastaların bir kısmının asemptomatik olduğu bildirilmiştir (11). Pnömotoraks asemptomatik olabileceği gibi tüp torakostomi ve yoğun bakım izlemi gerektirecek kadar solunum yetmezliğine neden olabilir (20). Uyanık hastada kateterizasyon sonrası gelişen nefes darlığı, takipne ve göğüs ağrısı uyarıcı olmalıdır. Genel anestezi altında ise oksijen saturasyonunda ve end-tidal karbondioksit değerinde düşme, hava yolu basınçlarında artış, hipotansiyon; kan gazında ise hipoksemi ve hiperkarbi görülmesi ile tanı konulabilir (24). Tanı akciğer filminde plevral havanın görülmesiyle konur. Son zamanlarda pnömotoraks tanısında yatak başı ultrasonografi de kullanılmaya başlanmıştır (11).



Hastanın hipoksemik olması, olası pnömotoraksın hipoksemiye derinleştirebilme ihtimali nedeni ile subklavian ven kateterizasyonu için rölatif bir kontrendikasyondur. Tek taraflı akciğer patolojisi varlığında kateterizasyon patolojinin olduğu taraftan yapılmalıdır (1). Bir taraftan subklavian ven kateterizasyonu başarısız olduğunda karşı subklavian vene girişim yapılmamalıdır. Bu girişim bilateral pnömotoraks ile ciddi morbidite ve mortaliteye neden olabilir (16).

2002 yılında yayınlanan 4513 kateterizasyonu içeren 17 prospektif randomize çalışmanın incelendiği bir derlemede subklavian ven kateterizasyonu sırasında arteriyel ponksiyon oranı %0,5 olarak bulunmuştur (19). 2007 yılında Kusminsky, vakaların %0,1-%1'inde arteriyel perforasyon veya kanülasyon olduğu bildirmiştir ve bu vakaların yaklaşık %30'un kanama ve nörolojik komplikasyonlar nedeni ile semptomatik olacağı tahmin edilmiştir (11). Vasküler travma genellikle kendisini sınırlasa da ciddi morbidite potansiyeli nedeni ile önemsenmelidir. Literatürde vasküler travmayı izleyen hematoma kitle etkisi ile havayolu obstrüksiyonuna varan komplikasyonlara neden olduğu bildirilmiştir (22). Yine subklavian arter kateterizasyonun tromboemboliye neden olabileceği bildirilmiştir (23). 2012 yılında yayınlanan Santral Venöz Erişim Uygulama Kılavuzu'nda arterin geniş lümenli bir kateter veya dilatatör ile ponksiyonunda kateter veya dilatatörün yerinde bırakılması ve kateterin çekilmesi için tecrübeli bir cerrah veya girişimsel radyologdan yardım istenmesi önerilmektedir (14). Superior vena kavanın perikard içindeki kısmının rüptürü sonucu oluşan kardiyak tamponad ciddi mortalite ile sonuçlanabilmektedir (11).

Kateterizasyon sırasında görülen ektojik atımlar, kılavuz telin ilerletildiği mesafe ile yakından ilişkilidir. İnternal juguler ven kateterizasyon sahasından 25-32 cm ilerletildiğinde vakaların %75'inde prematür atrial kontraksiyonlara neden olduğu gösterilmiştir (27). Santral venöz kateterizasyon sırasında aritmilerin incelendiği 51 vakalık bir seride vakaların %41'inde atrial aritmiler gözlenirken; %25'inde ventriküler aritmiler gözlenmiştir. Ventriküler aritmi gözlenen vakaların %30'u bigemine ventriküler ekstrasistol ve daha fazla idi. Bu çalışmada ventriküler ektopilerin kısa boylu hastalarda daha fazla gözlemlendiği belirtilmiştir (28). Yayınların çoğunda tüm aritmilerin küçük bir kısmının semptomatik olduğu ve kılavuz telin geri

çekilmesi ile düzeldiği bildirilmiştir (29). Kardiyak kateterizasyon, pulmoner arter kateterizasyonu ve santral venöz kateterizasyon sağ dal bloğuna neden olabilmektedir. Altta yatan sol dal bloğu varlığında hastalarda tam kalp bloğu gelişebilir (30). Yine santral venöz kateterizasyon nadiren de olsa ani ölümle ilişkili olabilir (31). Santral venöz kateterin kendisinin hastaların %0,9'unda tedavi gerektiren aritmilere neden olduğu bildirilmiştir (32). İmplant kardiyak defibrilatörü olan hastalarda meydana gelen aritmiler nadiren de olsa hastaya şok verilmesine neden olabilir (33).

Hava embolisi santral venöz kateterizasyon sırasında meydana gelen nadir ancak ölümcül olabilen bir komplikasyondur. Venöz sisteme giren havanın miktarına bağlı olarak hastalar asemptomatik olabilmekte veya altta yatan kalp veya akciğer patolojisine bağlı olarak küçük bir hava baloncuğu bile kardiyak arreste neden olabilmektedir. Venöz sisteme giren hava 50-100 ml'den fazla olduğunda ciddi komplikasyonlara yol açabilmektedir. Basınç farkı 4 cm su olduğunda 4 cm uzunluğundaki 18 G iğneden saniyede 90 ml hava geçebildiği düşünülürse hava embolisinin olasılık dışı olmadığı farkedilebilir (62). Mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda intratorasik basınç artacağından hava embolisi riski azalmaktadır (62). Hemodinamik bozulmanın sebebi sağ ventrikül afterloadunda artış ve sağ kalp yetmezliğidir. Kalp boşluklarına ulaşan hava baloncuğu pulmoner ve triküspit kapak fonksiyonunu bozarak ve pulmoner arter çıkış yolunu tıkayarak dolaşımın durmasına neden olabilmektedir. Patent foramen ovale varlığında paradoks arteriel hava embolisine neden olabilmektedir. Tanı transözefagial veya transtorasik doppler ve ekokardiografi ile konulabilir. Sağ kalp debisinin azalmasına sekonder gelişen end-tidal karbondioksit düşüşü hava embolisi büyük olmadığı sürece kalp yetmezliği gelişmeden önce anestezisti uyaran önemli bir bulgudur (2).

Vasküler Girişimsel Radyoloji Dergisi'nde 2001 yılında yayınlanan 11.583 kateterizasyonun incelendiği bir retrospektif çalışmada 15 hastada venöz hava embolisi (%0,13) geliştiği bildirilmiştir. Bu 15 hastanın kayıtları incelendiğinde 4 hastada venöz hava embolisinin asemptomatik olduğu, 10 hastada oksijen desteği ile düzelen hafif ve orta düzey semptomların gözlemlendiği bir hastanın ise hava embolisinden kaybedildiği bildirilmiştir (15).

Subklavian ven kateterizasyonunun internal juguler ve femoral ven kateterizasyonuna göre daha az kateter ilişkili enfeksiyon ve kateter ilişkili trombotik komplikasyonlarla ilişkili olduğunu gösteren kanıtlar mevcuttur (3).

Kateter ucunun sağ atriumun hemen üstünde kalbin dışında ve kateterin superior vena kavanın uzun eksenine paralel (35) olması aritmiler ve kardiyak perforasyon gibi fatal komplikasyonlardan kaçınılması ve hemodinamik ölçümlerin güvenilirliği açısından önemlidir (4). Kateter ile vasküler duvar arasındaki açı 40 dereceden fazla olduğunda superior vena kava perforasyonu riski artmaktadır (36). Kateter ucunun yerinin doğrulanması için işlemin floroskopi eşliğinde yapılması, işlem sonrasında çekilen ön-arka akciğer filmleri, transözefagial/transtorasik ekokardiyografi veya intrakardiyak elektrokardiyografi tekniği kullanılmaktadır. Amerikan Anesteziyologlar Birliği kılavuzunda kateter ucunun yerinin belirlenmesinde elektrokardiyografi kullanılması, kullanılmayan vakalara göre kateter ucunun doğru yerleştirilmesinde etkili olduğu belirtilmiştir (kanıt düzeyi A<sub>2</sub>) (14).

Santral venöz kateter ucunun sağ atrium-superior vena kava bileşkesinde olması (krista terminalis) venöz hava embolisinin aspirasyonu için önemlidir (6). Oturur pozisyonda gerçekleştirilen 600 vakalık bir serinin retrospektif analizinde vakaların %19 'unda venöz hava embolisinin gözlemlendiği bildirilmiştir. Bu hastaların yalnız %3,3' ünde parsiyel arteriyel oksijen basıncında düşme ve hipotansiyon gibi ciddi komplikasyonlar gözlenmiş ve sadece 3 hastanın cerrahisi sonlandırılmak zorunda kalmıştır (%0,5) (5). Oturur pozisyonda cerrahiye alınan 100 vakanın prospektif analizinde venöz hava embolisi end-tidal karbondioksit düzeyinde 5 dakika boyunca 5 mm-Hg düşüşü olarak tanımlanmış ve insidansı %9 olarak bildirilmiştir (95% güven aralığı: %3.3-14.7). Bu hastaların hiçbirinde ciddi hipotansiyon ve periferik oksijen saturasyonunda düşme gözlenmemiştir (34).

#### **2.4. İntrakardiyak (Endovasküler) EKG İle Kateter Ucunun Yerinin Doğrulanması**

Santral venöz kateter ucunun yerinin belirlenmesi için intrakardiyak EKG 1949 yılında Von Hellerstein HK ve ark (7) tarafından tanımlanmıştır. Bu teknik kılavuz telin unipolar bir EKG bir elektrodu olarak kullanılması ve p dalgalarının

analizi ile kateter ucunun yerleşiminin belirlenmesini içermektedir. Bu teknik ilk olarak intrakardiyak kompleks disritmilerin daha sonra da ventriküloatrial şantların yerinin belirlenmesinde kullanılmıştır (38). Kateter sağ atrium girişinden ilerlerken p dalgaları sivrileşir. Sinoatrial nodu geçerken bifazik olur ve kateter ilerledikçe negativitesi artar. Sağ ventriküle girdikten sonra QRS kompleksi genişler (37). İtrakardiyak EKG analizi için iki teknik kullanılmaktadır. Birinci teknikte kılavuz tele oradan da bir adaptör yolu ile EKG kablolarına bağlanan bir elektrod yardımıyla kılavuz tel üzerinden kateter ucunun yeri belirlenir (39). Ameliyathanemizde kateter ucu bu yöntemle belirlenmektedir. Daha nadir kullanılan ikinci teknikte hipertonic salin ile doldurulmuş kateter kendisine uyumlu bir adaptöre bağlanır ve EKG elektrodu olarak kullanılır (40). Elektriksel iletkenliğinin daha fazla olması nedeni ile hipertonic salin kullanılmıştır. İki yöntemin karşılaştırıldığı prospektif randomize bir çalışmada kılavuz tel yönteminin kateter ucunun yerinin doğru belirlenmesinde üstün olduğu ve disritmi insidansının daha düşük olduğu bulunmuştur (37). İnvasküler elektrod oturur pozisyonda yapılan nöroşirürjik girişimlerde intraoperatif hava embolisinin tedavisi için kullanılan santral venöz kateterlerin doğru yerleştirilmesinde başarı ile kullanılmıştır (60). Bu yöntemin efikasitesi %92 olarak bildirilmiştir. Kalan %8 vakanın çoğunda ise yeni bir iğne girişi ile gecikme olmaksızın malpozisyonu düzeltmek mümkün olmuştur. (61).

Santral venöz kateterizasyon sırasında oluşan disritmilerin sağlıklı insanlarda önemli klinik sonuçlara yol açmasa da endovasküler irritasyonun belirtisi olabileceği bildirilmiştir. Ancak kalp yetmezliği veya aort stenozu olan hastalarda kılavuz tel tarafından tetiklenebilecek atrial flutter ölümcül olabilmektedir. Endovasküler EKG kullanıldığında kılavuz telin ilerletilmesi ile mevcut aritmi odakları belirlenebilmekte ve bunlardan kaçınılabilmektedir. (37).

İtrakardiyak EKG kateter ucunun yerinin belirlenmesinde faydalı olsa da p dalgalarının izlenmediği atrial fibrilasyon, kalp pili olan hastalar veya dilate kardiyomiyopatisi olanlarda yanlış negatif sonuçlara neden olabilir. Bu durumlarda kateter ucunun yerinin belirlenmesinde diğer yöntemlere (floroskopi, transözefagial ekokardiyografi) başvurulabilir (9). Pawlik ve ark (37) ise ne atrial fibrilasyon ve atrial flutterin ne de bloklü paroksizmal atrial taşikardinin santral venöz

kateterizasyonda EKG dalgaları ile interferans oluşturmadığını bildirmişlerdir. P dalgası yokluğunda kalp pilleri problem olabilmektedir.

EKG kullanıldığında kateter düğümlenmesi belirlenemez ancak kateter 20 cm'den fazla ilerletilmediğinde ve öncesinde p dalgaları izlenmişse dışlanabilir (37). Kılavuz tel kateter içinde bırakıldığında kardiyoversiyon, defibrilasyon ve elektrokoterizasyona elektrod çıkarıldıktan sonra izin verilmelidir (37).

Endovasküler EKG kılavuzluğunun transözefagial ekokardiyografi ile kontrol edildiği 200 hastanın incelendiği bir prospektif çalışmada kateter ucu superior vena kavaya paralel olduğunda p dalgasının krista terminalisin 1,5 cm üstünde kısalmaya başladığı bildirilmiştir (42).

Anestezistler için endovasküler EKG kullanımı; kateter yerinin intraoperatif olarak doğrulanması, floroskopi ve postoperatif akciğer grafilerinin neden olacağı maliyetleri azaltması ve ameliyathane personelinin maruz kalacağı radyasyonu azaltabilmesi nedeni ile avantajlıdır (8).

### 3. GEREÇ VE YÖNTEM

Hacettepe Üniversitesi Girişimsel Olmayan Araştırmalar Etik Kurulu onayı alındıktan sonra, hasta kayıtlarından 18-60 yaş aralığındaki hastaların yaş, cinsiyet gibi demografik verileri ile perioperatif komplikasyonlar kaydedildi. Perioperatif komplikasyonlar; kateterizasyon yapan kişinin değişmesi, arter ponksiyonu, kateterizasyon sahasının değişmesi, kateterin takılamaması, kateter ucunun malpozisyonu ve pnömotoraks gelişmesi olarak tanımlanmıştır. İşlemin kim tarafından gerçekleştirildiği ve gerçekleştiren kişinin tecrübesinin komplikasyonlar üzerine etkisi olup olmadığı araştırıldı. Kateterizasyon işlemlerinin ve komplikasyon sıklığının yıllara göre dağılımı da incelendi. Elde edilen veriler SPSS programının 17. sürümü kullanılarak değerlendirildi. Tanısal istatistikler için frekans (yüzde) ve ortalama  $\pm$  standart sapma kullanıldı, kullanılan yöntemlerin başarı oranlarının karşılaştırılmasında kategorik veriler için ki-kare testi kullanıldı.  $P<0,05$  anlamlı kabul edildi.

#### 4. BULGULAR

Ocak 2004-Ekim 2013 arasında toplam 17227 ameliyat yapılmış. Bu ameliyatlarda toplam 1364 subklavian ven kateterizasyonu uygulanmıştır. Bu kateterizasyonlardan 178 tanesi 18 yaş altı hastalarda uygulanmıştır. 18 yaş üstü 1186 vakadan 1017 tanesi değerlendirmeye alınmış geri kalanı dokümantasyon eksikliği nedeni ile değerlendirilememiştir. Kateterizasyon işlemlerinin yıllara göre dağılımı tablo 1'de gösterilmiştir.

Değerlendirmeye alınan hastalarda ortalama yaş  $46\pm 14$ , ortalama vücut ağırlığı  $72\pm 13$  bulunmuştur. Kateterizasyon işlemlerinin yıllık ortalaması  $101,7\pm 41,2$  bulunmuştur (Tablo 2).

962 kateterizasyonda (%94,6) kateter ucunun yeri endovasküler EKG kılavuzluğu ile belirlenmiştir. 2 hastada kateter ucunun yerinin belirlenmesi için floroskopi kullanılması gerekmiştir. 908 hastada aritmi gözlenirken 109 hastada aritmi gözlenmemiştir. Aritmi gözlenenlerin %57,3'ü kadın (n=520), %43,9'u erkek hastalardır (n=446). Aritmi gözlenmeyen hastaların %53,2'si erkek (n=58) iken %46,8'i kadındır (n=51) Kadın ve erkekler arasında aritmi görülme oranları farkı ki-kare testi ile analiz edildiğinde istatistiksel olarak anlamlıdır ( $\chi^2 = 4,341$ ,  $p=0,037$ ).

967 (%95,08) hastada subklavian ven kateterizasyonu komplikasyonsuz sonlanmıştır. Herhangi bir komplikasyon gelişen 50 hastanın toplam hasta sayısına oranı %4,91'dir (Tablo 3). 50 hastada toplam 52 komplikasyon kaydedilmiştir. Tüm komplikasyonların 29'u (%55,76) kadınlarda, 23'ü (%44,24) erkeklerde meydana gelmiştir. 5 (3 kadın, 2 erkek) hastada subklavian ven ponksiyonu yapılamadığı için santral ven kateterizasyonu sağ internal juguler venden gerçekleştirilmiştir. 1 kadın hastada alternatif kateterizasyon sahası femoral ven olmuştur. 1 erkek hastada santral venöz kateterizasyon yapılamadığı kaydedilmiş ancak nedenine ait bir kayda rastlanmamıştır. 33 hastada (%3,2) kateterizasyon daha tecrübeli bir ele bırakılmıştır. Bu grupta kadın ve erkek hastaların sayısı sırasıyla 20 ve 13'tür. Bu fark ki-kare testi ile analiz edildiğinde aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p>0,05$ ). 5 hastada (%0,5) (ortalama VA= $69\pm 13,08$ ) subklavian arter ponksiyonu kaydedilmiş

ancak arteriyel kateterizasyon yapıp yapılmadığı kaydedilmemiştir. Hastaların tamamında kateter ucunun yerleşimi, kateter uzun aksının superior vena kava ile ilişkisi, hemotoraks ve pnömotoraks varlığı postoperatif dönemde ön-arka akciğer filmleri ile kontrol edilmiştir. Hastaların hiçbirinde hemotoraks gözlenmemiştir. 1 hastada (%0,09) postoperatif akciğer grafilerinde pnömotoraks saptanmış ancak bu komplikasyonun nasıl tedavi edildiğine (izlem, göğüs tüpü gerekliliği vb.) ilişkin kayıtlara ulaşılamamıştır. 6 (%0,58) hastada postoperatif akciğer grafilerinde kateter ucunun sağ atrium girişinden farklı bir yerde olduğu kaydedilmiştir. Bu hastaların 4'ünde (%0,39) kateter ucunun ipsilateral internal juguler vende, 1'inde karşı subklavian vende, 1'inde ise sağ atrium içinde yukarı doğru döndüğü kaydedilmiştir.

Kateterizasyonların %92,8'i kranial cerrahiler için uygulanmıştır. Bu cerrahilerin %41,4'ü posterior fossa cerrahileridir (Tablo 4). Hastaların 988'ine (%96,9) 7F kateter, 27'sine (%2,7) 9F, 2'sine de (%0,2) 11F kateter uygulanmıştır (Tablo 5).

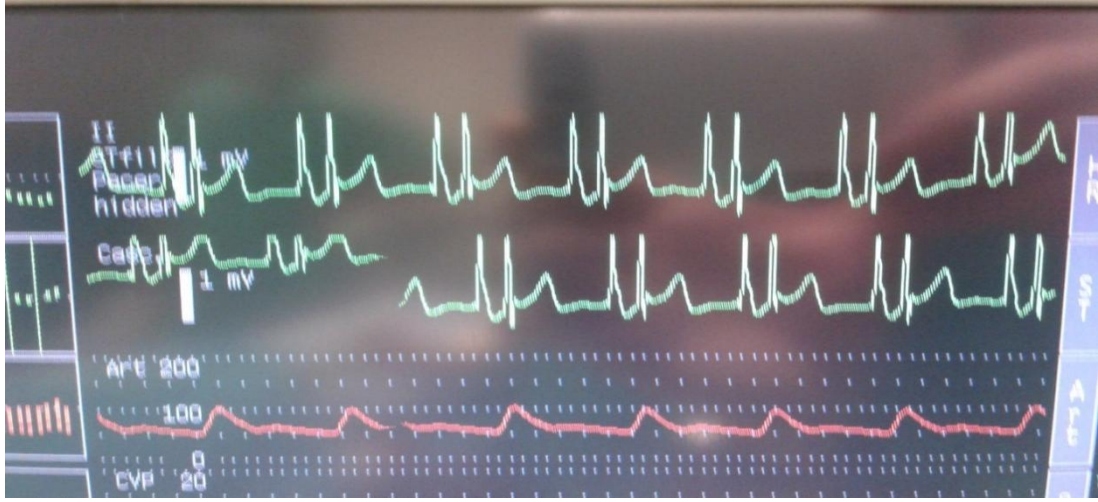
542 vakada iğneyi ilk giren kişi uzman bir anesteziyolog olmuştur (%53,3). İlk iğne girişinin asistanlar tarafından yapıldığı vaka sayısı 475'tir (%46,6). 866 (%85,2) vakada ilk iğne girişinde kateterizasyon yapılırken, bir vakada 6 kez iğne girişi yapılması gerekmiştir (Tablo 7). Kadınlarda iğne girişi sayısı ortalaması  $1,20 \pm 0,56$  iken erkeklerde  $1,20 \pm 0,51$  olarak bulunmuştur. Bu fark bağımsız örnekler için t testi ile analiz edildiğinde istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ). Ortalama iğne girişi sayısı uzman grubunda  $1,19 \pm 0,52$  iken asistan grubunda  $1,20 \pm 0,55$  olarak bulunmuştur. Aradaki fark istatistiksel olarak anlamsızdır ( $p > 0,05$ ). 10 hastada ilk iğne girişini yapan uzman, 23 hastada ilk iğne girişini yapan asistan daha tecrübeli bir elden yardım almak durumunda kalmıştır. İki grup arasındaki bu fark ki-kare testi ile analiz edildiğinde aradaki fark anlamlı bulunmuştur ( $\chi^2 = 6,320$ ,  $p = 0,007$ ). 3 hastada ilk iğne girişi yapan asistan, 2 hastada ilk iğne girişi yapan uzman arteriyel ponksiyon yapmıştır. İki grup arasındaki bu fark istatistiksel olarak anlamlı değildir ( $p > 0,05$ ). Kadınlar ve erkeklerde arteriyel ponksiyon sayıları sırasıyla 4 ve 1'dir. Cinsiyet grupları arasındaki fark ki-kare testi ile analiz edildiğinde aradaki fark istatistiksel olarak anlamlı bulunmamıştır ( $p > 0,05$ ) (Tablo 6).





**Resim 2.** İntrakardiyak EKG elektrodu bağlantı aparatı

V<sub>1</sub> (kırmızı) elektroda bağlanır kılavuz tele bağlanan ara kablo aracılığı ile sinyal alınır.



**Resim 3.** İntrakardiyak EKG dalgaları

**Tablo1.** Sübklavian ven kateterizasyonlarının yıllara göre dağılımları

Yıl	Sayı	Yüzde
2004	85	%8,4
2005	132	%13,0
2006	109	%10,7
2007	174	%17,1
2008	144	%14,2
2009	78	%7,7
2010	119	%11,7
2011	78	%7,7
2012	62	%6,1
2013	36	%3,5
<b>Toplam</b>	<b>1017</b>	<b>%100,0</b>

**Tablo 2.** Demografik Veriler

	<b>Erkek</b>	<b>Kadın</b>
Olgu Sayısı	571 (%56,1)	446 (%43,9)
Yaş Aralığı (Yıl)	18-82	18-86
Yaş Ortalaması	46,15±14	46±14
Kilo Aralığı (kg)	130-45	123-40
Kilo Ortalaması	75,63±16	68,05±13

**Tablo 3.** Cinsiyete göre komplikasyon dağılımı

	<b>Erkek</b>	<b>Kadın</b>	<b>Toplam</b>
Daha tecrübeli bir elden yardım alma	13	20	33
Pnömotoraks	0	1	1
Kateter Ucu Malpozisyonu	5	1	6
Arter Ponksiyonu	2	3	5
Saha Değişikliği	0	6	6
Takılamama	1	0	1
<b>Toplam</b>	<b>21</b>	<b>31</b>	<b>52 (%5,11)</b>

**Tablo 4.** Kateterizasyon işlemlerinin cerrahi pozisyona göre dağılımı

	<b>Pozisyon Sayı</b>	<b>Pozisyon Yüzde</b>
Oturur	421	%41,4
Sırt üstü	563	%55,4
Yüz üstü	33	%3,2
<b>Toplam</b>	<b>1017</b>	<b>%100</b>

**Tablo 5.** Kullanılan Kateterler

<b>Kateter Boyu (F)</b>	<b>Kişi Sayısı</b>	<b>Yüzde</b>
7	988	%97,2
9	27	%2,6
11	2	%0,2
<b>Toplam</b>	<b>1017</b>	<b>%100</b>

**Tablo 6.** İğneyi ilk giren kişiye göre komplikasyon dağılımı

	<b>Uzman</b>	<b>Asistan</b>	<b>Toplam</b>
Daha tecrübeli bir elden yardım alma	10	23	33
Pnömotoraks	0	1	1
Kateter ucu malpozisyonu	4	2	6
Arter Ponksiyonu	2	3	5
Saha Değişikliği	2	4	6
Takılamama	1	0	1
<b>Toplam</b>	<b>19</b>	<b>33</b>	<b>52 (%5,11)</b>

**Tablo 7.** Kateterizasyonların iğne girişi sayısı dağılımı

<b>Giriş Sayısı</b>	<b>Kişi Sayısı</b>	<b>Yüzde</b>
1	866	%85,2
2	114	%11,2
3	28	%2,7
4	7	%0,7
5	1	%0,1
6	1	%0,1
<b>Toplam</b>	<b>1017</b>	<b>%100</b>

## 5. TARTIŞMA

Bu retrospektif çalışmada Ocak 2004-Ekim 2013 yılları arasında Hacettepe Üniversitesi Beyin Cerrahi Ameliyathaneleri'nde uygulanan subklavian ven kateterizasyonlarında görülen komplikasyonlar, görülme sıklığı, uygulayıcının tecrübesinin komplikasyonlar üzerine etkisi ve endovasküler elektrokardiyografinin kateter ucunun sağ atrium girişine yerleştirilmesinde etkinliğinin değerlendirilmesi amaçlanmıştır.

Santral venöz kateterizasyon endikasyonları, intraoperatif sıvı yönetimi, santral venöz basınç monitorizasyonu ve oturur pozisyonda uygulanan cerrahilerde olası venöz hava embolisi tedavisidir. Subklavian ven kateterizasyonlarının tamamı genel anestezi altında ve kontrollü mekanik ventilasyon uygulanan hastalarda, çoğunluğu elektif cerrahiler öncesinde uygulanmıştır. Uygulayıcıların tamamı en az iki yıldır santral venöz kateterizasyon uygulamışlardır. Asistan uygulayıcıların tamamı bir uzman eşliğinde kateterizasyonu gerçekleştirmiştir.

Bir hasta dışında tüm kateterizasyonlar infraklaviküler yaklaşımla gerçekleştirilmiştir. 1952 yılında Aubeniac'ın infraklaviküler yaklaşımı tanımlamasının ardından 1965 yılında Yoffa supraklaviküler yaklaşımı tanımlamıştır (66,67). Mekanik olarak ventile edilen 370 hastalık bir seride supraklaviküler yaklaşımla subklavian kateterizasyonu uygulanmış ve hiçbir hastada tansiyon pnömotoraks, masif kanama, kardiyak tamponad, fatal aritmi gibi hayatı tehdit edici komplikasyonlar gelişmediği bildirilmiştir. 310 hastada subklavian venin ilk seferde kateterize edildiği bildirilmiştir. Aynı seride 29 hastada kılavuz tel ilerletilemediği için kateterizasyon yapılamamıştır. Toplam komplikasyon oranı %1,7 olarak bildirilmiştir (67).

Supraklaviküler yaklaşım uygulayıcılar tarafından daha az tercih edilse de infraklaviküler yaklaşıma oranla birçok anatomik avantaj sunmaktadır. Bu anatomik avantajlar iğne girişinin daha geniş bir alandan yapılması, superior vena kavaya daha düz bir yoldan ulaşması ve subklavian venin bu noktada cilde daha yakın olmasıdır. (75). 195 elektif kardiyak cerrahi hastasının incelendiği bir prospektif randomize çalışmada supraklaviküler yaklaşımla subklavian ven kateterizasyonu %98 oranında

başarılı bulunmuştur. Aynı çalışmada sternal retraksiyon sonrası santral venöz basınç trasesi değişimi ve sıvı infüzyon gücünü karşılaştırılmış ve infraklaviküler yaklaşıma göre daha düşük oranlarda gözlemlendiği bildirilmiştir. Gösterilen oranlar internal juguler yaklaşımla benzer bulunmuştur (68).

5 hastada (%0,5) arteriyel ponksiyon olduğu kaydedilmiş ancak arteriyel kateterizasyon yapıp yapılmadığı kaydedilmemiştir. Hastaların hiçbirinde postoperatif dönemde hemotoraks görülmemiştir. 2013 yılında yayınlanan bir derlemede 18G veya daha küçük bir iğne ile arteriyel ponksiyon insidansının değişik serilerde %4,2-%9,3 arasında olduğu bildirilmiştir (26,40,41,42). Anestezistlere karşı açılan santral kateterizasyon ilişkili malpraktis davalarının incelendiği 110 vakalık bir seride 5 hastada subklavian arter yaralanması sonucu hemotoraks geliştiği bildirilmiştir. Aynı çalışmada 7 hastada ise subklavian ven kateterizasyonunun hemotoraks ile sonuçlandığı belirtilmiştir. Rapor edilen diğer komplikasyonlarla karşılaştırıldığında hemotoraksın daha ölümcül olduğu bulunmuştur (%93,P<0.05) (58).

Ultrasonografi kullanımının, subklavian ven kateterizasyonunda yüzeysel anatomik işaretlerin kullanılmasına göre komplikasyonları azaltıp azaltmadığının incelendiği 821 vakalık bir prospektif randomize çalışmada USG kullanımının komplikasyon sıklığını azaltmadığı gösterilmiştir (43). Subklavian venin internal juguler vene göre ultrasonografik görüntülemesinin daha zor olduğu ve görüntüleme esnasında klavikulanın interferans verdiği bilinmektedir (39). Aynı çalışmada arteriyel ponksiyon insidansı %3,7; pnömotoraks insidansı %1,5 olarak bildirilmiştir. Amerikan Anesteziyolojistler Birliği Santral Venöz Kateterizasyon Uygulama Kılavuzu'nda bu komplikasyondan kaçınmak için yerel olanaklar elverdiğince USG kullanımı desteklenmektedir (14).

Kayıtlar incelendiğinde 1 hastada pnömotoraks olduğu (%0,09) gözlenmiştir. Bu komplikasyonun nasıl yönetildiği (izlem, tüp torakostomi gerekliliği) kaydedilmemiştir. Yayınlanan verilerin çoğunda pnömotoraks oranı %1-%1,5 arasındadır (19,43,44). Yılmazlar ve ark.'ın (46) subklavian ve internal juguler ven kanülasyonlarını inceledikleri 1303 vakalık seride pnömotoraks oranı %0,5 (n=5) olarak bildirilmiştir. Polderman ve ark. (62) 2 yıllık izlemde subklavian ven

kateterizasyonunda santral venöz kateter ilişkili pnömotoraks oranını %0,45 olarak bildirmişlerdir. Santral venöz kateter ilişkili pnömotoraks mekanik olarak ventile edilen hastalarda, santral venöz kateter uygulanan tarafta kateterizasyonu takip eden 72 saat içinde gelişen pnömotoraks olarak tanımlanmıştır.

Santral venöz kateterizasyona sekonder bilateral pnömotoraks gelişen vakalar da bildirilmiştir. Bu komplikasyona, geçirilmiş median sternotomi sonrası plevral boşlukların birleşmesinin sebep olduğu bildirilse de 70 yaşında bir kadın hastaya uygulanan sağ subklavian ven kateterizasyonunu takip eden pnömotoraks olgusunda geçirilmiş toraks cerrahisi olmadığı bildirilmiştir. Bu vakada sağ subklavian ven kateterizasyonu uygulanması esnasında 2 kez plevral kaviteye girildiği bildirilmiş ve kısa süre sonra sağ hemitoraksta inspiyumda ağrı tariflediği ancak dispne veya hipotansiyon olmadığı bildirilmiştir. Ancak yarım saat içinde hastada dispne, hipotansiyon ve desatürasyon gelişmiştir. Çekilen akciğer grafisinde sol hemitoraksta akciğerin tamamen söndüğü sağda ise ılımlı bir pnömotoraks olduğu gözlenmiş. Sol hemitoraksa göğüs tüpü yerleştirilmesini takiben çekilen akciğer grafisinde sağ hemitoraksta tansiyon pnömotoraks gözlenmiş. Hastanın kliniği sağ hemitoraksa da göğüs tüpü yerleştirilmesini takiben düzelmiştir. Bu hastada plevral boşluklar arasındaki konjenital geçişler olmasının bilateral pnömotoraksa sebep olmuş olabileceği bildirilmiştir (63,64).

Yoğun bakım ünitelerinde hastaların üçte birinde venöz tromboz geliştiği ve bu vakaların %15'inin kateter ilişkili trombus oluşumu olacağı bildirilmiştir (72). Trombus oluşumu ile ilişkili faktörler endotel hasarı, türbülant akım ve kateterin kendisinin neden olduğu yabancı cisim reaksiyonu ile içinden geçen sıvının kompozisyonudur. (73). Santral venöz kateterizasyona bağlı superior vena kava obstrüksiyonu binde bir oranında görülmektedir. Subklavian venöz kateterizasyonun en düşük tromboz riski ile ilişkili olduğu bildirilmiştir (74). Kateter ilişkili trombozların klinik önemi bilinmese de tüm trombozların emboli riski taşıdığı göz önünde bulundurulmalıdır (3).

İsveç genelinde yapılan, çok merkezli bir prospektif çalışmada 24 saat içinde uygulanan 131 kateterden hiçbirinde pnömotoraks gelişmediği belirtilmiştir (12). İsveç genelinde yapılan santral venöz kateterizasyonlarda yıllık pnömotoraks

oranının %0,4-%4,2 (30.000 kateter/yıl) arasında olduğu bildirilmiştir (12). De Oliveira ve ark (63) 793 implante edilebilen santral venöz erişim cihazlarını retrospektif olarak inceledikleri bir seride sadece 1 hastada küçük bir pnömotoraks geliştiğini ve bu komplikasyonu konservatif yöntemle tedavi ettiklerini bildirmişlerdir. Williams MR (65) 112 santral venöz kateterizasyonun incelendiği bir seride vakaların 3'ünde pnömotoraks geliştiği ve sadece bir tanesinin göğüs tüpü ihtiyacı olduğunu bildirmiştir. Santral venöz kateter ilişkili kapanmış malpraktis davalarının incelendiği 110 hastanın 14 ünde (%12) dava konusu pnömotoraks olmuştur. Bu vakalarda ölüm oranı %15'tir. Son zamanlarda komplike olmamış santral venöz kateterizasyonlar sonrasında rutin göğüs radyogramlarının kullanılmasının gerekli olmadığını öne süren yayınlar bulunsa da Amerikan Anesteziyolojistler Birliği Santral Venöz Kateterizasyon Uygulama Kılavuzu ameliyathanede uygulanan santral venöz kateterizasyonların en geç erken postoperatif dönemde göğüs radyogramları ile kontrol edilmesini önermektedir (14,47).

Persistan sol superior vena kava (insidansı %0,3) gibi konjenital anomalilerin varlığı radyolojik görüntülemeyi karmaşıktırabilmektedir (54). Kateter ucunun doğru yerleşimi için radyolojik görüntülemeye karınanın hemen altındaki perikardiyal gölge sıklıkla kabul edilmektedir (49). Aslamy ve ark. (50) sağ trakeobronşial açının kateter ucunun sağ atriumun hemen dışında olması için daha uygun bir anatomik belirteç olduğunu bildirmişlerdir.

Kateter ucunun krista terminaliste izlenmediği 6 hastanın 4'ünde kateterin ipsilateral internal juguler vene döndüğü gözlenmiştir. Bu komplikasyonun 5'i erkek hastalarda gözlenmiştir. Kılavuz telin ilerletilmesi sırasında vakaların %15'ine varan oranlarda internal juguler vene doğru yönlenebileceği belirtilmiştir (51). Vakaların büyük çoğunluğunda kılavuz telin j ucunun aşağı yönlendirilmesi sağ atriuma yönlenebilir için yeterli olmaktadır (52). Başın kateterizasyon yapılan tarafa yönlendirilmesi internal juguler venin girişini daraltarak tel girişine engel olabilmektedir (53). Yine ipsilateral internal juguler venin manuel kompresyonu faydalı olabilmektedir. 696 santral venöz kateterizasyonun retrospektif olarak incelendiği bir çalışmada kateter malpozisyonuna ilişkin risk faktörleri uygulayıcının tecrübesi, kateterizasyonun sol taraftan uygulanması, subklavian venin kanüle

edilmesi, iki veya daha fazla iğne girişi ve kılavuz telin j ucunun yönünün yukarı yönlendirilmesi olarak bildirilmiştir. Bu komplikasyonun sonuçları olası hava embolisinin sağ atriumdan aspire edilememesi, kateterin beklenenden daha küçük çaplı bir damarda bulunması sonucu infüzyon hızının azalması ve uzun dönemde damarın tromboz ve emboli ile tıkanmasıdır. 500 elektif santral venöz kateterizasyonun incelendiği bir prospektif çalışmada 72 subklavian ven kateterizasyonunda tüm komplikasyonların yüzdesi %29,2 iken, kılavuz telin ilerletilmesinde güçlük olmasının oranı %11,1 olmuştur (48).

Vakaların %89,3'ünde kardiyak aritmi gözlenmiştir ancak ventriküler mi yoksa atrial mi olduğu kaydedilmemiştir. Hastaların hiçbirinde kateterizasyona bağlı kardiyak arrest gözlenmemiştir. Literatürde karotid arter palpasyonunun ventriküler fibrilasyon ve kardiyak arreste neden olduğu bildirilmiştir (55). Santral venöz kateterizasyon sırasında görülen aritmiler kılavuz telin ilerletilme miktarı ile yakından ilişkilidir. Kısa boylu hastalarda aritmi insidansı daha fazla bulunmuştur (55). Bu çalışmada kadınlarda daha fazla aritmi gözlenmiştir. Hastaların boyları kaydedilmemiştir ancak Türkiye'de kadınların boy ortalamalarının erkeklerle göre daha kısa olduğu göz önünde bulundurulursa bu fark literatür verileri ile uyumludur. Tüm aritmilerin çok küçük bir kısmı semptomatiktir. Buna karşın yatkınlığı olan hastalarda ventriküler ektopi insidansı %25'e varabilmektedir. Bu ventriküler atımların çoğu bigeminedir (55,56).

Kateter ucu yerinin belirlenmesinde endovasküler EKG kullanımı ilk olarak Hellerstein tarafından kateterin kendisinin bir elektrod gibi kullanılması ile tanımlanmıştır. Bu teknik kateterin kendisi veya kılavuz tel unipolar bir EKG elektrodu gibi kullanılır ve sinoatrial noda doğru yaklaşan kateterden elde edilen p dalgalarının genliğinden kateter ucunun yerinin belirlenmesine dayanır (71). Bu çalışmada, Endovasküler EKG kılavuzluğunda yapılan 962 kateterizasyon kaydedilmiştir. 5 hastada (%0,51) intrakardiyak EKG kullanımına rağmen kateter ucu sağ atrium girişinden başka bir yerde izlenmiştir. Hastaların 3'ünde ektopik atım gözlenmiştir. Krista terminalis transözefagial ekokardiyografi ile belirlendikten sonra kateter ucunun intrakardiyak elektrokardiyografide p dalgaları ile ilişkisinin incelendiği 51 hastada en uzun p dalgalarının superior vena kava-sağ atrium bileşkesinde (sinoatrial nodun bulunduğu krista terminalis) izlendiği doğrulanmıştır.



Aynı çalışmada kateter ucu sağ atriumda iken bifazik p dalgaları izlendiği doğrulanmıştır (10). Bu çalışmada postoperatif akciğer grafilerinde kateter ucu için kalp gölgesinin sağ üst sınırında olması kabul edilmiştir (50). Ancak standart posteroanterior akciğer grafisinde kalp gölgesinin sağ üst sınırı genellikle sol atrium tarafından oluşturulmaktadır (50). Bu nedenle kateter ucunun kesin pozisyonu bu seviyenin biraz altında olmalıdır. Ayrıca boyun hareketleri ile kateter ucunun 1,5-3 cm kadar yer değiştirebileceği ve kateter ucu yerleşiminin yanlış değerlendirilebileceği de bildirilmiştir. 154 vakanın incelendiği bir seride intrakardiyak elektrokardiyografi'nin kateter ucu yerleşimini belirlemede sensitivitesi %96, spesifitesi %83,3 ve toplam prediktif gücü %93,5 olarak bildirilmiştir (70).

Floroskopi ve transözefagial ekokardiyografi kateter ucunun yerinin belirlenmesinde endovasküler elektrokardiyografiye alternatif yöntemlerdir. Floroskopi kullanıldığında sadece kateter ucu yeri değil tüm kateterizasyon boyunca kılavuz tel ve dilatatörlerin hareketi de izlenebilmektedir (40). Floroskopi kullanımının arteriyel kateterizasyonu ekarte ettirmediği bildirilmiştir. Bowdle (40), floroskopi kılavuzluğunda gerçekleştirilen bir sol subklavian kateterizasyonda kateterin asendan aortaya yerleştiği ancak superior vena kavada olduğunun düşünüldüğünü bildirmiştir. Cerrahin arteriel kateterizasyondan şüphelenmesi sonucu işlem durdurulmuş ve kateter median sternotomi ile cerrahi olarak çıkarıldıktan sonra asendan aorta tamir edilmiştir.

Kateter yerleştirilmeden transözefagial ekokardiyografi probu yerleştirilirse yine tel ve dilatatör pozisyonu gösterilebilir. Koung-Shing Chu ve Yunseok kateter ucunun yerinin endovasküler EKG kılavuzluğunda doğru belirlenebileceğini göstermek için transözefagial ekokardiyografi kullanmışlardır (10,69). Sağ ve sol taraf internal juguler venin EKG kılavuzluğunda kanülasyonlarının incelendiği 114 vakalık bir seride transözefagial ekokardiyografi kateter ucu yerleşiminin doğru belirlenmesinde altın standart olarak bildirilmiştir. Aynı çalışmada elektrokardiyografi kılavuzluğu, yüzeysel anatomik işaretlerin kullanılmasına göre sol taraf internal juguler ven kanülasyonlarında başarısız bulunmuştur (35).

Hastaların boy uzunluklarının kaydedilmemiş olması nedeni ile vücut kitle indeksinin hesaplanamamış olması, kılavuz tel ve dilatatörlerin ilerletilmesinde zorluk olması, kateterizasyonda kol adduksiyonunun arttırılma ihtiyacı, trendelenburg açısının ve boyun pozisyonunun değiştirilme ihtiyacı gibi minör komplikasyonların kaydedilmemiş olması, veri kayıtlarındaki olası eksiklikler ile gerçek komplikasyon sıklığının belirlenememe olasılığı bu çalışmanın kısıtlılıklarıdır.

Sonuç olarak endovasküler EKG santral venöz kateterizasyonda kateter ucunun yerinin doğru belirlenmesinde etkili bir yöntemdir. Subklavian ven kateterizasyonunda işlem sırasında en sık komplikasyon arteriyel ponksiyondur. İğne girişi ve komplikasyon sayısı uygulayıcının tecrübesinden bağımsızdır ancak daha tecrübeli bir elden yardım alma ihtiyacı uygulayıcının tecrübesi arttıkça azalmaktadır. İşlem sırasında kadınlarda daha fazla aritmi gözlenmiştir. Bu fark kadınların boy ortalamasının daha kısa oluşuyla açıklanabilir. Komplikasyon oranları kadın ve erkeklerde benzerdir. Endovasküler EKG kılavuzluğunda subklavian ven kateterizasyonu güvenli ve etkili ve ekonomik bir işlemdir.

## 6. KAYNAKLAR

1. Michael Duffy, Mark Sair Cannulation of central veins Anaesthesia And Intensive Care Medicine Jan 2007; 8(1): 17-20
2. Klinik anesteziyoloji, 4.basım, G.Edward Morgan Jr. , Maged S. Mikhail, Michael J.Murray, ISBN:0-07-142-358-3,s:131-2
3. David C. Mc Gee, M.D, and Michael K. Gould, M.D. Preventing Complications of Central VenousCatheterization. N Engl J Med March 2003; 348(12): 1123-33.
4. M. Nayeemuddin, A.D. Pherwani, J.R. Asquith; Imaging and management of complications of central venous catheters, Clinical Radiology May 2013;68(5):529-44
5. Prerana N. Shah, Deepa Kane, Jithesh Appukutty; Depth of Central Venous Catheterization by Intracardiac Electrocardiogram in Adults. Anesth Pain. 2013;2(3):111-4.
6. Oliver Ganslandt, Andreas Merkel, Hubert Schmitt, Alexander Tzabazis, Michael Buchfelder, Ilker Eyupoglu, Tino Muenster; The sitting position in neurosurgery: indications, complications and results. a single institution experience of 600 cases. Acta Neurochirurgica October 2013;155(10):1887-93
7. Hanna PG, Gravenstein N, Pashayan AG. In vitro comparison of central venous catheters for aspirationof venous air embolism: effect of catheter type, cathetertip position, and cardiac inclination. J Clin Anesth Jul-Aug 1991;3(4):290-4.
8. Hellerstein HK, Pritchard WH, Lewis RL. Recording of intracavitypotentials through a single lumen, saline filled cardrriac catheter. Proc Soc Exp Biol Med. May 1949;71 (1):58-60.

9. Watters VA, Grant JP. Use of electrocardiogram to position right atrial catheters during surgery. *Ann Surg* 1997 Feb; 225(2):165–71.
10. Yunseok Jeon MD, Ho-Geol Ryu MD, Seung-Zhoo Yoon MD, Jin-Hee Kim MD, Jae-Hyon Bahk MD Transesophageal echocardiographic evaluation of ECG-guided central venous catheter placement *Can J Anesth* 2006 Oct;53(10): 978–983
11. Kusminsky, Complications of Central Venous Catheterization. *J Am Surg Coll* 2007 Apr;204(4):681-96
12. S. Lindgren, A. Pikwer, S.-E. Ricksten and J. Åkeson, Survey of central venous catheterization practice in Sweden, *Acta Anaesthesiol Scand* 2013 Nov;57(10): 1237–44
13. Ge X, Cavallazzi R, Li C, Pan SM, Wang YW, Wang F-L Central venous access sites to prevent venous blood clots, blood vessel narrowing, and infection. *Cochrane Database Syst Rev*. *Cochrane Database Syst Rev*. 2012 Mar 14;3:CD004084, doi: 10.1002/14651858.CD004084
14. Rupp SM, Apfelbaum JL, Blitt C, Caplan RA, Connis RT, Domino KB, Fleisher LA, Grant S, Mark JB, Morray JP, Nickinovich DG, Tung A. American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access, Practice Guidelines for Central Venous Access A Report by the American Society of Anesthesiologists Task Force on Central Venous Access *Anesthesiology*, March 2012; 116(3):539-73
15. Vesely TM. Air embolism during insertion of central venous catheters. *J Vasc Interv Radiol* 2001;12(11):1291–5
16. Miller Ronald D.: *Anesthesia*. Seventh Edition Churchill Livingstone Inc. USA, 2009 ISBN NO:9781416066248 s:577-621
17. Kelman GR: Interpretation of CVP measurements. *Anesthesia* 1971Apr;26(2):209-15

18. Cohn JN: Central pressure as a guide to volume expansion. *Ann Intern Med* June 1967;66 (6):1283-7
19. Ruesch S, Walder B, Tramèr MR Complications of central venous catheters: internal jugular versus subclavian access--a systematic review. *Crit Care Med*. 2002 Feb;30 (2):454-60
20. Helen Hamilton and Andrew R. Bodenham *Central Venous Catheters* 2009 John Wiley & Sons, Ltd. ISBN: 978-0-470-01994-8
21. Plewa MC, Ledrick D, Sferra JJ. Delayed tension pneumothorax complicating central venous catheterization and positive pressure ventilation. *Am J Emerg Med* 1995 Sep;13(5):532-5.
22. O'Leary AM. Acute upper airway obstruction due to arterial puncture during percutaneous central venous cannulation of the subclavian vein. *Anesthesiology* 1990 Oct;73(4):780-2.
23. Jahromi BS, Tummala RP, Levy EI. Inadvertent subclavian artery catheter placement complicated by stroke: endovascular management and review. *Catheter Cardiovasc Interv*. 2009 Apr 1;73(5):706-11.
24. Berrin Işık, Cengiz Bekir Demirel, Zerrin Özköse, Sedat Demircan, Can Kürkçüoğlu, Mahmut Tokur Subklaviyan kateteri takiben gelişen pnömotoraks. *Türk Göğüs Kalp Damar Cerrahisi Dergisi* Nisan 2006;14 (2):163-165
25. Wicky S, Meuwly JY, Doenz F, et al. Life-threatening vascular complications after central venous catheter placement. *Eur Radiol* 2002 Apr;12(4):901-7.
26. Oliver WC, Nuttall GA, Beynen FM, et al. The incidence of artery puncture with central venous cannulation using a modified technique for detection and prevention of arterial cannulation. *J Cardiothorac Vasc Anesth* 1997 Dec;11(7):851-5.

27. Lee TY, Sung CS, Chu YC, et al. Incidence and risk factors of guidewire-induced arrhythmia during internal jugular venous catheterization: comparison of marked and plain J-wires. *J Clin Anesth* 1996 Aug;8(5):348–1.
28. Stuart RK, Shikora SA, Akerman P, et al. Incidence of arrhythmia with central venous catheter insertion and exchange. *J Parenter Enteral Nutr* 1990 Apr;14(2):152–5.
29. Flaccadori E, Gonzi G, Zambrelli P, et al. Cardiac arrhythmias during central venous catheter procedures in acute renal failure a prospective study. *J Am Soc Nephrol* 1996 Jul;7(7):1079–84.
30. Unnikrishnan S, Idris N, Varshneya N. Complete heart block during central venous catheter placement in a patient with pre-existing left bundle branch block. *Br J Anesth* 2003 Nov;91(5):747–9.
31. Quiney NF. Sudden death after central venous cannulation. *Can J Anaesth* 1994 Jun;41(6):513–15
32. Brothers TE, Von Moll LK, Niederhuber JE, et al. Experience with subcutaneous infusion ports in three hundred patients. *Surg Gynecol Obstet* 1988 Apr;166(4):295–301.
33. Dohering M. An unexpected complication of central line placement [letter]. *Acad Emerg Med* 2001 Aug;8(8):854.
34. Leslie K, Hui R, Kaye AH Venous air embolism and the sitting position: a case series. *J Clin Neurosci*. 2006 May;13 (4):419-22.
35. W. Schummer, S. Herrmann, C. Schummer, F. Funke, J. Steenbeck, J. Fuchs, T.Uhlig, K. Reihart Intra-atrial ECG is not a reliable method for positioning left jugular vein catheters *British Journal of Anaesthesia* 2003 Oct; 91(4):481-6
36. Scott WL. Complications associated with central venous catheters. A survey. *Chest* 1988 Dec;94(6):1221-4

37. Pawlik M. T., Kutz N. Keyl C., Lemberger, P., Hansen E Central venous catheter placement: comparison of the intravascular guidewire and the fluid column electrocardiograms *European Journal of Anesthesiology* 2004 Aug;21(8):594-599
38. Donovan KD, Power BM, Hockings BM, Lee KY, Barrowclife MB, Lovett M. Usefulness of atrial electrocardiograms recorded via central venous catheters in the diagnosis of complex cardiac arrhythmias *Crit Care Med* 1993 Apr;21(4):532-7
39. Robertson JT, Schick RW, Morgan F, Matson DD. Accurate placement of ventriculo-atrial shunt for hydrocephalus under electrocardiographic control. *J Neurosurg* 1961 March ;18: 255-7
40. Bowdle A Vascular Complications of Central Venous Catheter Placement: Evidence-Based Methods for Prevention and Treatment *J Cardiothorac Vasc Anesth.* 2013 Sep 2. pii: S1053-0770 (13)00130-4. doi: 10.1053/j.jvca.2013.02.027.
41. Ezaru CS, Mangione MP, Oravitz TM, et al. Eliminating arterial injury during central venous catheterization using manometry. *Anesth Analg* 2009 Jul;109(1):130–4
42. Jobes DR, Schwartz AJ, Greenhow DE, et al. Safer jugular vein cannulation: recognition of arterial puncture and preferential use of the external jugular route. *Anesthesiology.* 1983 Oct;59(4):353–5
43. Hameeteman M, Bode AS, Peppelenbosch AG, et al. Ultrasound-guided central venous catheter placement by surgical trainees: A safe procedure? *J Vasc Access* 2010 Oct-Dec;11(4):288–92
44. Mansfield PF, Hohn DC, Fornage BD, et al. Complications and failures of subclavian-vein catheterization. *N Engl J Med.* 1994 Dec 29;331(26):1735–8

45. Laronga C, Meric F, Truong MT, et al. A treatment algorithm for pneumothorax complication central venous catheter insertion. *Am J Surg* 2000 Dec;180(6):523–7.
46. A Yilmazlar MD, H Bilgin MD, G Korfalı MD, A Eren MD, U Özkan MD; Complications of 1303 central venous cannulations. *J R Soc Med* 1997 Jun;90(6):319-21
47. Pikwer A, Baath L, Perstoft I, Davidson B, Akesson J. Routine chest X-ray is not required after a low-risk central venous cannulation. *Acta Anaesthesiol Scand* 2009 Oct;53(9):1145–52.
48. Molgaard O, Nielsen MS, Handberg BB, Jensen JM, Kjaergaard J, Juul N. Routine X-ray control of upper central venous lines: Is it necessary? *Acta Anaesthesiol Scand* 2004 Jul;48(8):685–9
49. M Lennon, N.N. Zaw, D.M. Pöpping, M.Wenk. Procedural complications of central venous catheter insertion. *Minerva Anest* 2012 Nov;78(11):1234-40
50. Stonelake PA, Bodenham AR. The carina as a radiological landmark for central venous catheter tip position. *Br J Anesth* 2006 March;96(3): 335–40.
51. Aslany Z, Dewald CL, Heffner JE. MRI of central venous anatomy. Implications for central venous catheter insertion. *Chest* 1998 Sep;114(3):820–6.
52. Kidney DD, Nguyen DT, Deutsch LS. Radiologic evaluation and management of malfunctioning long-term central vein catheters. *AJR Am J Roentgenol* 1998 Nov;171(5):1251–7.
53. Tripathi M, Dubey PK, Ambesh SP. Direction of the J-tip of the guidewire, in Seldinger technique, is a significant factor in misplacement of subclavian vein catheter: a randomized, controlled study. *Anesth Analg* 2005 Jan;100(1): 21–4.
54. Langston CS. The aberrant central venous catheter and its complications. *Radiology* 1971 Jul;100(1): 55–9.



55. Pahwa R, Kumar A. Persistent left superior vena cava: an intensivist experience and review of the literature. *South Med J* 2003 May; 96(5):528–9.
56. Damen J, Bolton D. A prospective analysis of 1400 pulmonary artery catheterizations in patients undergoing cardiac surgery. *Acta Anaesthesiol Scand* 1986 Jul;30(5): 386–92.
57. Curelaru I, Linder LE, Gustavsson B. Displacement of catheters inserted through internal jugular veins with neck flexion and extension. A preliminary study. *Intensive Care Med* 1980 May; 6(3):179–83
58. Domini KB, Boedle A, Posner KL, Spitellie PH, Lee LA, Cheney FW. Injuries and Liability Related to Central Vascular catheters. *Anesthesiology*. 2004 Jun ;100(1):1411–8
59. Sanjay Agrawal, Yashwant S Payal, and Jagdish P Sharma. A retrospective clinical audit of 696 central venous catheterizations at a tertiary care teaching hospital in India. *J Emerg Trauma Shock* 2012 Oct;5 (4):304-8
60. Michenfelder JD, Martin JT, Altenburg BM, Rehder K. Air embolism during neurosurgery. *JAMA* 1969 May 26;208(8):1353-8.
61. Marouche, A.; Engelhardt, W.; Drüge, C.; Härtung, E.; Roewer, N. EKG Lagekontrolle zentralvenöser Katheter über den Seidinger-Führungsdraht: Klinische und ökonomische Aspekte *Anästhesiol Intensivmed Notfallmed Schmerzther* 1998 Feb; 33(2): 114-7
62. Polderman KH, Girbes AJ Central venous catheter use. 1. Mechanical complications. *Intensive Care Med* 2002 Jan;28(1):1–17
63. Abd-Elsayed AA, Ghaly T, Farag E, Esa WA Bilateral pneumothoraces following a right subclavian catheter insertion after thymectomy for a patient with a myasthenic crisis. *Ochsner J*. 2013 Summer;13(2):256-8

64. F. Pazos, K. Masterson, C. Inan, J. Robert, B. Walder Bilateral Pneumothoraces Following Central Venous Cannulation Case Rep Med. 2009; 2009: 745713 Ochsner J. 2013 Summer;13 (2):256-8.
65. Williams MR, Dunn EL. Percutaneous central venous catheters--a continuum of use. J Emerg Med 1985;2(5):335-9
66. Aubaniac R: L'injection intraveineuse sous-claviculaire: avantages et technique. Presse Med 1952 Oct 25;60(68):1456
67. Tomasz Czarnik, M.D,Ryszard Gawda, M.D, Tadeusz Perkowski, M.D.,Rafal Weron, Ph.D Supraclavicular Approach Is an Easy and Safe Method of Subclavian Vein Catheterization Even in Mechanically Ventilated Patients Analysis of 370 Attempts. Anesthesiology 2009 Aug;111(2):334–9
68. Kocum A, Sener M, Caliskan E, Bozdogan N, Atalay H, Aribogan A An alternative central venous route for cardiac surgery: supraclavicular subclavian vein catheterization. J Cardiothorac Vasc Anesth. 2011 Dec;25 (6):1018-23
69. Chu KS, Koung-Shing; Hsu, Jong-Hau; Wang, Shie-Shan Accurate Central Venous Port-A Catheter Placement: Intravenous Electrocardiography and Surface Landmark Techniques Compared by Using Transesophageal Echocardiography Anesth Analg 2004 Apr;98(4):910–4
70. Z. J. Koscielniak-Nielsen, S. Otkjær, O. B. Hansen, C. Hemmingsen CVP catheter electrocardiography: an alternative to radiographic control after cannulation of central veins? Acta Anaesthesiol Scand 1991 Nov;35(8):762-6
71. Joerg Ender, Gabor Erdoes, Eugen Krohmer, Derk Olthoff Transesophageal Echocardiography for Verification of the Position of the Electrocardiographically-Placed Central Venous Catheter Journal of Cardiothoracic and Vascular Anesthesia 2009 Aug;23(4):457-61
72. Hirsch DR, Ingenito EP, Goldhaber SZ. Prevalence of deep venous thrombosis among patients in medical intensive care. JAMA 1995 Jul 26;274(4):335-7

73. Mughal MM. Complications of intravenous feeding catheters. *Br J Surg.* 1989 Jan;76(1):15-21
74. Bolad I, Karanam S, Mathew D, et al. Percutaneous treatment of superior vena cava obstruction following transvenous device implantation. *Catheter Cardiovasc Interv.* 2005 May;65(1):54-9
75. Helmkamp BF, Sanko SR. Supraclavicular central venous catheterization. *Am J Obstet Gynecol.* 1985 Dec 1;153(7):751-4